



Beschrijvend Bodemonderzoek

3M Zwijndrecht en omgevende
gebieden

VOORBEREID VOOR

3M Science.
Applied to Life.™

3M Belgium bvba

DATUM

22 december 2023

REFERENTIE

0540247



DOCUMENT GEGEVENS

DOCUMENT TITEL	Beschrijvend Bodemonderzoek
DOCUMENT ONDERTITEL	3M Zwijndrecht en omgevende gebieden
PROJECT NUMMER	0540247
Datum	22 december 2023
Versie	1
Geschreven door	Sarah Verhulst, Nel Van Houdt, Ronald Ruijter, Sebastiaan Sommereyns, Kenneth Seys, Lieselotte Sorgeloos, Gerd Van den Daele, Pieter Schrooten, Jan Van linden en Dirk Nuyens
Klantnaam	3M Belgium bvba

DOCUMENTGESCHIEDENIS

VERSIE	REVISIE	GESCHREVEN DOOR	BEOORDEELD DOOR	ERM GOEDKEURING		OPMERKING
				NAAM	DATUM	
Version	1	Sarah Verhulst, Nel Van Houdt, Ronald Ruijter, Sebastiaan Sommereyns, Kenneth Seys, Lieselotte Sorgeloos, Gerd Van den Daele, Pieter Schrooten, Jan Van linden en Dirk Nuyens	Jan Van linden	Dirk Nuyens	22/12/2023	Finale versie voor indiening bij OVAM

ONDERTEKENING

Beschrijvend Bodemonderzoek


3M Zwijndrecht en omgevende gebieden

0540247



Dirk Nuyens

Senior Partner



Jan Van linden

Associate Partner

ERM nv
Posthoflei 5 bus 6
2600 Antwerpen-Berchem
België
T +32 3 287 36 50

© Copyright 2023 door ERM International Group Limited en / of zijn filialen ("ERM").

Alle rechten voorbehouden. Geen enkel deel van dit werk mag worden gereproduceerd of verzonden in welke vorm dan ook, of op enige manier, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van ERM.

INHOUD

DEEL 1 - ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	1
ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	A
DEEL 2 – NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	A
NIET TECHNISCHE SAMENVATTING	I
DEEL 3 – RAPPORT	I
1. INLEIDING	1
1.1 ACHTERGROND VAN HET PROJECT EN REGELGEVEND KADER	1
1.2 PROJECTGEBIED EN LIGGING VAN DE ONDERZOEKSLOCATIE	3
1.3 AANLEIDING EN DOELSTELLING VAN HET BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK	4
1.4 GEBRUIKTE STANDAARDPROCEDURE	5
1.5 AANLEIDING EN OVERZICHT GEFASEERD BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK	5
1.5.1 Eerste gefaseerd bodemonderzoek	5
1.5.2 Tweede gefaseerd Bodemonderzoek	6
1.5.3 Gewijzigd tweede gefaseerd bodemonderzoek	6
1.5.4 Derde en vierde gefaseerd bodemonderzoek	7
1.6 ANALYSERESULTATEN ERKEND LABORATORIUM EUROFINS	8
1.7 SITE BESLUIT	8
1.8 OPMERKINGEN OVAM OP EERSTE GEFASEERD BODEMONDERZOEK	9
1.9 TOELICHTING ELEMENTEN 2DE GEFASEERD BODEMONDERZOEK	15
2. SITUATIESCHETS	30
2.1 ALGEMEEN - BRONNEN	30
2.2 BESCHRIJVING VAN HET PROJECTGEBIED	30
2.2.1 Algemene beschrijving van het projectgebied	30
2.2.2 Ruimtelijke uitvoeringsplannen binnen het projectgebied	31
2.2.3 3M-site	33
2.2.4 Industriezone ten noorden en westen van 3M-site	33
2.2.5 Gebied ten zuiden van de 3M-site	34
2.2.6 Natuurgebieden	35
2.2.7 Linkeroever	36
2.3 OMGEVINGSKENMERKEN BUITEN HET PROJECTGEBIED	36
2.4 BOUWWERKZAAMHEDEN OOSTERWEEL	36
2.5 GEOLOGISCHE EN HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS	38
2.5.1 Geologische opbouw	38
2.5.2 Grondwaterstand	42
2.5.3 Grondwaterstromingsrichting	42
2.5.4 Grondwaterwinningen, waterwingebieden en beschermingszones	43
2.5.5 Grondwaterkwetsbaarheid	45
2.5.6 Oppervlaktewater	46

2.6	HISTORISCH ONDERZOEK PROJECTGEBIED OP BASIS VAN (HISTORISCHE) LUCHTFOTO'S	47
2.6.1	Periode 1971	47
2.6.2	Periode 1979-1990	49
2.6.3	Periode 2000-2003	51
2.6.4	Periode 2008-2011	52
2.6.5	Periode 2023	54
2.6.6	Historiek Blokkersdijk	55
2.7	ACTIVITEITEN 3M EN POTENTIELE VERONTREINIGINGSBRONNEN OP DE 3M-SITE	57
2.7.1	Productie activiteiten 3M (door de cliënt verstrekte informatie)	57
2.7.2	Vergunningen 3M	61
2.7.3	Overzicht van de huidige en vroegere opslagtanks op de 3M-site	62
2.7.4	Potentiële verontreinigingsbronnen op de 3M-site	70
2.8	BESCHRIJVING VAN ANDERE POTENTIËLE VERONTREINIGINGBRONNEN BINNEN HET PROJECTGEBIED	72
2.8.1	Gebruik van blusschuim	73
2.8.2	Aanwezigheid van PFAS in afvalwater	77
2.8.3	Stortplaatsen	79
2.8.4	Droogkuisen	79
2.8.5	Ruimen verontreinigd slib	79
2.8.6	Land- en tuinbouw	80
2.8.7	Bij OVAM bekende dossiers	83
2.9	ATMOSFERISCHE DEPOSITIE	94
2.9.1	Inleiding	94
2.9.2	Windroos resultaten	95
2.9.3	Studie atmosferische depositie BBO 2006	96
2.9.4	Studie atmosferische depositie VITO 2022	97
2.9.5	Emissiemetingen 3M-site i.k.v. veiligheidsmaatregel	99
2.9.6	Emissiemetingen EMSD-proces	102
2.9.7	Stofmetingen in kader van de voorzorgsmaatregel	103
2.9.8	Evaluatie obstakels in de omgeving van de 3M-site	105
2.10	CONCLUSIES VAN EERDERE BODEMONDERZOEKEN	105
2.10.1	BBO 2006	105
2.10.2	Saneringsproject 2008	108
2.10.3	Tussentijdse rapportage Bodemsaneringswerken (BSP 2008)	109
2.10.4	Bemonstering voor bouwwerkzaamheden Oosterweel	111
2.10.5	Eerste gefaseerd BBO 2022	111
2.10.6	Eerste gefaseerd BSP 2022	113
2.10.7	Gewijzigd tweede gefaseerd BBO 2023	114
2.10.8	Onderzoeken Universiteit Antwerpen	117
2.10.9	Onderzoeken uitgevoerd in opdracht van andere partijen dan 3M	118
2.11	KENMERKEN VAN DE VERONTREINIGING	118
2.11.1	Algemeen	118
2.11.2	Kenmerken van de COC's	119
2.11.3	Toelichting rond PFAS-precursoren	120
2.12	VOORZORGSMATREGELEN/VEILIGHEIDSMATREGELEN EN GEBRUIKSADVIEZEN	125
2.12.1	Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen	125
2.12.2	Gebruiksadviezen	127
2.13	TERREINBEZOEK	129
2.14	TUSSENTIJD'S CONCEPTUEEL SITE MODEL OP BASIS VAN DE VOORSTUDIE	129
3.	BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE	132
3.1	INLEIDING	132

3.2	STAP 1 - EVALUATIE VAN DE BESCHIKBARE GEGEVENS	132
3.3	STAP 2 – CONVENTIONEEL BODEMONDERZOEK OM DE VERONTREINIGING IN KAART TE BRENGEN	133
3.4	STAP 3 – SPECIFIEK ONDERZOEK IN VERBAND MET DE RISICO-EVALUATIE	134
3.5	STAP 4 - ONDERZOEK IN VERBAND MET HET GRONDWATERMODEL	135
3.6	STAP 5 - INTEGRATIE VAN BEMONSTERINGSCAMPAGNES VOOR DE BODEM DOOR DERDEN	136
3.7	BEOORDELINGSKADER VASTE DEEL VAN DE AARDE, GRONDWATER, OPPERVLAKTEWATER EN WATERBODEM	140
3.7.1	Algemeen	140
3.7.2	Toetsingswaarde bodemsaneringnorm vaste deel van de aarde	140
3.7.3	Toetsingswaarde richtwaarde vaste deel van de aarde	142
3.7.4	Toetsingswaarde streefwaarde vaste deel van de aarde	142
3.7.5	toetsingswaarde bodemsaneringsnorm grondwater	142
3.7.6	Toetsingswaarden waterbodem (sediment en vaste waterbodem)	142
3.7.7	Toetsingswaarden oppervlaktewater	143
3.7.8	Bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de andere verdachte stoffen (COC's)	143
3.8	BEOORDELINGSKADER VOOR VOEDSEL GERELATEERDE PRODUCTEN	144
4.	VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES	146
4.1	ALGEMEEN	146
4.2	VOORBEREIDING STAALNAMES	147
4.3	UITVOERING VELDWERK – GROND- EN GRONDWATERSTAALNAMES	147
4.3.1	3M-site en terreingedeelte zuidelijk van de 3M-site	147
4.3.2	Gebied ten zuiden van E34	151
4.3.3	Natuurgebieden	154
4.3.4	Linkeroever	159
4.3.5	Recheroever	162
4.3.6	Industriezone	163
4.4	UITVOERING VELDWERK – OPPERVLAKTEWATER EN WATERBODEMONDERZOEK	166
4.4.1	Oppervlaktewater	166
4.4.2	Sediment	167
4.4.3	Vaste deel van de waterbodem (geconsolideerd deel)	169
4.5	UITVOERING VELDWERK – SPECIFIEK VOOR DE RISICO-EVALUATIE	170
4.5.1	Gewasstalen en Poriewater deelgebied Zwijndrecht en Beveren	170
4.5.2	Gewasstalen deelgebied Linkeroever	172
4.5.3	Staalnames in kader van ecotoxicologische testen	173
4.5.4	Stofmetingen Zwijndrecht	174
4.6	UITVOERING VELDWERK – SPECIFIEK VOOR OPMAAK GRONDWATERMODEL	176
4.7	LANDMETER EN DIPRONDE	179
4.8	ANALYSES	180
5.	RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK	182
5.1	ALGEMEEN	182
5.2	BETROUWBAARHEID ANALYTISCHE MEETMETHODES	182
5.3	ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN	183
5.4	VELDMETINGEN GRONDWATER	185

5.5	PARAMETERS VOOR BODEMSAMENSTELLING EN BODEMSTRUCTUUR	189
5.6	RESULTATEN SPECIFIEK ONDERZOEK IN HET KADER VAN OPMAAK GRONDWATERMODEL	191
5.6.1	Boringen ter bevestiging van polderklei	191
5.6.2	Slugtesten	191
5.6.3	Boorgat-verdunningstesten	192
5.6.4	Hydraulische connectie test	193
5.6.5	Grond- en grondwaterstaalname	195
5.6.6	Grondwaterflux metingen	202
5.6.7	Massaflux metingen	203
5.6.8	Debieten en concentratie oppervlaktewater	206
5.6.9	Stapsgewijze pompproef	208
5.6.10	Pompproef met constant debiet	209
5.6.11	Boringen ter bevestiging van de ondergrondse dijken	212
5.7	RESULTATEN VASTE DEEL VAN DE AARDE	213
5.7.1	Algemeen	213
5.7.2	PFAS-verbindingen (CMA)	214
5.7.3	Ultrakorte keten PFAS-verbindingen	223
5.7.4	EOF en Top-assay analyse	224
5.7.5	Minerale olie	224
5.8	RESULTATEN GRONDWATER	225
5.8.1	Algemeen	225
5.8.2	PFAS-verbindingen (WAC)	226
5.8.3	Ultrakorte keten PFAS-verbindingen	249
5.8.4	AOF en Top-assay analyse	253
5.9	RESULTATEN IN VOEDINGSMIDDELEN	255
5.9.1	Dierlijke producten	255
5.9.2	Groenten en gewassen	258
5.9.3	Fruit	262
5.9.4	Producten voor diervoeding	264
5.10	RESULTATEN OPPERVLAKTEWATER, SEDIMENT, EN VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM	265
5.10.1	Oppervlaktewater	265
5.10.2	Sediment	270
5.10.3	Vaste deel van de waterbodem	274
5.11	BESPREKING OPMERKINGEN OP CERTIFICATEN EN AFWIJKING CMA TIJDENS VELDWERK	278
6.	EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS	280
6.1	PLAATSELIJKE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE	280
6.1.1	Geologie en hydrostratigrafie	280
6.1.2	Grondwaterstanden en grondwaterstromingsrichting	282
6.1.3	Doorlatendheid en grondwaterstromingssnelheid	284
6.1.4	Interactie tussen grondwater en oppervlaktewater	284
6.2	INTERPRETATIE PFAS-RESULTATEN VASTE DEEL VAN DE AARDE	285
6.2.1	Interpretatie PFAS-verbindingen ten opzichte van voorgestelde normering	285
6.2.2	Horizontale PFAS-verdeling	285
6.2.3	Verticale PFOS-verdeling	292
6.3	INTERPRETATIE RESULTATEN GRONDWATER	295
6.3.1	Interpretatie PFAS-verbindingen ten opzichte van voorgestelde normering	295
6.3.2	Horizontale PFAS-verdeling	296
6.3.3	Verticale PFAS-verdeling	307
6.3.4	Detail evaluatie C4-componenten	307
6.4	BESPREKING VAN DE SEDIMENT- EN OPPERVLAKTEWATERSTALEN	314

6.5	BESPREKING VAN DE VOEDINGSMIDDELEN VOOR CONSUMPTIE	315
6.5.1	PFAS in eieren	315
6.5.2	PFAS in gewassen	316
6.6	BESPREKING TOP-ASSAY, EOF EN AOF	325
6.6.1	TOP Assay	325
6.6.2	EOF in grondstalen	328
6.6.3	AOF in waterstalen	330
6.7	STATISTIEK EN GEOSTATISTIEK	330
6.7.1	Inleiding	330
6.7.2	Legacy PFAS Verrijkingsfactoren (ratio's)	334
6.7.3	Radar plots	337
6.7.4	Principale componentenanalyse (biplots)	341
6.7.5	Factoranalyse	343
6.8	SYNTHESE VERONTREINIGINGSSITUATIE	346
6.9	AFPERKING PFAS-VERONTREINIGING AFKOMSTIG VAN 3M	352
6.9.1	Inleiding	352
6.9.2	Afperking vaste deel van de aarde	352
6.9.3	Afperking grondwater	363
6.9.4	Afperking sediment en oppervlaktewater	369
6.10	INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING 3M	370
6.10.1	Inleiding	370
6.10.2	Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde	371
6.10.3	Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging in grondwater	372
6.10.4	Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging in Sediment	373
6.10.5	Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging in oppervlaktewater	374
6.11	CONCEPTUEEL SITE MODEL (CSM)	375
6.12	ALGEMENE CONCLUSIE NA EVALUATIE GEGEVENS	376
7.	RISICO EVALUATIE VAN DE PFAS VERONTREINIGING	380
7.1	BEPALING VAN HET HUMAAN TOXICOLOGISCH RISICO	380
7.1.1	Inleiding	380
7.1.2	Toe te passen richtlijnen voor huumaantoxicologische risico-evaluatie voor PFAS	380
7.1.3	S-Risk	389
7.1.4	Blootstellingsroutes en media	391
7.1.5	Consumptie dierlijke producten en groenten	415
7.1.6	Toe te passen bodemgebruiken	416
7.1.7	Grondwatergebruik	418
7.1.8	Bodemtype	418
7.1.9	Risicogrenswaarden	419
7.1.10	Bloedmetingen en vermindering van de blootstelling	436
7.1.11	Conclusie van de huumaan-toxicologische risico-evaluatie van de PFAS	438
7.2	BEPALING VAN HET ECOTOXICOLOGISCH RISICO	440
7.2.1	Conceptueel sitemodel natuurgebied	440
7.2.2	Methodologie	441
7.2.3	Ecotoxicologisch risico Blokkersdijk	442
7.2.4	Ecotoxicologisch risico overige natuurgebieden	443
7.2.5	Ecotoxicologisch risico niet-natuurgebieden	446
7.2.6	Besluit ecotoxicologisch risico	447
7.3	BEPALING VAN HET VERSPREIDINGSRISICO	447
7.3.1	Aanwezigheid mobiel puur product	448
7.3.2	Beïnvloeding van receptoren	448
7.3.3	Aanwezigheid van uitloging	449
7.3.4	Verspreiding met of in het grondwater/significante uitbreiding van de contour	450
7.3.5	Verwaaiing van verontreinigde bodemdeeltjes	463

7.4	BELEIDSMATIGE SANERINGSNOODZAAK	464
7.5	BESLUIT RISICO-EVALUATIE	465
7.6	REFLECTIES MET BETREKKING TOT DE BLOOTSTELLING AAN PFAS EN VERDERE TE NEMEN ACTIES	466
8.	CONCLUSIES	469
8.1	ALGEMEEN	469
8.2	BESLUIT PER VERONTREINIGING - PFAS IN VASTE DEEL VAN DE AARDE (ID 40) - Q	475
8.2.1	Specificaties	475
8.2.2	Noodzaak tot sanering	475
8.2.3	Saneringsprioriteit	476
8.3	BESLUIT PER VERONTREINIGING - SOM PFAS ONDIEP GRONDWATER (ID 42) - Q	476
8.3.1	specificaties	476
8.3.2	Noodzaak tot sanering	477
8.3.3	Saneringsprioriteit	477
8.4	BESLUIT PER VERONTREINIGING - SOM PFAS 20 EU DWRL ONDIEP GRONDWATER (ID 43) - Q	477
8.4.1	specificaties	477
8.4.2	Noodzaak tot sanering	478
8.4.3	Saneringsprioriteit	478
8.5	BESLUIT PER VERONTREINIGING - SOM PFAS DIEP GRONDWATER (ID 44) - Q	479
8.5.1	specificaties	479
8.5.2	Noodzaak tot sanering	479
8.5.3	Saneringsprioriteit	479
8.6	BESLUIT PER VERONTREINIGING - SOM PFAS 20 EU DWRL DIEP GRONDWATER (ID 45) - Q	480
8.6.1	specificaties	480
8.6.2	Noodzaak tot sanering	480
8.6.3	Saneringsprioriteit	480
8.7	BESLUIT PER VERONTREINIGING - SOM PFAS IN OPPERVLAKTEWATER (ID 46) - Q	481
8.7.1	specificaties	481
8.7.2	Noodzaak tot sanering	481
8.7.3	Saneringsprioriteit	481
8.8	BESLUIT PER VERONTREINIGING - PFAS IN WATERBODEM (ID 47) - Q	482
8.8.1	specificaties	482
8.8.2	Noodzaak tot sanering	482
8.8.3	Saneringsprioriteit	482
8.9	BESLUIT PER VERONTREINIGING - PFAS IN WATERBODEM KARPERREED (ID 48) - P	482
8.10	MINERALE OLIE (ID 50) - P	483
8.11	NOODZAAK VAN VEILIGHEIDS- EN VOORZORGSMAATREGELEN	483
8.11.1	Voorzorgsmaatregelen	483
8.11.2	Veiligheidsmaatregelen	483
8.12	NOODZAAK VAN AANBEVELINGEN INZAKE LANDGEBRUIK ("GEBRUIKSADVIEZEN")	483
8.13	VOLGENDE STAPPEN & PRIORITEIT AANPAK	485

9. RANDVOORWAARDEN	487
10. DISCLAIMER	488
11. VERKLARING EN HANDTEKENING	489
DEEL 4 – SAMENVATTING PER GROND	490
SAMENVATTING VAN DE VERONTREINIGINGSTOESTAND PER GROND VOLGENS TABEL 10 VAN STANDAARDPROCEDURE BBO	491
SAMENVATTING VAN DE VERONTREINIGING VOLGENS TABEL 11 VAN DE STANDAARDPROCEDURE BBO	502

DEEL 5 – BIJLAGEN + DEEL 6 – FIGUREN + DEEL 7 – ADMINISTRATIEVE BIJLAGEN

BIJLAGE 1	OVERZICHT KADASTRALE PERCELEN
BIJLAGE 2	BEVESTIGING EUROFINS
BIJLAGE 3	FOTOLOG ONDERZOEKSGBIED
BIJLAGE 4	VERGUNDE GRONDWATERONTTREKKINGEN
BIJLAGE 5	MEEST RECENTE OMGEVINGSVERGUNNING VAN 3M
BIJLAGE 6	STUDIES ROND ATMOSFERISCHE DEPOSITIE
BIJLAGE 7	PRECURSOREN & CMA PARAMETERS
BIJLAGE 8	VOORZORGSMAATREGELEN OFF SITE
BIJLAGE 9	KWARTAALRAPPORT STOFMITIGATIE ON SITE
BIJLAGE 10	EXPERTNOTA ECOTOXICOLOGISCHE RISICO-EVALUATIE
BIJLAGE 11	GETOETSTE ANALYSERESULTATEN
BIJLAGE 12	AFWIJKINGEN OP CMA
BIJLAGE 13	ORIGINELE ANALYSECERTIFICATEN
BIJLAGE 14	BOORPROFIELEN
BIJLAGE 15	RAPPORTEN VAN DERDEN
BIJLAGE 16	RESULTATEN VELDWERK GRONDWATERMODEL
BIJLAGE 17	RAPPORT IFLUX
BIJLAGE 18	DAEB MINERALE OLIE
BIJLAGE 19	RAPPORT GRONDWATERMODEL
BIJLAGE 20	ISOHYPSEN KAARTEN
BIJLAGE 21	CONCENTRATIE VERLOOP GRONDWATER
BIJLAGE 22	RESULTATEN TOP-ASSAY
BIJLAGE 23	RESULTATEN EOF & AOF VERGELIJKING
BIJLAGE 24	VERSLAG STATISTISCHE EVALUATIE
BIJLAGE 25	DAEW KARPERREED
BIJLAGE 26	UITDRAAI S-RISK

FIGUUR 1	TOPOGRAFISCHE KAART MET LIGGING ONDERZOEKSGBIED
FIGUUR 2	ONDERZOEKSGBIED OP HET GEWESTPLAN
FIGUUR 3	KAART MET LOCATIES POTENTIEEL ANDERE BRONNEN IN HET GROTE GEBIED ROND DE 3M-SITE
FIGUUR 4	HISTORISCHE FIGUREN
FIGUUR 5	GEDETAILLEERD PLAN ONDERZOEKSLOCATIE
FIGUUR 6	OVERZICHT BEMONSTERINGSLOCATIES
FIGUUR 7	KAARTEN MET RESULTATEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE
FIGUUR 8	VISUALISATIE RESULTATEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE O.B.V. IDW INTERPOLATIE
FIGUUR 9	KAARTEN MET DE RESULTATEN IN GRONDWATER
FIGUUR 10	VISUALISATIE RESULTATEN IN GRONDWATER O.B.V. IDW INTERPOLATIE
FIGUUR 11	KAARTEN MET DE RESULTATEN IN OPPERVLAKTEWATER
FIGUUR 12	KAARTEN MET DE RESULTATEN IN SEDIMENT EN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM
FIGUUR 13	KAARTEN MET DE RESULTATEN IN GEWASSEN
FIGUUR 14	PAF CURVES ECOTOXICOLOGISCHE RISICO-EVALUATIE VOOR NIET-NATUURGEBIEDEN
FIGUUR 15	CONTOUR PFAS VERONTREINIGING IN HET VASTE DEEL VAN DE AARDE
FIGUUR 16	CONTOUR PFAS VERONTREINIGING IN HET GRONDWATER
FIGUUR 17	DOORSNEDES
FIGUUR 18	GEBRUIKSADVIEZEN
BIJLAGE A	ADMINISTRATIEVE BIJLAGEN

LIJST VAN TABELLEN

TABEL 0-1	ADMINISTRATIEVE GEGEVENS	A
TABEL 0-2	IDENTIFICATIE VAN DE BETROKKEN GRONDEN	C
TABEL 1-1	OPMERKINGEN OVAM	9
TABEL 2-1	RELEVANTE RUP'S VAN TOEPASSING BINNEN HET PROJECTGEBIED	32
TABEL 2-2	HYDROGEOLOGISCHE SCHEMATISATIE	40
TABEL 2-3	TIJDSLIJN COC'S	60
TABEL 2-4	HUIDIGE EN VOORMALIGE (OPSLAG)TANKS	63
TABEL 2-5	OVERZICHT VAN BRANDEN OP BASIS VAN BEPERKTE INTERNET ZOEKTOCHT BINNEN HET PROJECTGEBIED	73
TABEL 2-6	EVALUATIE PFAS-VERDACHTE ACTIVITEITEN VAN INDUSTRIËLE BUREN (DEELZONE INDUSTRIE) VOLGENS RICHTLIJNEN OVAM	81
TABEL 2-7	VERDACHTE STOFFEN	118
TABEL 2-8	KENMERKEN COC'S	120

TABEL 2-9	EVALUATIE PRECURSOREN CMA-PARAMETERS	121
TABEL 2-10	GELDENDE GEBRUIKSADVIEZEN	127
TABEL 3-1	BODEMONDERZOEKEN DERDE PARTIJEN GEÏNTEGREERD IN VOORLIGGEND RAPPORT 136	
TABEL 3-2	RELEVANTE TECHNISCHE VERSLAGEN ONTVANGEN IN KADER VAN SITE DECREET 139	
TABEL 3-3	HUIDIG VOORSTEL BODEMSANERINGSNORMEN VOOR HET VASTE DEEL ($\mu\text{G}/\text{KG DS}$) VOOR PFOS (OVAM, 2022)	141
TABEL 3-4	HUIDIGE VOORSTEL BODEMSANERINGSNORMEN VOOR HET VASTE DEEL ($\mu\text{G}/\text{KG DS}$) VOOR PFOA (OVAM, 2022)	141
TABEL 3-5	BIJGESTELD TOEKOMSTIG NORMERINGSKADER VOOR PFOS EN PFOA VOOR HET VASTE DEEL ($\mu\text{G}/\text{KG DS}$) (NOG NIET IN VOEGE)	141
TABEL 3-6	BASIS MILIEUKWALITEITSNORMEN PFOS IN OPPERVLAKTEWATER ($\mu\text{G}/\text{L}$)	143
TABEL 3-7	ACTIEWAARDEN VOOR LEVENSMIDDELEN VAN TOEPASSING VANAF 1/1/2023	144
TABEL 3-8	EAC UIT SPOEDRAADGEVING FAVV 10-2021	144
TABEL 4-1	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN 3M-SITE	149
TABEL 4-2	GRONDWATERSTAALNAMES 3M-SITE	150
TABEL 4-3	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34	152
TABEL 4-4	GRONDWATERSTAALNAMES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34	153
TABEL 4-5	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN NATUURGEBIEDEN	155
TABEL 4-6	GRONDWATERSTAALNAMES NATUURGEBIEDEN	157
TABEL 4-7	SAMENVATTENDE INFORMATIE KWELWATER STAALNAME	158
TABEL 4-8	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN LINKEROEVER	160
TABEL 4-9	GRONDWATERSTAALNAMES LINKEROEVER	162
TABEL 4-10	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN RECHTEROEVER	163
TABEL 4-11	GRONDWATERSTAALNAMES RECHTEROEVER	163
TABEL 4-12	SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN INDUSTRIEZONE	164
TABEL 4-13	GRONDWATERSTAALNAME INDUSTRIEZONE	165
TABEL 4-14	OPPERVLAKTEWATERSTAALNAME	167
TABEL 4-15	SEDIMENTSTAALNAME	168
TABEL 4-16	STAALNAME GECONSOLIDEERDE DEEL VAN DE WATERBODEM	170
TABEL 4-17	OVERZICHT MOESTUINLOCATIES EN BIJHORENDE GEWASSEN ZWIJNDRECHT EN BEVEREN	171
TABEL 4-18	BOORWERKZAAMHEDEN NABIJ GEWASSTAALNAME	171
TABEL 4-19	GRONDWATERSTAALNAME NABIJ GEWASSTAALNAME	171
TABEL 4-20	OVERZICHT MOESTUINLOCATIES EN BIJHORENDE GEWASSEN LINKEROEVER	172
TABEL 4-21	TIMING STOFMETINGEN	175
TABEL 4-22	SPECIFIEK ONDERZOEK IN HET KADER VAN HET GRONDWATERMODEL	177

TABEL 4-23	TOELICHTING STAPSGEWIJZE POMPPROEF	178
TABEL 5-1	ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN	184
TABEL 5-2	GEHALTE AAN ORGANISCHE STOF EN KLEI EN PH-KCL GEMETEN TIJDENS DE HUIDIGE STUDIE	189
TABEL 5-3	KLEIGEHALTE GRONDSTALEN TER HOOGTE VAN POLDERKLEI	191
TABEL 5-4	RESULTATEN SLUGTESTS	191
TABEL 5-5	BEREKENDE DOORLATENDHEIDSCOËFFICIËNT OP BASIS VAN DE RESULTATEN VAN DE BOORGAT-VERDUNNINGSTESTS	192
TABEL 5-6	DOELSTELLING HYDRAULISCHE CONNECTIE TESTS	193
TABEL 5-7	MASSAFLUX 1 ^{STE} AQUIFER	204
TABEL 5-8	MASSAFLUX 2DE AQUIFER	205
TABEL 5-9	DEBIETEN OPPERVLAKTEWATERS	206
TABEL 5-10	BEREKENING DEBIET VAN PALINGBEEK NAAR SCHELDE	207
TABEL 5-11	PFOS- EN PFOA-CONCENTRATIES IN OPPERVLAKTEWATER	207
TABEL 5-12	BEREKENDE DAGELIJKSE MASSAFLUX VAN PALINGBEEK NAAR SCHELDE	208
TABEL 5-13	SELECTIE PEILBUIZEN POMPPROEF	209
TABEL 5-14	DOORLATENDHEIDSCOËFFICIËNT	212
TABEL 5-15	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	215
TABEL 5-16	EVALUATIE C8-PRECURSOREN IN GROND TER HOOGTE VAN 3M-SITE	218
TABEL 5-17	EVALUATIE C6-PRECURSOREN 3M-SITE	218
TABEL 5-18	EVALUATIE C4-PRECURSOREN 3M-SITE	219
TABEL 5-19	RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF	219
TABEL 5-20	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE OFF-SITE	220
TABEL 5-21	EVALUATIE C8-PRECURSOREN OFF-SITE	222
TABEL 5-22	EVALUATIE C6-PRECURSOR OFF-SITE	222
TABEL 5-23	RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF	223
TABEL 5-24	STATISTISCHE EVALUATIE EOF-CONCENTRATIES	224
TABEL 5-25	EVALUATIE C4-PRECURSOREN OFF-SITE	226
TABEL 5-26	1 ^{STE} AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	227
TABEL 5-27	2 ^{DE} AQUIFER MIDDELDIEP - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	230
TABEL 5-28	2 ^{DE} AQUIFER DIEP - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	233
TABEL 5-29	EVALUATIE C8-PRECURSOREN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	236

TABEL 5-30	EVALUATIE C6-PRECURSOR TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	237
TABEL 5-31	EVALUATIE C4-PRECURSOREN TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	237
TABEL 5-32	1 ^{STE} AQUIFER EN ONDIEPE LAAG ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE	239
TABEL 5-33	MIDDELDIEPE LAAG 2 ^{DE} EN ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE	242
TABEL 5-34	DIEPE LAAG 2 ^{DE} EN ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE	244
TABEL 5-35	EVALUATIE C8-PRECURSOREN OFF-SITE	246
TABEL 5-36	EVALUATIE C6-PRECURSOR OFF-SITE	247
TABEL 5-37	EVALUATIE C4-PRECURSOREN OFF-SITE	248
TABEL 5-38	'SOM TOTAAL PFAS' EN 'SOM 20 EU DWRL' GRONDWATER OFF-SITE	249
TABEL 5-39	STATISTISCHE EVALUATIE TFA EN PFRA TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	250
TABEL 5-40	STATISTISCHE EVALUATIE TFA EN PFRA OFF-SITE	252
TABEL 5-41	STATISTISCHE EVALUATIE AOF TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK	253
TABEL 5-42	STATISTISCHE EVALUATIE AOF OFF-SITE	254
TABEL 5-43	TATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN EIERMONSTERS 2021	256
TABEL 5-44	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN EIERMONSTERS 2022	256
TABEL 5-45	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 2021	258
TABEL 5-46	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 2022 EN 2023	258
TABEL 5-47	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 2022	260
TABEL 5-48	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN VOEDERGEWASSEN 2021	261
TABEL 5-49	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN VOEDERGEWASSEN 2022	261
TABEL 5-50	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN FRUITMONSTERS 2022 EN 2023	263
TABEL 5-51	PFAS-VERBINDINGEN IN APPELDELEN	263
TABEL 5-52	STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN FRUITMONSTERS 2022	264
TABEL 5-53	RESULTATEN PFOS IN OPPERVLAKTEWATER	267
TABEL 5-54	RESULTATEN PFOA IN OPPERVLAKTEWATER	268
TABEL 5-55	RESULTATEN PFAS SOM 20 EU DWRL IN OPPERVLAKTEWATER	268
TABEL 5-56	RESULTATEN PFAS SOM TOTAAL	269
TABEL 5-57	RESULTATEN PFOS IN SEDIMENT	272
TABEL 5-58	RESULTATEN PFOA IN SEDIMENT	272
TABEL 5-59	RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF IN SEDIMENT	273
TABEL 5-60	RESULTATEN PFOS IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM	276

TABEL 5-61	RESULTATEN PFOA IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM	277
TABEL 5-62	RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM 277	
TABEL 6-1	PFAS-VERBINDINGEN VERGELEKEN MET VOORGESTELDE BODEMSANERINGSNORM (VBSN) EN RICHTWAARDEN (VRW)	285
TABEL 6-2	PFAS-VERBINDINGEN VERGELEKEN MET VOORGESTELDE BODEMSANERINGSNORM (VBSN)	296
TABEL 6-3	GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES PER GROENTENGROEP	317
TABEL 6-4	GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN GROENTEN	320
TABEL 6-5	GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN DE FRUITMONSTERS	321
TABEL 6-6	GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN DE FRUITMONSTERS	322
TABEL 6-7	GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN VOEDERGEWASSEN	323
TABEL 6-8	OVERZICHT RESULTATEN TOP ASSAY –ONSITE	326
TABEL 6-9	SAMENVATTING SPECIFICATIES VERONTREINIGING VASTE DEEL VAN DE AARDE	362
TABEL 6-10	SAMENVATTING SPECIFICATIES VERONTREINIGING GRONDWATER	369
TABEL 6-11	VUILVRACHT IN GRONDWATER	372
TABEL 6-12	VUILVRACHT UITGEDRUKT IN MASSA PER VOLUME	372
TABEL 6-13	SPECIFICATIES WATERLOPEN VOOR BEPALEN VUILVRACHT	373
TABEL 6-14	VUILVRACHTINSCHATTING PFOS IN SEDIMENT	373
TABEL 6-15	VUILVRACHTINSCHATTING SOM PFAS IN SEDIMENT	374
TABEL 6-16	VUILVRACHTINSCHATTING SOM PFAS IN OPPERVLAKTWATER	374
TABEL 7-1	PFCA'S, PFSA'S EN ANDERE PFAS	384
TABEL 7-2	ACTUELE TOETSINGSWAARDEN PFOS EN PFOA	387
TABEL 7-3	GEACTUALISEERDE TOETSINGSWAARDEN PFOS EN PFOA (GOEDGEKEURD DOOR VLAAMSE REGERING 7 JULI 2023)	388
TABEL 7-4	GEMIDDELDE GEMETEN STOFCONCENTRATIES	396
TABEL 7-5	GEMETEN STOFCONCENTRATIES TER HOOGTE VAN LANDBOUWACTIVITEITEN	397
TABEL 7-6	EI-ANALYSES	402
TABEL 7-7	VERBRUIKSHOEVEELHEDEN PER TYPE LANDGEBRUIK	415
TABEL 7-8	BEREKENDE RISICOGRENSSWAARDEN IN DE GROND VOOR VERSCHILLENDE GEËVALUEERDE VORMEN VAN GRONDGEBRUIK	424
TABEL 7-9	RISICOGRENSSWAARDEN MET EFSA 2020 TWI	428
TABEL 7-10	AANBEVOLEN GEBRUIK IN RELATIE TOT DE PFOS-GRONDCONCENTRATIE	435
TABEL 7-11	RESULTATEN PFAS IN VOGELEIEREN	445
TABEL 7-12	OVERZICHT VERSPREIDINGSSNELHEID PFAS-COMPONENTEN	462
TABEL 8-1	GEBRUIKSADVIEZEN	484

LIJST VAN ILLUSTRATIES

ILLUSTRATIE 1-1	GRENZEN VAN HET PROJECTGEBIED	4
ILLUSTRATIE 2-1	GEWESTPLAN	31
ILLUSTRATIE 2-2	LOCATIE GEMEENTELIJKE RUP'S MET BESTEMMINGSWIJZIGING BINNEN HET PROJECTGEBIED	32
ILLUSTRATIE 2-3	NIEUWE LIGGING PALINGBEEK VOLGENS PROJET ATLAS OOSTERWEEL	34
ILLUSTRATIE 2-4	GEBIED VAN OOSTERWEEL WERKEN	37
ILLUSTRATIE 2-5	PLAATSELIJKE HYDROGEOLOGISCHE STRUCTUUR	38
ILLUSTRATIE 2-6	LUCHTFOTO VAN 1978 MET INDICATIE VAN ONDERGRONDSE DIJKEN ROND DE 3M-SITE	41
ILLUSTRATIE 2-7	LOCATIE POMPPUTTEN P&T SYSTEEM	43
ILLUSTRATIE 2-8	ONTTREKKINGSPUNTEN IN/ROND HET PROJECTGEBIED	44
ILLUSTRATIE 2-9	KWETSBAARHEID VAN HET GRONDWATER (GEOPUNT)	45
ILLUSTRATIE 2-10	OVERZICHT VAN DE OPPERVLAKTEWATERLICHAMEN IN HET PROJECTGEBIED	47
ILLUSTRATIE 2-11	ORTHOFOTO 1971	48
ILLUSTRATIE 2-12	ORTHOFOTO 1979-1990	49
ILLUSTRATIE 2-13	ORTHOFOTO 2000-2003	51
ILLUSTRATIE 2-14	ORTHOFOTO 2008-2011	52
ILLUSTRATIE 2-15	ORTHOFOTO 2023	54
ILLUSTRATIE 2-16	LUCHTFOTO'S BLOKKERSDIJK PERIODE 2012 - 2021	56
ILLUSTRATIE 2-17	EVOLUTIE PFAS-PRODUCTIE IN ZWIJNDRECHT	58
ILLUSTRATIE 2-18	OVERZICHT PFAS-PROCES - ECF	59
ILLUSTRATIE 2-19	OVERZICHT PFAS-PROCES - BATCH	59
ILLUSTRATIE 2-20	AANDUIDING POTENTIËLE BRONZONES VOOR DE ONTSTANE PFAS-VERONTREINIGING	70
ILLUSTRATIE 2-21	AANDUIDING BRANDEN EN BRANDWEEROEFENLOCATIES	76
ILLUSTRATIE 2-22	LOCATIES MET PFAS IN AFVALWATER (DOV-VIEWER)	78
ILLUSTRATIE 2-23	LIGGING BEDRIJVEN IN DEELZONE INDUSTRIEZONE (VOLGENS TABEL 2-6)	83
ILLUSTRATIE 2-24	LIGGING BIJ OVAM GEKENDE DOSSIERS & DOSSIERS MET PFAS	84
ILLUSTRATIE 2-25	WINDROOS RESULTATEN VOOR MEETPUNT IN DEURNE	95
ILLUSTRATIE 2-26	RESULTAAT VAN SF6-VERSPREIDINGSMODELLERING (PROTEC, 1999)	97
ILLUSTRATIE 2-27	RESULTATEN DISPERSIEMODELERING VITO (2022)	98
ILLUSTRATIE 2-28	CONTOUR PFAS DEPOSITIE FLM24332-PROCES (ARCHE, 2022)	100
ILLUSTRATIE 2-29	PFOS-DEPOSITIEFLUX VANUIT DE WATERZUIVERING (ARCHE, 2022)	101
ILLUSTRATIE 2-30	BODEM EN GRONDWATER ACCUMULATIE PFPA & PFBA UIT ARCHE STUDIE	103
ILLUSTRATIE 2-31	LOCATIE STOFMEETTOESTELLEN OP DE 3M-SITE	104
ILLUSTRATIE 2-32	PFOS CONTOUR GRONDWATER BBO 2006	107
ILLUSTRATIE 2-33	LIGGING Z-WELLS	108

ILLUSTRATIE 2-34 SCHEMATISCHE VOORSTELLING SOM PFOS, PFHXS EN PFOA-CONCENTRATIES (µG/L) IN GRONDWATER T.H.V. BRONZONES (JULI 2022)	110
ILLUSTRATIE 2-35 VERMOEDELIJKE AFBRAAKROUTE PFOS-PRECURSOREN	123
ILLUSTRATIE 2-36 GEWIJZIGD AFBRAAKSCHEMA PRECURSOREN VOOR INDIRECTE FOTOLYSE MET HYDROXYL RADICALEN	124
ILLUSTRATIE 3-1 LOCATIES LANTIS/BAM MET EXTRA VERDUIDELIJKING	139
ILLUSTRATIE 4-1 BOORLOCATIES 3M-SITE	148
ILLUSTRATIE 4-2 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES 3M-SITE	150
ILLUSTRATIE 4-3 BOORLOCATIES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34	152
ILLUSTRATIE 4-4 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34	153
ILLUSTRATIE 4-5 BOORLOCATIES NATUURGEBIEDEN	155
ILLUSTRATIE 4-6 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES NATUURGEBIEDEN	156
ILLUSTRATIE 4-7 STAALNAMELOCATIES KWELWATER	158
ILLUSTRATIE 4-8 BOORLOCATIES LINKEROEVER	160
ILLUSTRATIE 4-9 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES LINKEROEVER	161
ILLUSTRATIE 4-10 BOORLOCATIES RECHTEROEVER	162
ILLUSTRATIE 4-11 BOORLOCATIES INDUSTRIEZONE	164
ILLUSTRATIE 4-12 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES INDUSTRIEZONE	165
ILLUSTRATIE 4-13 STAALNAMELOCATIES OPPERVLAKTEWATER	166
ILLUSTRATIE 4-14 SEDIMENT STAALNAMELOCATIES	168
ILLUSTRATIE 4-15 STAALNAMELOCATIES GECONSOLIDEERD DEEL VAN DE WATERBODEM	169
ILLUSTRATIE 4-16 STAALNAMELOCATIES ECOTOX LABTESTEN	174
ILLUSTRATIE 4-17 LOCATIE STOFMETINGEN ZWIJNDRECHT	175
ILLUSTRATIE 4-18 VELDWERK IN KADER VAN GRONDWATERMODEL	177
ILLUSTRATIE 4-19 LANDMETER EN DIPRONDE AUGUSTUS EN SEPTEMBER 2023	179
ILLUSTRATIE 4-20 LANDMETER EN DIPRONDE OKTOBER EN NOVEMBER 2023	180
ILLUSTRATIE 5-1 GRONDWATER	187
ILLUSTRATIE 5-2 GELEIDBAARHEID GRONDWATER	188
ILLUSTRATIE 5-3 VARIATIES GRONDWATERSTAND IN DE 1STE AQUIFER TIJDENS DE HYDRAULISCHE CONNECTIE TEST	194
ILLUSTRATIE 5-4 VARIATIES GRONDWATERSTAND IN DE 2DE AQUIFER TIJDENS DE HYDRAULISCHE CONNECTIE TEST	194
ILLUSTRATIE 5-5 PFOS-CONCENTRATIE IN GROND TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS	195
ILLUSTRATIE 5-6 PFOA-CONCENTRATIE IN GROND TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS	197
ILLUSTRATIE 5-7 PFOS-CONCENTRATIE IN GRONDWATER TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS (JULI - OKTOBER 2022)	199

ILLUSTRATIE 5-8 PFOA-CONCENTRATIE IN GRONDWATER TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS (JULI - OKTOBER 2022)	201
ILLUSTRATIE 5-9 GEMETEN GRONDWATERFLUX IN 1STE AQUIFER	202
ILLUSTRATIE 5-10 GEMETEN GRONDWATERFLUX IN DE 2DE AQUIFER	203
ILLUSTRATIE 5-11 GEMETEN MASSAFLUX IN 1STE AQUIFER	204
ILLUSTRATIE 5-12 GEMETEN MASSAFLUX IN 2DE AQUIFER	205
ILLUSTRATIE 5-13 VERLOOP GRONDWATERSTAND TIJDENS STAPSGEWIJZE POMPPROEF	208
ILLUSTRATIE 5-14 VERLOOP GRONDWATERSTAND TIJDENS POMPPROEF MET CONSTANT DEBIET 209	209
ILLUSTRATIE 5-15 VERLOOP GRONDWATERSTAND IN 1STE AQUIFER TIJDENS DE POMPPROEF MET CONSTANTE SNELHEID	211
ILLUSTRATIE 5-16 VERLOOP GRONDWATERSTAND IN 2DE AQUIFER TIJDENS DE POMPPROEF MET CONSTANTE SNELHEID	211
ILLUSTRATIE 5-17 LOCATIE ONDERGRONDSE DIJKEN MET LOCATIE TRANSECTEN	213
ILLUSTRATIE 5-18 CONCENTRATIE PFOS IN OPPERVLAKTEWATER	266
ILLUSTRATIE 5-19 CONCENTRATIE PFOS IN SEDIMENT	270
ILLUSTRATIE 5-20 CONCENTRATIE SOM PFAS KWANTITATIEF IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM	275
ILLUSTRATIE 6-1 SCHEMATISCHE BODEMOPBOUW: DOORSNEDES WNW-OZO EN ZZW-NNO	281
ILLUSTRATIE 6-2 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE FREATISCHE AQUIFER (LAAG 1 VAN MODEL)	282
ILLUSTRATIE 6-3 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE MIDDELDIEPE LAAG VAN DE 2DE AQUIFER EN DE ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER (LAAG 4 VAN MODEL)	283
ILLUSTRATIE 6-4 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE DIEPE LAAG VAN DE 2DE AQUIFER EN DE ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER (LAAG 6 VAN MODEL)	284
ILLUSTRATIE 6-5 HORIZONTALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)	287
ILLUSTRATIE 6-6 HORIZONTALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES (0,5 – 1,0 M-MV)	288
ILLUSTRATIE 6-7 HORIZONTALE VERDELING PFSA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)	289
ILLUSTRATIE 6-8 HORIZONTALE VERDELING PFOA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)	290
ILLUSTRATIE 6-9 HORIZONTALE VERDELING PFCA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)	291
ILLUSTRATIE 6-10 HORIZONTALE VERDELING PFAS-SOM-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)	292
ILLUSTRATIE 6-11 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES - 3M-SITE	293
ILLUSTRATIE 6-12 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES - 3M-SITE (DETAIL)	293
ILLUSTRATIE 6-13 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES – OVERIG DEEL ONDERZOEKSGBIED	294
ILLUSTRATIE 6-14 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES CONCENTRATIES – OVERIG DEEL ONDERZOEKSGBIED (DETAIL)	295
ILLUSTRATIE 6-15 SOM PFAS IN ONDIEP GRONDWATER	297
ILLUSTRATIE 6-16 SOM PFAS 20EU DWRL IN ONDIEP GRONDWATER	299

ILLUSTRATIE 6-17	PFOS IN ONDIEP GRONDWATER	300
ILLUSTRATIE 6-18	PFOA IN ONDIEP GRONDWATER	301
ILLUSTRATIE 6-19	PFHXS IN ONDIEP GRONDWATER	302
ILLUSTRATIE 6-20	PFBA IN ONDIEP GRONDWATER	303
ILLUSTRATIE 6-21	PFBS IN ONDIEP GRONDWATER	305
ILLUSTRATIE 6-22	RATIO SOM PFBA/PFBS TEN OPZICHTE VAN SOM PFAS	308
ILLUSTRATIE 6-23	RATIO PFBA TEN OPZICHTE VAN SOM PFAS	309
ILLUSTRATIE 6-24	RATIO PFBS TEN OPZICHTE VAN SOM PFAS	310
ILLUSTRATIE 6-25	RATIO PFBS TEN OPZICHTE VAN PFBA	311
ILLUSTRATIE 6-26	LIGGING PROFIEL VOOR CONCENTRATIEVERLOOP	312
ILLUSTRATIE 6-27	CONCENTRATIE VERLOOP SOM PFAS	312
ILLUSTRATIE 6-28	CONCENTRATIE VERLOOP PFOS	313
ILLUSTRATIE 6-29	CONCENTRATIE VERLOOP PFBA	313
ILLUSTRATIE 6-30	CONCENTRATIE VERLOOP PFBS	314
ILLUSTRATIE 6-23	VISUALISATIE RESULTATEN VERRIJKINGSFACTOR PFSA	335
ILLUSTRATIE 6-24	VISUALISATIE RESULTATEN VERRIJKINGSFACTOR PFCA	336
ILLUSTRATIE 6-25	UITKOMST RADAR PLOTS	338
ILLUSTRATIE 6-26	BIPLOT PFAS-VERONTREINIGING	341
ILLUSTRATIE 6-27	SAMENSTELLING FACTOREN 1, 2 EN 3	343
ILLUSTRATIE 6-28	VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 1	344
ILLUSTRATIE 6-29	VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 2	345
ILLUSTRATIE 6-30	VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 3	346
ILLUSTRATIE 6-31	DEPOSITIEFLUXEN PFBA EN PFPA	348
ILLUSTRATIE 6-32	PERIMETER ARCHE STUDIE OP PFBA-KAART	349
ILLUSTRATIE 6-33	AFPERKING GRONDWATERVERONTREINIGING OP BASIS VAN PFBA	350
ILLUSTRATIE 6-34	AFPERKING GRONDWATERVERONTREINIGING OP BASIS VAN PFBS	351
ILLUSTRATIE 6-35	OMVANG ZONES PFOS-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)	353
ILLUSTRATIE 6-36	OMVANG ZONES PFOS-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)	354
ILLUSTRATIE 6-37	OMVANG ZONES PFOA-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)	355
ILLUSTRATIE 6-38	OMVANG ZONES PFOA-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)	356
ILLUSTRATIE 6-39	OMVANG ZONES PFAS-SOM-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)	357
ILLUSTRATIE 6-40	OMVANG ZONES PFAS-SOM-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)	358
ILLUSTRATIE 6-41	LIGGING DOORSNEDEPROFIELEN PFAS-VERONTREINIGING (2D)	359
ILLUSTRATIE 6-42	LIGGING DOORSNEDEPROFIELEN PFAS-VERONTREINIGING (3D)	359
ILLUSTRATIE 6-43	DWARSDOORSNEDEPROFIEL A-A' (PFOS)	359
ILLUSTRATIE 6-44	DWARSDOORSNEDEPROFIEL B-B' (PFOS)	360

ILLUSTRATIE 6-45 DWARSDOORSNEDEPROFIEL C-C' (PFOS)	360
ILLUSTRATIE 6-46 DWARSDOORSNEDEPROFIEL A-A' (PFOA)	361
ILLUSTRATIE 6-47 DWARSDOORSNEDEPROFIEL B-B' (PFOA)	361
ILLUSTRATIE 6-48 DWARSDOORSNEDEPROFIEL C-C' (PFOA)	361
ILLUSTRATIE 6-49 HORIZONTALE AFPERKING SOM PFAS-VERONTREINIGING IN HET ONDIEPE GRONDWATER	363
ILLUSTRATIE 6-50 HORIZONTALE AFPERKING SOM PFAS 20 EU DWRL-VERONTREINIGING IN HET ONDIEPE GRONDWATER	364
ILLUSTRATIE 6-51 DWARSDOORSNEDEPROFIELEN VOOR SOM PFAS	365
ILLUSTRATIE 6-52 DWARSDOORSNEDEPROFIELEN VOOR SOM PFAS 20 EU DWRL	366
ILLUSTRATIE 6-61 CONCEPTUEEL SITE MODEL	375
ILLUSTRATIE 7-1 BLOOTSTELLINGSROUTES IN S-RISK	389
ILLUSTRATIE 7-2 VERDELING PFAS-COMPONENTEN IN ZWEVEND STOF	395
ILLUSTRATIE 7-3 VERDELING PFAS-COMPONENTEN IN DEPOSITIE	396
ILLUSTRATIE 7-4 RELATIE GROND – EI CONCENTRATIE VOOR PFOS	403
ILLUSTRATIE 7-5 RELATIE GROND – EI CONCENTRATIE VOOR 4 EFSA	403
ILLUSTRATIE 7-6 RELATIE GROND – EI CONCENTRATIE VOOR PFSA-SOM	404
ILLUSTRATIE 7-7 RELATIE GROND – EI CONCENTRATIE VOOR PFAS-SOM	404
ILLUSTRATIE 7-8 LINEAIRE VERSUS EXPONENTIËLE EI-GROND RELATIE VOOR PFOS	406
ILLUSTRATIE 7-9 RELATIE CONCENTRATIE PFAS-SOM IN GROND EN GROETEN	409
ILLUSTRATIE 7-10 RELATIE CONCENTRATIE PFAS-SOM IN GROND EN FRUIT (MET OUTLIER)	410
ILLUSTRATIE 7-11 RELATIE CONCENTRATIE PFAS-SOM IN GROND EN FRUIT (ZONDER OUTLIER) 411	411
ILLUSTRATIE 7-12 RELATIE CONCENTRATIE PFAS-SOM IN GROND EN VOEDERGEWASSEN	412
ILLUSTRATIE 7-13 CONCEPTUEEL SITEMODEL	441

AKRONIEMEN EN AFKORTINGEN

Akroniemen	Beschrijving
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 (8:2 FTS)
AOF	Absorbeerbare organische fluor
b2PFHEP (6:2 diPAP)	bis[2-(perfluorhexyl)ethyl]fosfaat
BBO	Beschrijvend Bodemonderzoek
bPFDP (8:2 diPAP)	bisperfluorodecyl fosfaat

Akroniemen	Beschrijving
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	Perfluordodecaanzuur (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	Perfluoronanonzuur (PFNA)
PFNS	Perfluoronaansulfonzuur (PFNS)

Akroniemen	Beschrijving
PFOA	Perfluorooctaanzuur (PFOA)
PFODA	Perfluorootadecaanzuur (PFODA)
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide (FOSA)
PFPeA	Perfluoropentaanzuur (PFPeA)
PFPeS	Perfluoropentaansulfonzuur (PFPeS)
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur (PFTeDA)
PFTrDA	Perfluorotridecaanzuur (PFTrDA)
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur (PFUnDA)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu (Nederlandse autoriteit)
TFA	Trifluorazijn

DEEL 3 – RAPPORT

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). Het geactualiseerde BBO (het voorliggend rapport) spitst zich toe op de 3M site en de omgeving rondom de 3M site. Bij aanvang van de studie is in overleg met de OVAM afgesproken om gefaseerd te werk te gaan, en te starten met de actualisatie van het verontreinigingsbeeld voor het vaste deel van de aarde. In een tweede fase, die van start zou gaan vanaf wanneer de Oosterweel werken op Linkeroever afgerond zijn en een finale eindtoestand is bereikt van de lokale hydrogeologische situatie (einde werken verwacht voor 2025), zou de verontreiniging in het grondwater geactualiseerd worden.

In juli 2021 is in overleg met de OVAM de aanpak van de gevraagde actualisatie gewijzigd, in die zin dat omwille van prioriteitsstelling de eerste fase van het BBO zich dient toe te spitsen op het potentiële humane risico voor het off-site gebied in de zuidelijke omgeving van de 3M-site in Zwijndrecht, en dit met de nadruk op het residentiële en agrarische landgebruik dat dominant is voor dit gebied. Een afzonderlijk BBO-rapport diende te worden opgesteld voor de evaluatie van de PFAS-impact in het vaste deel van de aarde.

De deadline voor het indienen van dit 1^{ste} gefaseerde BBO was gevraagd voor 31 januari 2022 via een brief van 23 december 2021 (referentie BB-BEDR-SF-20220878288), waarin de OVAM 3M Belgium bv als exploitant op en eigenaar van de grond waarop de bodemverontreiniging tot stand is gekomen heeft aangemaand om een BBO uit te voeren. Na het vermelden van een kleine vertraging van het onderzoek aan OVAM heeft ERM dit eerste gefaseerd BBO ingediend op 10 februari 2022.

Volgend op het eerste gefaseerd BBO heeft ERM op 29 december 2022 een tweede gefaseerd BBO voor het vaste deel van de aarde ingediend bij de OVAM voor de bodemverontreiniging met PFAS-componenten in de woon- en landbouwgebieden ten zuiden van de E34 waar nog geen beslissing is genomen over de aard en de ernst van de bodemverontreiniging. Omdat OVAM geoordeeld heeft dat het rapport van het tweede gefaseerd BBO niet voldoet aan de standaardprocedure, heeft ERM op 31 maart 2023 een gewijzigd tweede gefaseerd BBO ingediend. In haar schrijven van 31 mei 2023 heeft de OVAM beslist dat bodemsanering nodig is voor de gemengd overwegend historische bodemverontreiniging met PFAS-componenten zoals beschreven in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO.

Voortbouwend op de gefaseerde aanpak voor het vaste deel van de aarde, is op 1 juni 2023 een derde en vierde gefaseerd BBO ingediend voor respectievelijk het gebied 'Linkeroever' en de natuurgebieden ten oosten en ten zuiden van de 3M site in Zwijndrecht. Beide rapporten voldoen volgens de OVAM evenwel niet aan de standaardprocedure daar de onderzoeken zich voornamelijk toespitsen op de verontreiniging van het vaste deel van de aarde, en zijn daarom niet goedgekeurd. Er dient te worden vermeld dat de integratie van alle onderzoeksgegevens door ERM voor de '3M fabriek en de omgevende gebieden', zoals gemeld in deze rapporten en vooraf aangekondigd aan de OVAM en andere betrokken stakeholders, voorzien is in het overkoepelende BBO (= dit voorliggend rapport)

Meer details over de ingediende rapporten, timing en reactie van OVAM kan men verder in dit hoofdstuk terugvinden.

Onderhavig rapport is het finale overkoepelende BBO, waarin uitspraak is gedaan over de PFAS-verontreiniging ontstaan ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site in Zwijndrecht voor zowel het vaste deel van de aarde als voor het grondwater voor de 3M site en de omgevende gebieden. Dit betekent dat in dit rapport uitspraak zal gedaan worden over het humaan-toxicologisch-, het verspreidings- en het ecotoxicologisch risico dat uitgaat van de PFAS-verontreiniging afkomstig van de activiteiten op de 3M-site. Op basis van deze evaluatie zal de saneringsnoodzaak voor het vaste deel van de aarde en het grondwater bepaald worden.

Sinds de opmaak van het eerste gefaseerd BBO (februari 2022) is er een nieuw tijdelijk handelingskader, opgenomen in het tweede rapport van opdrachtgever Prof. Karl Vranken¹, dat van toepassing is sinds 19 april 2022. Dit tijdelijk handelingskader bevat 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 2022². 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 voor 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 5 oktober 2022 heeft VITO een finale versie gepubliceerd van het nieuwe bindend normenkader voor PFOS en PFOA, wat op 16 december 2022 principiële goedgekeurd is door de Vlaamse regering. Nadat op 25 januari 2023 de dienst MER haar beslissing mededeelde dat er geen plan-MER vereist is voor het nieuwe tijdelijke handelingskader, heeft de Vlaamse regering op 7 juli 2023 dit tijdelijk handelingskader definitief goedgekeurd. Artikel 14 van deze beslissing vermeldt dat de bevoegde minister de datum zal bepalen waarop dit besluit in werking treedt. Tot op heden is nog geen datum bepaald, wat betekent dat tijdens de opmaak van onderhavig rapport dit nieuwe tijdelijke handelingskader nog niet van kracht is. Dit betekent dat er nog steeds gebruik zal gemaakt worden van het huidig vigerende handelingskader dat sinds 19 april 2022 van kracht is. Belangrijk om te vermelden is dat PFAS een niet-genormeerde parameter blijft, en dit ook bevestigd is in het tijdelijk handelingskader dat definitief op 7 juli 2023 is goedgekeurd, maar nog niet van kracht is.

Het PFAS-analysepakket voor grondmonsters en sedimentmonsters die door ERM zijn verzameld en ingezet voor analyse is in lijn met de CMA/3/D. De gebruikte versie is afhankelijk van het moment van staalname en analyse. De monsters die na 15 januari 2023 genomen zijn geweest zijn geanalyseerd volgens de versie van juli 2022. Oudere stalen zijn nog volgens de toen geldende CMA/3/D versie geanalyseerd. Voor de monsters geanalyseerd in de periode van 1 november 2022 tot 15 januari 2023 is de versie van november 2021 gehanteerd. Tot slot is

¹ Tweede tussentijds PFAS-rapport 'Van Kennis naar actie', van 29 maart 2022. [Van kennis naar actie. Tweede tussentijds rapport | Vlaanderen.be](#)

² 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](#)

voor de monsters geanalyseerd in de periode van 15 januari 2021 tot 1 november 2022 de versie van oktober 2020 gehanteerd.

Bij de inwerkingtreding van het CMA op 15 januari 2023 is de indeling kwantitatieve/indicatieve parameters gewijzigd, waarbij PFBSA, MePFBSA en PFHxSA zijn ingedeeld bij de kwantitatieve parameters. Dit betekent dat er sinds 15 januari 2023 in totaal 34 kwantitatieve - 6 indicatieve en 3 optionele PFAS-parameters gemeten worden. De omgang met de vertakte vormen van enkele PFAS-parameters is aangepast.

Het PFAS-analysepakket voor grondwatermonsters en oppervlaktewatermonsters die door ERM zijn verzameld en ingezet voor analyse is in lijn met WAC/IV/A/025. De gebruikte versie is afhankelijk van het moment van staalname en analyse. De monsters die na 15 januari 2023 genomen zijn, zijn geanalyseerd volgens de versie van december 2022. Oudere stalen zijn volgens de toen geldende WAC/IV/A/025 versie geanalyseerd. Voor de monsters geanalyseerd in de periode van 1 september 2022 – 15 januari 2023 is de versie van juli 2022 gehanteerd. Tot slot is voor de monsters geanalyseerd in de periode van 15 januari 2021 - 1 september 2022 de versie van november 2020 gehanteerd.

Naar analogie met de CMA, is bij de inwerkingtreding van het WAC op 15 januari 2023 ook de indeling kwantitatieve/indicatieve parameters gewijzigd, waarbij PFBSA, MePFBSA, MePFBSAA en PFHxSA kwantitatieve parameters zijn geworden. Dit betekent dat er nu ook 34 kwantitatieve - 9 indicatieve en 3 optionele PFAS-parameters gemeten worden.

Voor de parameters MePFOSA, EtPFOSA en PFHxS wordt bijkomend de lineaire en som lineaire en vertakte vormen gemeten en gerapporteerd.

Zoals beschreven in het Vlarebo³, omvat het doel van een BBO 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.

1.2 PROJECTGEBIED EN LIGGING VAN DE ONDERZOEKSLOCATIE

Het projectgebied waarop voorliggend geïntegreerd BBO betrekking heeft, is de 3M-fabriekssite zelf, samen met de ruime omgeving rondom deze site die verschillende landgebruiken kent. Ten noorden en ten westen is het gebruik voornamelijk industrie, met enkele grote chemische industrieterreinen zoals Arlanxeo, ExxonMobil, Borealis en Ineos. Ten oosten grenst het natuurgebied Blokkersdijk aan de 3M site. De overige natuurgebieden het Rot, het Vlietbos en Vredesbos en het Sint-Annabos liggen meer naar het oosten en ten zuiden van de 3M-site. Nog verder naar het oosten ligt het woongebied Linkeroever met een meer stedelijk karakter in vergelijking met de woongebieden in Zwijndrecht, Beveren en Kruikebeke. Deze drie gemeenten ten zuiden van de 3M-site kennen een meer landelijk karakter, waar het

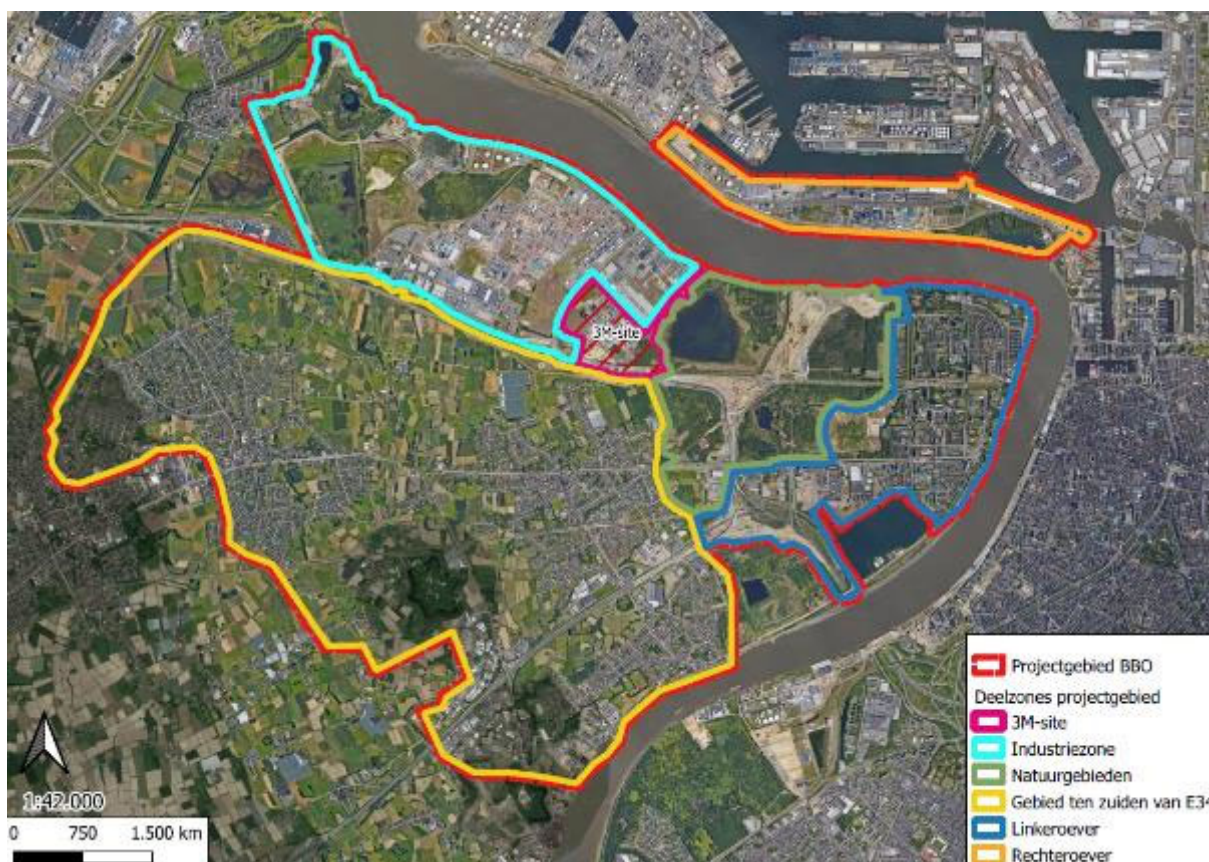
³ Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering, 2008, meest recente versie 1 september 2020

merendeel van de oppervlakte naast de stadskernen uit landbouwgebied bestaat. Tot slot is ook een kleine zone op de rechteroever van de Schelde toegevoegd aan het projectgebied, het industrie- en natuurgebied ten noord/noordoosten van de 3M-site.

Het projectgebied van onderhavig BBO beslaat een oppervlakte van circa 40 km², waarvan 2 km² op rechteroever en 38 km² op linkeroever.

De grenzen van het projectgebied voor dit BBO zijn weergegeven in Illustratie 1-1, aangeduid met een rode contour en weergegeven op Figuur 5. Binnen dit projectgebied zijn verschillende deelzones bepaald, zoals weergegeven in de legende op onderstaande illustratie. Het projectgebied op de topografische kaart en op het gewestplan is terug te vinden op respectievelijk Figuur 1 en Figuur 2.

ILLUSTRATIE 1-1 GRENZEN VAN HET PROJECTGEBIED



1.3 AANLEIDING EN DOELSTELLING VAN HET BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK

OVAM heeft 3M Belgium nv verzocht om een actualisatie uit te voeren van het BBO voor de 3M-site in Zwijndrecht en omgeving, opgesteld door Arcadis in 2006 en conform verklaard door de OVAM op 5 oktober 2006. Dit verzoek was opgenomen in een brief van 4 april 2019 (referentie BB-IKB-KUDH-20190174355), en was het gevolg van nieuwe kennis die opgedaan is over de risico's van PFOS, voortvloeiend uit een studie die de OVAM had laten uitvoeren rond de aanwezigheid van PFAS in Vlaanderen.

In haar brief van 23 december 2021 (referentie BB-BEDR-SF-20220878288) heeft de OVAM 3M Belgium bv als exploitant op en eigenaar van de grond waarop de bodemverontreiniging tot stand is gekomen, aangemaand om een beschrijvend bodemonderzoek uit te voeren. De doelstelling is het in kaart brengen van de bodemverontreiniging met PFAS die ontstaan is ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site, en het risico te bepalen rekening houdend met de nieuwe inzichten rond de parameters die deel uitmaken van deze stofgroep, met PFOS en PFOA de bekendste componenten.

1.4 GEBRUIKTE STANDAARDPROCEDURE

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

1.5 AANLEIDING EN OVERZICHT GEFASEERD BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK

Onderhavig rapport is het finale geïntegreerde BBO, bij aanvang van het onderzoek is met de OVAM overeengekomen om een gefaseerde aanpak binnen de actualisatie van het BBO te hanteren. Deze gefaseerde aanpak is hieronder kort toegelicht.

Gelet op de tijdelijk versturende impact van de Oosterweelwerken op de grondwatersituatie binnen het projectgebied van het BBO, is bij aanvang van de actualisatie van het BBO eind 2020 beslist om een gefaseerde aanpak te hanteren. Een eerste gefaseerd BBO zou ingediend worden voor het vaste deel van de aarde, gevolgd door een gefaseerd BBO voor het grondwater nadat de Oosterweelwerken, of toch deze werken met de grootste impact op de grondwatertafel, afgerond zijn en een stabiele hydrogeologische situatie is bereikt.

In juli 2021 is deze fasering voor het vaste deel van de aarde nog verder opgesplitst, met de vraag van OVAM om een eerste gefaseerd BBO in te dienen dat het humaan toxicologisch risico bepaalt voor het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de E34 op het grondgebied Zwijndrecht en Beveren.

Hieronder volgt een korte toelichting van de verschillende fasen van het BBO die reeds bij OVAM zijn ingediend, samen met de reactie van OVAM, met vermelding van de gefaseerde BSP's die al dan niet ingediend zijn.

1.5.1 EERSTE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

Het eerste gefaseerd BBO is ingediend op 10 februari 2022, met als projectgebied het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de E34 op het grondgebied Zwijndrecht en Beveren. Voor deze zone is het humaan-toxicologisch risico bepaald binnen woon- en landbouwgebied.

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 een volgend gefaseerd BBO moet ingediend worden vóór 1 december 2022, en dit voor de bodemverontreiniging met PFAS-componenten in het vaste deel van de aarde ter hoogte van 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 dezelfde 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 bodemsaneringsproject (BSP) is ingediend voor zone 1A.

In datzelfde schrijven heeft OVAM een opsomming gemaakt van de opmerkingen bekomen in de evaluatie van het ingediende BBO-rapport (zowel intern OVAM als door bevraging van andere overheden en experts), die in de verdere gefaseerde BBO's nader moeten bekeken worden. Deze opsomming staat verder in dit hoofdstuk opgelijst.

1.5.2 TWEEDE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

Op 30 november 2022 heeft ERM aan de OVAM aangegeven dat de termijn van 1 december 2022 niet haalbaar was voor het tweede gefaseerd BBO, en gevraagd om het rapport in te dienen op 19 januari 2023. In haar schrijven van 8 december 2022 (referentie BB-BEDR-SF-20220878288) legt OVAM op dat het gefaseerd BBO uiterlijk op 31 december 2022 ingediend moest worden.

Het tweede gefaseerd BBO is dan ook zoals opgelegd ingediend op 29 december 2022.

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.

Op 3 maart 2023 heeft 3M een aanmaning (referentie BB-BEDR-SF-20230146606) ontvangen van de OVAM om een nieuw gewijzigd BBO in te dienen tegen 31 maart 2023, voor de bodemverontreiniging met PFAS-componenten in het vaste deel van de aarde ter hoogte van 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 voorzorgsmaatregelen (referentie BB-BEDR-BVG-20230141652) opgelegd voor de zone waarvoor in het eerst gefaseerd BBO nog geen beslissing was. 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). Deze aanpak bestond in het opstellen van een vragenlijst met als doel het in kaart brengen van blootstellingsroutes via dewelke de bewoners binnen de zone nog blootgesteld zijn aan PFAS aanwezig in de bodem. De resultaten van deze bevraging, met uitwerking van voorstellen om deze blootstelling te vermijden in afwachting van eventuele bodemsaneringswerken zijn aan de OVAM overgemaakt op 31 oktober 2023. De voorbereiding voor de uitvoering van de voorgestelde concrete maatregelen om deze blootstelling op te heffen is lopende. In haar schrijven van 30 november 2023 (met referentie BB-BEDR-BVG-20230826514) is OVAM akkoord gegaan met deze maatregelen, en verwacht zij een update van de implementatie ervan voor 1 mei 2024.

1.5.3 GEWIJZIGD TWEEDE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

Op 31 maart 2023 heeft ERM het gewijzigd tweede gefaseerd BBO ingediend.

In haar schrijven van 31 mei 2023 (referentie BB-BEDR-BVG-20230266452) gaat de OVAM akkoord met de conclusies van het gewijzigd tweede gefaseerd BBO en is van oordeel dat de verontreiniging een ernstige bodemverontreiniging vormt en dat bodemsanering noodzakelijk is. Een gefaseerd bodemsaneringsproject moet opgesteld worden en uiterlijk ingediend worden op 1 oktober 2023. Tot slot stelt deze brief ook dat het besluit aangaande de voorzorgsmaatregelen van 3 maart 2023 niet gewijzigd wordt door de beslissing tot bodemsanering.

In haar schrijven van 29 september 2023 heeft 3M Belgium laten weten dat een gefaseerd BSP voor de zone 1B en 2 niet op 1 oktober 2023 zal ingediend worden, en verwijst hiervoor naar de planning en bijhorende argumentatie opgenomen in het masterplan voor de PFAS-verontreiniging, wat op vraag van OVAM door 3M is ingediend op 1 september 2023. De OVAM is in haar schrijven van 25 september 2023 niet akkoord gegaan met het Masterplan, en heeft nogmaals de timing van 1 oktober 2023 opgelegd zoals opgenomen in het Sitebesluit.

1.5.4 DERDE EN VIERDE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

Op 1 juni heeft ERM het derde gefaseerd BBO ingediend voor het projectgebied Linkeroever, waarbij de impact van de PFAS-verontreiniging voor het vaste deel van de aarde ontstaan ten gevolge van de 3M-activiteiten is geëvalueerd binnen het projectgebied Linkeroever. Rekening houdend met alle verzamelde gegevens in het vaste deel van de aarde en een research van andere mogelijke bronnen binnen het projectgebied Linkeroever is besloten dat de PFAS-verontreiniging binnen dat projectgebied niet het gevolg is van de 3M-activiteiten. Er is bijgevolg ook geen risico-evaluatie uitgevoerd.

Parallel met het derde gefaseerd BBO heeft ERM op 1 juni 2023 eveneens het vierde gefaseerd BBO voor het projectgebied natuurgebieden ten oosten en ten zuiden van de 3M-site ingediend. In dit vierde gefaseerd BBO is de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde afgeperkt en is een risico-evaluatie uitgevoerd, met een zeer uitgebreid luik voor het ecotoxicologische risico. Uit deze risico-evaluatie is gebleken dat er binnen het projectgebied een humaan toxicologische risico bestaat voor de zone net ten zuiden van de 3M-site, de zone Palingbeek, en een ecotoxicologische risico voor het ganse projectgebied, omwille van het risico op doorvergiftiging met PFAS.

In haar schrijven van 18 juli 2023 (met referentie BB-BEDR-BVG-20230487839) stelt OVAM dat zowel het derde als het vierde gefaseerd BBO niet conform de standaardprocedure voor BBO's zijn uitgevoerd omdat (1) enkel de verontreiniging in het vaste deel van de aarde is opgenomen in het rapport, (2) de risico-evaluatie niet volledig is opgemaakt omdat enkel de verontreiniging in het vaste deel is beschreven en (3) de voorwaarden voor een gefaseerde aanpak niet zijn vervuld omdat niet gemotiveerd is waarom het onderzoek beperkt is tot het vaste deel van de aarde. Tegelijk legt de OVAM op om een nieuw gewijzigd en geïntegreerd BBO in te dienen voor beide deelzones samen ten laatste op 1 oktober 2023.

Dit laatste gevraagde gewijzigd BBO voor deelzone Linkeroever en natuurgebieden is niet ingediend op 1 oktober 2023, de resultaten voor beide deelzones voor zowel het vaste deel van de aarde als voor het grondwater zijn, zoals is gemeld aan de OVAM in het masterplan en menig onderling overleg, opgenomen in onderhavig geïntegreerd BBO-verslag.

1.6 ANALYSERESULTATEN ERKEND LABORATORIUM EUROFINS

Op 28 september 2023 heeft het erkende laboratorium Eurofins aan ERM laten weten dat er in Vlaanderen 5 PFAS parameters foutief zijn gerapporteerd op de certificaten die zijn overgemaakt in de periode september 2022 – juli 2023, en dit voor zowel grond- als grondwaterstalen, gerapporteerd volgens respectievelijk de CMA/3/D en WAC/IV/A/025. Het betreft de parameters PFBA, PFHpA, PFDS, EtFOSAA en MeFOSAA, waarvoor stelselmatig een lagere concentratie is gerapporteerd in de eerste analysecertificaten.

Wat betreft de analyses die ERM heeft laten uitvoeren bij Eurofins voor onderhavig BBO zijn in totaal 5 certificaten voor grondstalen en 1 certificaat voor grondwater door Eurofins gecorrigeerd. In dezelfde periode heeft ERM meerdere certificaten ontvangen van Eurofins voor stalen die gebruikt zijn voor de evaluatie van PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater, maar Eurofins heeft bevestigd dat na correctie van de 6 als foutieve geïdentificeerde analysecertificaten alle aangeleverde data correct zijn. Deze bevestiging is terug te vinden in Bijlage 2. ERM heeft de correcties doorgevoerd in de EquIS databank, zodat in onderhavig rapport met de juiste parameterconcentraties gewerkt kan worden. Een deel van de foutief gerapporteerde resultaten zijn verwerkt in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO van 31 maart 2023, maar ERM heeft aan de OVAM laten weten dat de conclusie van dat rapport niet wijzigt na doorvoeren van deze correcties.

Zoals in de inleiding is aangegeven, maakt ERM ook gebruik van analysedata die door derden zijn verzameld en ter beschikking gesteld zijn aan ERM. Met uitzondering van ROTS (Sweco en Witteveen & Bos), de bodemsaneringsdeskundigen die werken in opdracht van Lantis, heeft ERM geen andere derde partijen gecontacteerd met de vraag of hun aangeleverde data gecorrigeerd diende te worden. ROTS heeft gecorrigeerde data doorgestuurd op 20 november 2023, maar gelet op de strikte deadline voor het indienen van onderhavig rapport was het niet mogelijk om alle data nog manueel in EquIS aan te passen. Dit betekent dat op kaarten waar concentraties zijn weergegeven voor sommige locaties mogelijk een onderschatting van bovenstaande parameters staat weergegeven. ERM is evenwel van mening dat deze eventuele onderschatting van bovenstaande parameters op bepaalde locaties geen invloed heeft op de conclusievorming van onderhavig rapport.

1.7 SITE BESLUIT

Om de PFAS-problematiek in de omgeving van de 3M-fabriek in Zwijndrecht op een efficiënte en geïntegreerde manier aan te pakken, heeft de Vlaamse Regering op 31 maart 2023 het sitebesluit 'PFAS 3M - Zwijndrecht'⁴ genomen. In dat sitebesluit zijn maatregelen rond bodemverontreiniging, gezondheid en natuurbescherming gebundeld. Dit is in werking getreden op 30 april 2023. De site omvat een gebied van 5 km rondom de perimeter van de 3M-fabriek in Zwijndrecht. In deze sectie is kort de relevante informatie voor dit rapport samengevat.

In tegenstelling tot een 'klassieke site, is het niet OVAM die een site-onderzoek uitvoert, maar dient 3M het beschrijvend bodemonderzoek uit te voeren. Onderhavig rapport is dit beschrijvend onderzoek.

⁴ [Sitebesluit site PFAS Zwijndrecht april2023 pmxs9h.pdf \(vlaanderen.be\)](#)

Ook het grondverzet dat plaatsvindt binnen de site is geregeld via het site besluit. Zo dient elke deskundige die een Technisch Verslag (TV) opmaakt een antwoord te geven op een 8-tal vragen zoals opgelijst in artikel 3 van het site besluit. Daarnaast is ook overleg vereist tussen de deskundige die het TV opmaakt en de deskundige van 3M, ERM, met name om na te gaan of het grondverzet een eventuele sanering die 3M moet uitvoeren niet in het gedrang brengt. Op deze manier heeft ERM een inzicht gekregen in de bodemkwaliteit binnen de sitebesluit perimeter, voornamelijk in het vaste deel van de aarde maar ook het grondwater. Dit inzicht is gebruikt voor de evaluatie van de bodem en grondwaterverontreiniging binnen het projectgebied.

Tot slot heeft het site besluit een timing opgelegd voor het indienen van gefaseerde onderzoeken en saneringsprojecten. Met het indienen van onderhavig rapport is voldaan aan de gevraagde onderzoeken volgens het site-besluit.

1.8 OPMERKINGEN OVAM OP EERSTE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

In haar reactie op het eerste gefaseerde BBO-verslag heeft OVAM een reeks opmerkingen geformuleerd die dienen bekeken te worden in de volgende fase(s) van het BBO. In onderstaande Tabel 1-1 zijn deze opmerkingen overgenomen, en is aangegeven of deze verwerkt zijn in eerdere rapporten en/of onderhavig BBO.

TABEL 1-1 OPMERKINGEN OVAM

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
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 milieucompartimenten 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 opdrachtgever Prof. Karl Vrancken over de toepassing van het voorzorgsbeginsel en van de EFSA 2020 waarden.		X	X
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.	Rekening gehouden bij uitwerking varianten		
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	Rekening gehouden bij uitwerking varianten		

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
in een latere fase gefaseerd moeten worden gesaneerd.			
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, ...		X	X
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 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.		X	X
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.		X	X (sectie 2.9)
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.		X	X
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		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).	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).

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
<p>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 intermediaren 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 van COC. Mogelijk moet de selectie van de COC nog uitgebreid worden.</p>			<p>(Toelichting precursoren in sectie 2.11.3)</p>
<p>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.</p>		<p>X (niet meer van toepassing (zie hierboven) (Toelichting precursoren)</p>	<p>X (niet meer van toepassing (zie hierboven) (Toelichting precursoren in sectie 2.11.3)</p>
<p>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.</p>		<p>X</p>	<p>X</p>
<p>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.</p>		<p>X</p>	<p>X (TOP assay uitgevoerd, toelichting in sectie 6.6)</p>
<p>Het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek vermeldt dat bijkomende gegevens beschikbaar zijn waarmee nog geen rekening werd gehouden (paragraaf 3.4). De</p>	<p>Nieuwe gegevens gebruikt voor</p>	<p>X (resultaten zijn toegevoegd in database)</p>	<p>X (resultaten zijn toegevoegd in database)</p>

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
resultaten van het bodemonderzoek moeten minstens getoetst worden aan gegevens die beschikbaar zijn uit andere bronnen.	bepaling vuilvracht		
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 (profielen opgemaakt die rekening houden met de windrichting).	X (profielen opgemaakt die rekening houden met de windrichting zie sectie 6.8).
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	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
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)	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	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		Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of groepen van PFAS-parameters. ⁵	Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of groepen van PFAS-parameters. ⁶

⁵ Code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS d.d. 15 mei 2022

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

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
achtergrondniveaus waarnaar verwezen wordt in de conclusies moeten verduidelijkt worden.			
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.		X	X
Er werd reeds een omvangrijke dataset opgebouwd. Verwerking van de dataset met klassiek statistische tools waaronder bijvoorbeeld multivariantanalyse en/of correlatiematrix in combinatie met de geostatistische analyse wordt aanbevolen om eventuele ruimtelijke tendensen te herkennen.		X (zie sectie 6.7)	X (zie sectie 6.7)
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.		Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of groepen van PFAS-parameters	Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of groepen van PFAS-parameters
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 moet de staalvoorbereiding (al dan niet wassen en/of schillen) verduidelijkt worden.		X	X
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		X (voor de analyses op levensmiddelen zijn er labo's geselecteerd die lagere detectielimieten halen)	X (voor de analyses op levensmiddelen zijn er labo's geselecteerd die lagere detectielimieten halen)

Opmerking geformuleerd door OVAM ⁽¹⁾	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in eerdere fases van het BBO	Verwerkt in onderhavig BBO
<p>vg (vlees, groenten en fruit). Er wordt aangeraden om bij toekomstige meetcampagnes van levensmiddelen een laboratorium te selecteren dat deze detectielimieten kan halen.</p>			
<p>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.</p>		<p>X (extra ei-analyses conform 'Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren' (OVAM, december 2017)</p>	<p>X (extra ei-analyses conform 'Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren' (OVAM, december 2017).</p>
<p>De resultaten van analyses van voedingsmiddelen moeten worden bezorgd en toegelicht aan de betrokken eigenaars en gebruikers.</p>	<p>Resultaten staalnames BBO zijn per brief bezorgd aan eigenaars en gebruikers.</p>	<p>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.</p>	<p>Resultaten recente staalnames zullen in de loop van 2024 aan de betrokken eigenaars en gebruikers worden bezorgd.</p>
<p>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 gemaakt van de bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes vanuit de bodem ten opzichte van de totale blootstelling aan PFAS.</p>		<p>Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.</p>	<p>Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.</p>
<p>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.</p>	<p>Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen</p>	<p>Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.</p>	<p>Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.</p>

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 onderhavig BBO.

1.9 TOELICHTING ELEMENTEN 2DE GEFASEERD BODEMONDERZOEK

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 onderzoeksfases en onderhavig BBO.

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
Met betrekking tot de soort, aard, hoeveelheid en concentratie van de verontreiniging		
<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 BBO te bereiken.</p> <p>De belangrijkste onderzoeksparameters zijn bij de start van het BBO opgelijst 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 respectievelijk 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 aan PFOS.</p>	<p>In onderhavig BBO is op een selectie van grond- en grondwaterstalen bijkomend een PFAS Top Assay analyse uitgevoerd. De evaluatie van deze TOP-assay resultaten is opgenomen in sectie 6.6.1.</p> <p>Deze test is uitgevoerd door Eurofins Zweden. Gelieve te noteren dat deze test niet erkend noch gecertificeerd is.</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>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</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 BBO 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 a fortiori wanneer de deskundige de decretale doelstellingen kan bereiken in overeenstemming met de codes van goede</p>	<p>Er zijn extra analyses van zowel het vaste deel van de aarde als grondwater 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>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<p>worden maar waar nodig afgeweken kan worden van de code.</p>	<p>praktijk. In dergelijke omstandigheden toch afwijken zou strijden met het Bodemdecreet. 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 de 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.</p>	
<p>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>	<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 & 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 & PFOS, welke steeds werden geanalyseerd.</p> <p>Zoals aangegeven op bladzijde 34 van het reeds ingediende gefaseerd BBO 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>In het kader van de veiligheidsmaatregel en voortvloeiend uit de voorzorgsmaatregel voor stofbeheersing zijn er emissiemetingen uitgevoerd in het kader van de risico-evaluatie van het EMDS-proces. Deze resultaten worden verder toegelicht in sectie 2.9.7.</p> <p>Voorts zijn er op de site ook PFAS-metingen uitgevoerd in zwendend stof, naar aanleiding van de verhoogde PFAS-concentraties in meetpunt ZD08 in de Neerstraat. De evaluatie van deze campagne is eveneens besproken in sectie 2.9.7.</p> <p>Zoals eerder aangehaald zijn er op een selectie van stalen extra PFAS TOP assay testen uitgevoerd.</p>
<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</p>	<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>Zoals eerder vermeld, zijn op een selectie van grond- en grondwaterstalen extra PFAS TOP assay testen uitgevoerd. Naast TOP Assay is op dezelfde stalen ook AOF voor grondstalen en EOF voor grondwaterstalen</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<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-concentratie 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 BBO, omdat de hoogste C8-gehalten (PFOS, PFOA en gemeten precursoren) zijn teruggevonden in de directe omgeving van de 3M-fabriek.</p>	<p>bepaald. De evaluatie van deze verschillende analyse naar eventuele andere specifieke PFAS-componenten is toegelicht in sectie 6.6.</p> <p>Het blijft 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>Met betrekking tot de bepaling van de oorsprong en omvang van de verontreiniging</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, heropwaaiing, 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</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 verstoorde omgeving van bijvoorbeeld Blokkersdijk.</p> <p>Het is duidelijk dat de aangetoonde 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, stofverwaaiing, de landbouwactiviteiten (bemesten, inploegen, gebruik van</p>	<p>In onderhavig BBO is de richtwaardecontour voor het vaste deel van de aarde voor het projectgebied 'woon- en landbouwgebieden ten zuiden van de E34' voor PFOS en som PFAS opnieuw bevestigd.</p> <p>In onderhavig BBO is nu ook de contour voor de PFAS-verontreiniging in het grondwater ten gevolge van de activiteiten van 3M bepaald.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<p>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 hoge en lage emissiebronnen (schouwen productie-eenheid versus waterzuivering en blustesten).</p>	<p>pesticiden/insecticiden, ...), het ruimen van beken en grachten (met al dan niet depositie van het geruimd slib op de oeversbanken), 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 driver 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 de uitspraak over het aandeel PFAS-uitstoot (waaronder PFOS) uit de schouwen en productie-eenheid – dat als zeer beperkt wordt ingeschat – enkel is gedaan voor de langere C6- en C8-PFAS-verbindingen. Grondwateronderzoek zal uitwijzen of de meer uitloogbare korte PFAS-verbindingen (zoals PFBA & PFBS) zich anders hebben verspreid. Het is evenwel zo dat deze kort uitloogbare 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 een 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: “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 BBO (of in een onderzoeksverslag) aan dat de verontreiniging op een andere grond tot stand kwam. U duidt het bronperceel of de bron van de verontreiniging aan en motiveert dit. Als er voor deze verontreiniging al</p>	<p>Het huidig BBO is een volledig BBO dat zowel de 3M-site als bronperceel als de omliggende terreinen omvat op dewelke de verontreiniging in grond en grondwater is tot stand gekomen ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site.</p> <p>Op basis van de verzamelde gegevens in zowel grond als grondwater, de evaluatie van de fingerprint van de verontreiniging, de ingestelde no-regretzones is het mogelijk om externe bronnen aan te duiden wat verder in dit rapport is toegelicht.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	<p>een bodemonderzoek is dan voegt u de relevante plannen toe aan het BBO.”</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.</p> <p>Maar zoals aangegeven in het gefaseerd BBO 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>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>Onderhavig BBO is een volledig BBO voor de site en zijn omgeving en maakt gebruik van alle beschikbare data om de impact van de activiteiten op de grond en het grondwater te bepalen.</p> <p>Met name de resultaten langsheen het Scheldepad in combinatie met de huidige PFAS-metingen in zwevend stof laten toe om de impact van atmosferische depositie toe te lichten.</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 onvoldoende onderbouwd dat de stijgingen het gevolg zijn van de aanwezigheid van 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>Zie tevens de voorgaande opmerkingen en commentaren m.b.t. het verspreidingsmodel en de relatie met 3M.</p>	<p>Het huidig BBO is een volledig BBO dat zowel de 3M-site als bronperceel als de omliggende terreinen omvat op dewelke de verontreiniging in grond en grondwater is tot stand gekomen ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site.</p> <p>Op basis van de verzamelde gegevens in zowel grond als grondwater, de evaluatie</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	<p>Zoals figuur 7 van het ingediende gefaseerd BBO 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 volledig 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>van de fingerprint van de verontreiniging, de ingestelde no-regretzones is het mogelijk om externe bronnen aan te duiden wat verder in dit rapport is toegelicht.</p>
<p>De densiteit 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 BBO, de resultaten van een vergelijkende campagne is met OVAM besproken en gevalideerd.</p> <p>Wij zien geen verklaring waarom deze aanpak goedgekeurd is voor zone 1A, maar plots niet aanvaardbaar zou zijn voor zone 1B en 2.</p> <p>Afname van de staalnamedensiteit met de afstand tot de 3M fabriek is logisch, gezien het gebied alleen maar groter wordt (>5 km²).</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 strategie 0-30 cm versus 0-15 cm is nogmaals verduidelijkt in het huidige BBO.</p> <p>Er zijn bijkomende grond en grondwaterstalen verzameld op verdere afstand van de site om de richtwaardecontour in het vaste deel van de aarde al dan niet te verfijnen.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<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 is nagegaan op welke locaties een 'normaal' verspreidingspatroon verstoord kan worden, bijvoorbeeld door nieuwe obstakels, gebouwen en dergelijke meer.</p> <p>De morfologie van het landschap is van ondergeschikt belang voor de verspreiding van de korte PFAS-ketens die meer mobiel zijn en nagenoeg uitsluitend in het grondwater terug te vinden zijn en dus makkelijker opgepikt kunnen worden op afstand van de depositie.</p> <p>Dit is verder toegelicht in sectie 2.9.8</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 verontreinigingsspots 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 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>Het huidig BBO is een volledig BBO dat zowel de 3M-site als bronperceel als de omliggende terreinen omvat op dewelke de verontreiniging in grond en grondwater is tot stand gekomen ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site.</p> <p>Op basis van de verzamelde gegevens in zowel grond als grondwater, de evaluatie van de fingerprint van de verontreiniging, de ingestelde no-regretzones is het mogelijk om externe bronnen aan te duiden wat verder in dit rapport is toegelicht.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	<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>Het gebruik van verrijksfactoren kan inderdaad een bewijs leveren over de aanwezigheid van andere bronnen van PFAS-verontreiniging. Er is enkel een figuur opgenomen met de verrijksfactor 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 verrijksfactoren 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>	<p>Het huidig BBO is een volledig BBO dat zowel de 3M-site als bronperceel als de omliggende terreinen omvat op dewelke de verontreiniging in grond en grondwater is tot stand gekomen ten gevolge van de activiteiten op de 3M-site.</p> <p>Op basis van de verzamelde gegevens in zowel grond als grondwater, de evaluatie van de fingerprint van de verontreiniging, de ingestelde no-regretzones is het mogelijk om externe bronnen aan te duiden wat verder in dit rapport is toegelicht.</p>
<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 staalmedichtheid. 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</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>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>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<p>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>Het erkende labo SGS was tijdens de eerste staalnamecampagne (in het kader van het eerste gefaseerd BBO) 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>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>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, Studie naar PFAS in lucht en deposities in de omgeving van 3M en Zwijndrecht, Mol, april 2022, 50).</p> <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</p>	<p>Dit is herschreven en verduidelijkt in het huidige BBO, zoals ook is opgenomen in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	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.	
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 hypothesen.	Het is niet duidelijk of de OVAM meent dat deze opmerking een aanpassing vereist, en zo ja welke.	Deze opmerking lijkt geen bijkomende actie te vereisen.
Met betrekking tot de mogelijkheid op blootstelling van mensen aan de verontreiniging		
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 niet samenvalt met de verontreinigingsgraad van de bodem (paragraaf 6.5.2.3).	Feitelijke mededeling die in lijn ligt met de bevindingen van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek. 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.	Er zijn verscheidene staalnamepogingen uitgevoerd om poriewater te bemonsteren en te analyseren, maar het was niet mogelijk om binnen het onderzoeksprogramma en =tijdsbestek dit succesvol en betrouwbaar te realiseren. Dit is verder toegelicht in hoofdstuk 4.
Het rapport is onduidelijk over het aandeel aan groentestalen waarin PFAS werd gemeten, mogelijk door de resultaten van de campagnes	Dat klopt, verder onderzoek is noodzakelijk zoals ook werd aangegeven in het beschrijvend bodemonderzoek.	In het huidige BBO is verduidelijkt welk aandeel van de analyses (2021) met hoge detectielimiet, en welk aandeel (2022) met

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<p>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>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>lage detectielimiet is uitgevoerd, zoals eerder in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO is toegelicht.</p> <p>Er zijn een beperkt aantal nieuwe gewasstalen genomen in Zwijndrecht in 2023, en de gewasstalen op Linkeroever zijn ook in dit rapport opgenomen.</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 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 verschillende studies waaronder deze van Ghisi et al. (2019) tegenstrijdige informatie geven.</p> <p>In het gefaseerd BBO 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</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, is in dit BBO verduidelijkt 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. Dit was eerder ook al toegelicht in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO-rapport.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	<p>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, is in dit BBO verduidelijkt dat er geen onderschatting is door de gehanteerde berekeningswijze. Dit was eerder ook al verduidelijkt in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO-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 BBO ook niet wie welke verontreiniging moet saneren of wie welke maatregelen moet nemen. Het is aan de OVAM om op basis van het BBO 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>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 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 gebruikadvies in de praktijk omgezet moet worden en wie</p>	<p>Het Bodemdecreet kent aan de erkend bodemsaneringsdeskundige niet de bevoegdheid toe om te bepalen hoe dit gebruikadvies 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>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<p>verantwoordelijk is voor het uitvoeren van deze staalnames.</p>		
<p>Met betrekking tot de risico-evaluatie</p>		
<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. 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: "Het is NIET de bedoeling dat via S-Risk risico-evaluaties voor andere PFAS-parameters worden uitgevoerd." Daarbij schrijft OVAM ook het volgende: "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."; specifiek voor GenX en/of ADONA is nog volgende vermeld: "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."</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zijn in dit BBO-kaarten met precursoren, PFHxA en PFBSA geïntegreerd met een beschrijving van de impact binnen het onderzoeksgebied. Deze kaarten waren eerder ook al toegevoegd in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO-rapport</p> <p>Er dient nogmaals benadrukt te worden dat het in lijn met de standaardprocedure niet de bedoeling is om individuele PFAS-componenten te evalueren.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
	<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: "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".</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 daaruit volgende sanering worden bepaald door het Bodemdecreet en 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 risico gebaseerde</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal dit in het besluit over de risico-evaluatie van het BBO nogmaals ter verduidelijking worden meegenomen. Dit was eerder ook al verduidelijkt in het rapport van het gewijzigd tweede gefaseerd BBO.</p> <p>2. Overleg met OVAM/AZG is noodzakelijk, maar dit overleg dient te kaderen binnen de context van het opstellen van een bodemsaneringsproject voor zone 1B en 2 dat op vraag van OVAM voor 1 april 2024 moet ingediend worden.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking vermeld in gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Acties uitgevoerd ikv huidig BBO
<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>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>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 BBO nogmaals ter verduidelijking worden meegenomen. Dit was eerder ook al verduidelijkt in het rapport van het gewijzigd tweede gefaseerd BBO.</p> <p>2. Overleg met OVAM/AZG is noodzakelijk, maar dit overleg dient te kaderen binnen de context van het opstellen van een bodemsaneringsproject voor zone 1B en 2 dat voor 1 april 2024 moet ingediend zijn bij de OVAM.</p>

2. SITUATIESCHETS

2.1 ALGEMEEN - BRONNEN

Voor de situatieschets is gebruik gemaakt van volgende gegevens:

- eerdere onderzoeksrapporten;
- digitale, openbare databanken (Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV), Portaal (vlaanderen.be));
- geopunt, (Kaart | Geopunt Vlaanderen);
- informatie verstrekt door 3M en opgenomen in het BBO van 2006 (Arcadis);
- interviews met het verschillende medewerkers van 3M Zwijndrecht;
- bezoeken ter plaatse;
- (historische) Luchtfoto's;
- informatie verstrekt door de OVAM, de gemeente Zwijndrecht, de stad Antwerpen & de gemeente Beveren;
- relevante informatie aanwezig in ontvangen technische verslagen opgesteld voor grondverzet binnen de site;
- gegevens op de PFAS-website Vlaanderen, informatie ontvangen van de brandweer Melsele, publicaties en resultaten van de Universiteit Antwerpen; en
- PROJECT-MER, Oosterweelverbinding, Deelrapport discipline Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie.

2.2 BESCHRIJVING VAN HET PROJECTGEBIED

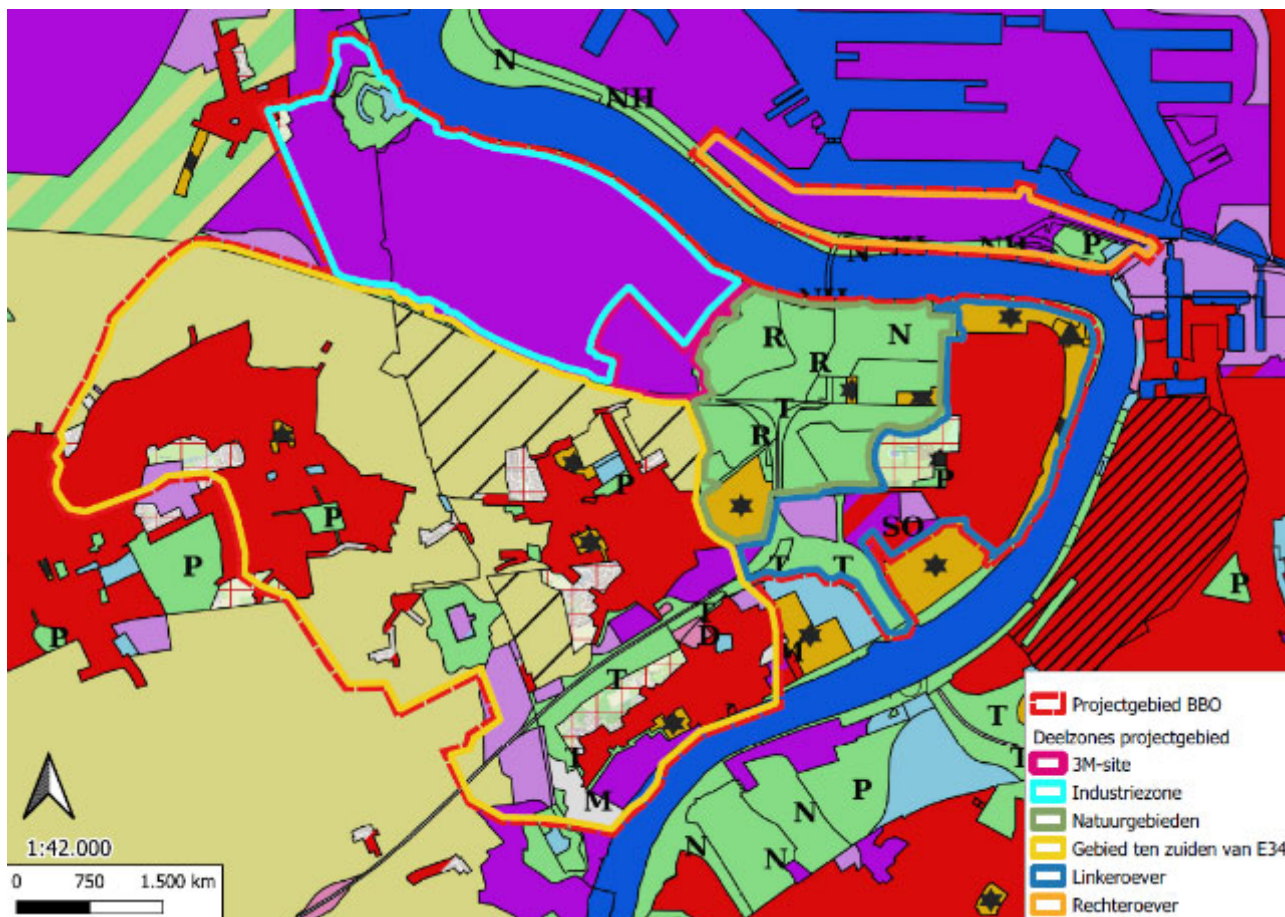
2.2.1 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET PROJECTGEBIED

Het projectgebied waarop voorliggend BBO betrekking heeft, bestaat uit:

- de 3M-fabriekssite, die deel uitmaakt van een groter industriegebied op de linkeroever van de Schelde;
- het industriegebied ten noorden en ten westen van de 3M-site;
- de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek (industriegebied volgens het gewestplan, dat in het kader van de Oosterweelwerken heringericht zal worden als natuurlijke corridor);
- het woon-, recreatie- en landbouwgebied ten zuiden van de 3M-site, inclusief de door OVAM aangegeven zone 1A, zone 1B en zone 2;
- de natuurgebieden ten oosten en zuidoosten van de 3M-site. Het betreft het natuurgebied Blokkesdijk, het Sint-Annabos, het natuureservaat het Rot en Middenvijver en het Vlietbos; en
- het woon-, recreatie-, industrie- en natuurgebied ten oosten van de 3M-site, met name het Antwerpse stadsdeel Linkeroever.

Een overzicht van het projectgebied op het gewestplan is weergegeven in Illustratie 2-1. Het onderzochte gebied omvat delen van de gemeenten Zwijndrecht, Beveren, Kruikeke en Antwerpen.

ILLUSTRATIE 2-1 GEWESTPLAN



2.2.2 RUIMTELIJKE UITVOERINGSPLANNEN BINNEN HET PROJECTGEBIED

Het omgevingsloket is geraadpleegd⁷ om na te gaan of er andere ruimtelijke verordenende plannen van toepassing zijn naast het Gewestplan binnen het projectgebied. Voor deze oefening is in het kader van voorliggend BBO in eerste instantie gekeken naar de gemeentelijke en gewestelijke ruimtelijke uitvoeringsplannen (RUP's) die samenvallen met een bemonsteringslocatie meegenomen in voorliggend BBO. Deze eerste aftoetsing volstaat op dit moment en is relevant gezien de toetsing van de resultaten ter hoogte van deze locaties dient te gebeuren aan het van toepassing zijnde bestemmingstype volgens het RUP.

Een volledige inventarisatie van de aanwezige RUP's zal worden uitgevoerd in het kader van de opmaak van het bodemsaneringsproject indien nodig.

Volgens drie gemeentelijke RUP's heeft er een relevante bestemmingswijziging plaatsgevonden. Tabel 2-1 specificeert de RUP's met hun wijziging in bestemmingstype. De locatie van deze RUP's is aangeduid op Illustratie 2-2. Deze wijzigingen zijn ook doorgevoerd in de EquIS database, zodat de resultaten aan het juiste bestemmingstype getoetst worden.

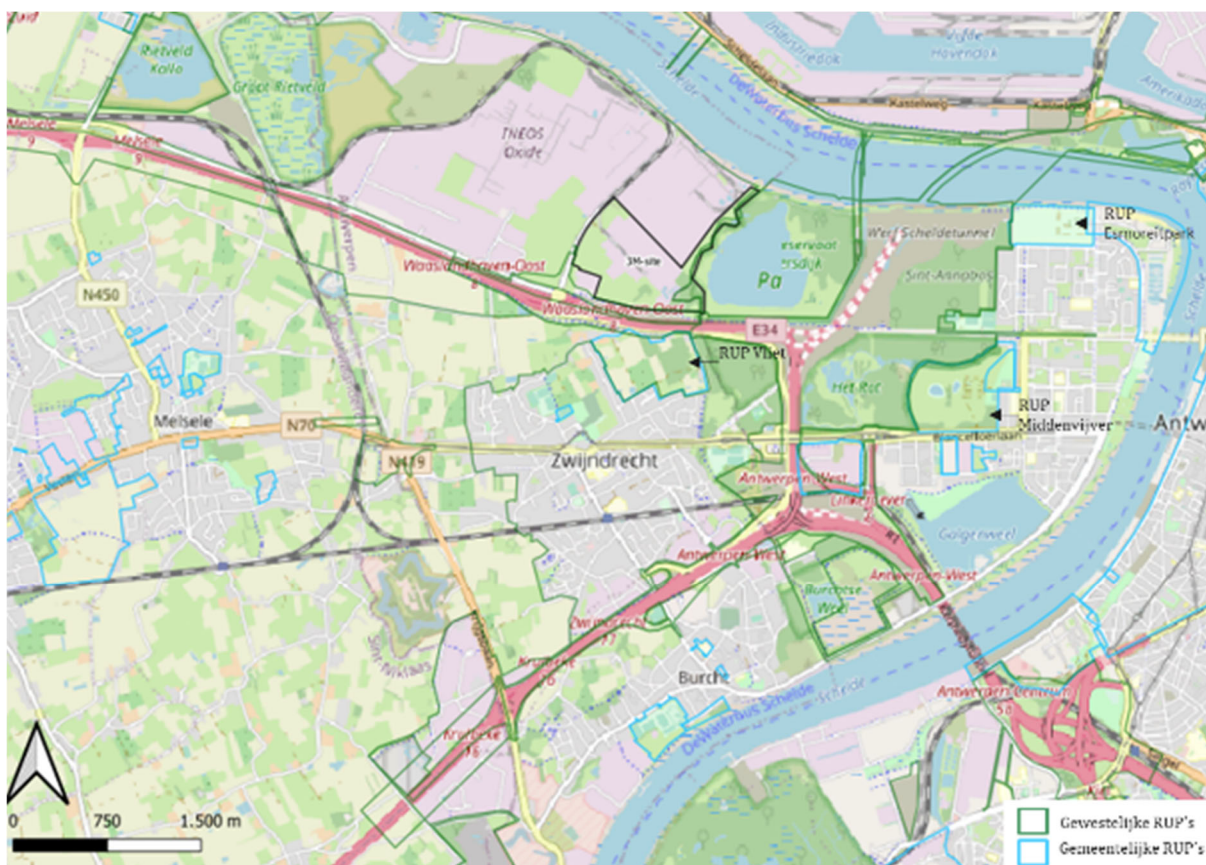
De gewestelijke RUP's zijn niet verder in detail bekeken omdat deze RUP's in het projectgebied reeds van voor 2000 in werking zijn. Het meest recente gewestplan dateert van 2000. Het is slechts vanaf 2000 dat bestemmingswijzigingen enkel vastgelegd worden in een RUP.

⁷ Geraadpleegd op 24 november 2023

TABEL 2-1 RELEVANTE RUP'S VAN TOEPASSING BINNEN HET PROJECTGEBIED

Perceel	Oorspronkelijk bestemmings type	Nieuw bestemmings type	Ruimtelijk uitvoerings plan (RUP)	Link
11056A-697K	Agrarisch gebied (II)	Woongebied (III)	Vliet	DSI - Detail - RUP Vliet (vlaanderen.be)
11056A-772/02C	Agrarisch gebied (II)	Woongebied (III)	Vliet	DSI - Detail - RUP Vliet (vlaanderen.be)
11056A-753R	Agrarisch gebied (II)	Woongebied (III)	Vliet	DSI - Detail - RUP Vliet (vlaanderen.be)
11056A-760G	Agrarisch gebied (II)	Woongebied (III)	Vliet	DSI - Detail - RUP Vliet (vlaanderen.be)
11813N0128/00 D000	Woongebied (III)	Groengebied (I)	Middenvijver	DSI - Detail - RUP MIDDENVIJVER (vlaanderen.be)
11813N0712/00 N008	Recreatiegebied (IV)	Groengebied (I)	Esmoreitpark	DSI - Detail - RUP ESMOREITPARK (vlaanderen.be)

ILLUSTRATIE 2-2 LOCATIE GEMEENTELIJKE RUP'S MET BESTEMMINGSWIJZIGING BINNEN HET PROJECTGEBIED⁸



⁸ Geraadpleegd op 24 november 2023

2.2.3 3M-SITE

De 3M-site in Zwijndrecht is gelegen in het Antwerps havengebied op de Linkeroever van de Schelde. Het bedrijfsterrein van 3M beslaat verschillende percelen, waarvan de productieactiviteiten zich beperken tot perceel 467E met een oppervlakte van circa 32 ha.

Op de 3M-site zijn verschillende productiegebouwen en tankenparken aanwezig. Op het oostelijke terreingedeelte bevindt zich de bedrijfsafvalwaterzuiveringsinstallatie.

Een inschatting op basis van een terreinbezoek (augustus 2023) en kleurenanalyse van de beschikbare luchtfoto's geeft aan dat tot ongeveer 61% van het oppervlak van perceel 467E verhard is, inclusief kiezels. Het overige deel is onverhard. Naar aanleiding van de stofmitigerende maatregelen die 3M in 2023 heeft genomen en die deel uitmaken van het stofmitigatieplan dat aan de OVAM is overgemaakt op 14 augustus 2023, is een braakliggende oppervlakte van ca. 11.500 m² geïdentificeerd die is afgedekt met worteldoek en verder afgewerkt met kiezels.

De overige percelen in eigendom van 3M zijn hoofdzakelijk onverhard (ca 28 ha).

Het zuidelijke gedeelte van het 3M-terrein is op het moment van opmaak van dit onderzoek ingericht als tijdelijke werfzone van Lantis in het kader van het Oosterweelproject.

2.2.4 INDUSTRIEZONE TEN NOORDEN EN WESTEN VAN 3M-SITE

Het projectgebied bevat eveneens het industriegebied ten noorden en ten westen van de 3M-site, voornamelijk gelokaliseerd op de linkeroever van de Schelde, en een klein gedeelte op de rechteroever ter hoogte van de Scheldelaan (rond de geplande Oosterweelknoop).

Deze zone op linkeroever die volgens het gewestplan is ingekleurd met bestemming industrie, heeft een totaaloppervlakte van circa 670 ha.

Circa 500 ha maakt effectief deel uit van een zone waar industriële toepassingen zijn. Hier zijn industriële bedrijven gevestigd met een ruim aanbod aan sectoren. Een niet alles omvattende lijst van de betreffende sectoren is: de productie en verwerking van petrochemicaliën tot olieproducten, polyethyleen, polymeren, kunstharsen en synthetische rubbers, de logistieke handeling en opslag van allerhande chemicaliën, onderhoud en herstelling van machines, etc.

Een inschatting op basis van een kleurenanalyse van de recente luchtfoto (augustus 2022) geeft aan dat tot ongeveer 55% van dit oppervlak bedekt is met verharding.

De overige 170 ha omvat de natuurgebieden 'vlakte van Zwijndrecht' (42 ha), 'Groot Rietveld' (80 ha) en 'Rietveld Kallo' (47 ha) die een aaneengesloten rietmoeras vormen. Het Rietveld Kallo maakt deel uit van de robuuste natuurkerngebieden rondom de haven van Antwerpen in het kader van de Europese Vogelrichtlijn.

De zone op rechteroever die deel uitmaakt van het projectgebied, en die volgens het gewestplan hoofdzakelijk onderdeel uitmaakt van een groter gebied ingekleurd met bestemming industrie, heeft een totaaloppervlakte van circa 210 ha. Hier zijn industriële bedrijven gevestigd met een gelijkaardig aanbod aan sectoren zoals op de linkeroever.

Een inschatting op basis van een kleurenanalyse van de recente luchtfoto (augustus 2022) geeft aan dat tot ongeveer 60% van dit oppervlak bedekt is met verharding.

2.2.5 GEBIED TEN ZUIDEN VAN DE 3M-SITE

Tussen de zuidelijke perceelsgrens van het 3M-terrein en de E34 is nog een landstrook aanwezig, waar de Palingbeek gelegen is. Deze landstrook is volgens het gewestplan ingekleurd als industriegebied, maar kent geen industrieel gebruik.

Als onderdeel van de Oosterweelwerken zal het gebied ten zuiden van de terreingrens van de 3M-site tot de E34-autosnelweg worden heringericht om een ecocorridor te creëren. Hierbij zal het tracé en de bedding van de Palingbeek minder steil en ecologisch waardevoller heraangelegd worden. Zoals meegedeeld door Lantis, zou het tracé van de Palingbeek naar het noorden worden verplaatst, nog steeds zuidelijk van het 3M-terrein. Dit is weergegeven op de illustratie hieronder, overgenomen van de Project Atlas Oosterweel.

ILLUSTRATIE 2-3 NIEUWE LIGGING PALINGBEEK VOLGENS PROJET ATLAS OOSTERWEEL



De dichtstbijzijnde woonwijk ten zuiden van de 3M-site ligt op 150-200 m van de zuidelijke grens van het 3M-terrein. Het Vredesbos (circa 9 ha) dat in het verlengde ligt van het Vlietbos, vormt een buffer tussen de industrie en bebouwde kom van Zwijndrecht. In het RUP Vliet is het gebied herbestemd als bosgebied. De woonzones bestaan meestal uit 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 het kader van het voorliggend 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. Er is wel reeds een bevraging gedaan in het kader van het besluit van de OVAM van 23 maart 2023 houdende voorzorgsmaatregelen voor woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht zone 1B en

zone 2 met als doel het in kaart brengen van de blootstellingsroutes via dewelke de bewoners binnen de zone nog blootgesteld zijn aan PFAS aanwezig in de bodem. De voorbereiding voor de uitvoering van de concrete maatregelen om deze blootstelling op te heffen is lopende.

Wat de moestuinen betreft, heeft ERM tijdens de eerdere staalnamecampagnes 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 m². Een impressie van de moestuinen aanwezig binnen het projectgebied kan teruggevonden worden op de foto's in Bijlage 3.

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

2.2.6 NATUURGEBIEDEN

Het projectgebied bevat het natuurgebied Blokkersdijk en het Sint-Annabos gelegen boven de N49 en de Charles de Costerlaan, en het natuurreservaat het Rot en het Vlietbos onder de N49 gelegen. Blokkersdijk, het Vlietbos en het Rot zijn beschermd als cultuurhistorisch landschap.

Blokkersdijk is een natuurgebied gelegen op de Antwerpse Linkeroever tussen de Schelde en de N49. Blokkersdijk is een belangrijk watervogelgebied dat Europees beschermd is als Natura 2000-gebied (vogelrichtlijngebied 'De Kuifeend en Blokkersdijk' (BE2300222)/ de Scheldeoeveren zijn habitatrichtlijngebied als onderdeel van 'Schelde en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent' (BE2300006)). Het gebied is sinds 1999 een beschermd natuurreservaat. Het totale gebied is 100 ha groot waarvan ongeveer de helft is ingenomen door water. Het natuurgebied is gesitueerd in de oorspronkelijke Borgerweertpolder. Het is een opgehoogd gebied met centraal gelegen een voedselrijke, ondiepe waterplas. Deze waterplas, die met een brede rietkraag wordt omzoomd, wordt door neerslag en kwelwater aangevuld.

Het Sint-Annabos is een bosgebied gelegen op de Antwerpse Linkeroever met een oppervlakte van 96 ha. Het betreft een aangeplant bos met voornamelijk canadapopulieren met ondergroei van vlier, Amerikaanse eik en paardenkastanje. Het bos fungeert als een groene buffer tussen de woongebieden op Linkeroever en de industrie op de Schelde-oeveren. Het heeft ook een recreatieve rol in een bosarm gebied, zo dient het als een speelbos.

Het Vlietbos is een natuurgebied gelegen op de grens van Antwerpen-Linkeroever en Zwijndrecht met een omvang van 32 ha. Het westelijk deel is een aangeplant bos, voornamelijk canadapopulier, het oostelijk deel is spontaan ontstaan en is een berken-wilgenbos. Door intensieve begrazing door konijnen evolueert het gebied niet veel verder. De landschappelijke waarde blijft dan ook beperkt, wel speelt het gebied een belangrijke rol als recreatie voor de inwoners van Zwijndrecht.

Het Rot is een natuurgebied van 80 ha gelegen op de Linkeroever. Het sluit zich aan bij het Vlietbos en het Sint-Annabos maar worden gescheiden door de snelwegen E17-E34. Het is gekend als vogelgebied met voornamelijk de aanwezigheid van blauwe reigers. Het Rot was oorspronkelijk een moerassig gebied dat deel uitmaakte van de Borgerweertpolder. Vanaf 1930 is het stelselmatig opgespoten met Scheldezand dat spontaan begroeide. Waar maar een dun laagje zand lag, zorgde de oorspronkelijke, kleiige ondergrond voor een natte bodem met enkele waterpartijen.

In 2007-2008 is het Rot heringericht om het ecologische potentieel van het gebied te verhogen. Het is nu een waardevolle en waterrijke natuurzone waar ook plaats is voorzien voor recreatie (fiets- en wandelpaden, kijkheuvels). In het Rot bevindt zich de Middenvijver, die tot voor kort een droog opgespoten gebied was. Het is deels afgegraven en omgevormd tot een waterrijk gebied. Het kreeg zo ecologische waarde waarbij broedvogelpopulaties en vegetaties een kans kregen. Bijkomende heeft dit gebied ook een recreatieve waarde, bijvoorbeeld als hondenzwemvijver.

Het meest westelijk deel van het Rot is tijdelijk ingericht als stiltegebied, met name tijdens de duur van de Oosterweelwerken.

2.2.7 LINKEROEVER

De dichtstbijzijnde woonwijk ten oosten van de 3M-site ligt op ongeveer 1,5 km van de oostelijke grens van het 3M-terrein. De woonzones bestaan meestal uit vrijstaande woningen, halfopen bebouwingen met twee of drie verdiepingen of grotere appartementsblokken. In het zuiden, langs de oever van de Schelde, bevindt zich een recreatiegebied met aansluitend een klein natuurgebied.

In vergelijking met Zwijndrecht, hebben maar een zeer beperkt aantal bewoners een moestuin, fruitbomen en/of een kippenren voor eigen gebruik. Op verschillende manieren is getracht om bereidwillige bewoners te vinden waar stalen genomen konden worden van gewassen of eieren, evenwel zonder succes. Bijgevolg ligt voor dit BBO de focus op de gemeenschappelijke moestuinen die wel konden worden bemonsterd.

Tijdens de staalnamecampagnes in deze gemeenschappelijke moestuinen heeft ERM vastgesteld dat de bewoners een grote variatie aan groenten en fruit telen, zoals peulvruchten, bladgroenten, wortelgewassen, en zacht/hard fruit. Een impressie van de gemeenschappelijke moestuinen aanwezig binnen het projectgebied kan teruggevonden worden op de foto's in Bijlage 3.

2.3 OMGEVINGSKENMERKEN BUITEN HET PROJECTGEBIED

Ten noorden van het projectgebied bevindt zich de kern van de haven van Antwerpen gelegen in het bestemmingstype industriegebied.

Ten oosten van het projectgebied bevindt zich op de rechteroever de stad Antwerpen met al zijn districten gelegen in hoofdzakelijk het bestemmingstype woongebied.

Ten zuiden van het projectgebied bevindt zich op de rechteroever van de Schelde de woonkern Hoboken, met bestemmingstype woongebied. Nog tussen de Schelde en Hoboken vinden er beperkte industriële activiteiten plaats en ligt de Hobokense Polder. Het natuurreserveaat is circa 170 ha groot.

Ten westen van het projectgebied liggen de woonkernen van Beveren en Kruibeke met bestemmingstype woongebied, omgeven door landbouwactiviteiten.

2.4 BOUWWERKZAAMHEDEN OOSTERWEEL

In de 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 2-4, zoals weergegeven op de website van Project Atlas, met details over de Oosterweelwerken⁹.

Op het moment van de opmaak van dit rapport zijn de werken op Linkeroever al ver gevorderd. Recent is men ook gestart met de graafwerken voor de Scheldetunnel. Hiervoor is ook een belangrijke bemaling opgestart, weliswaar binnen een afgesloten bouwkuip die tot op de Boomse klei is doorgezet met cement bentonietwanden, zodat de impact op de omliggende gebieden eerder beperkt is zoals verder in sectie 2.5 is toegelicht.

ILLUSTRATIE 2-4 GEBIED VAN OOSTERWEEL WERKEN



⁹ De figuur is te vinden via deze website: [Project Atlas | Oosterweelverbinding](#)

2.5 GEOLOGISCHE EN HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS

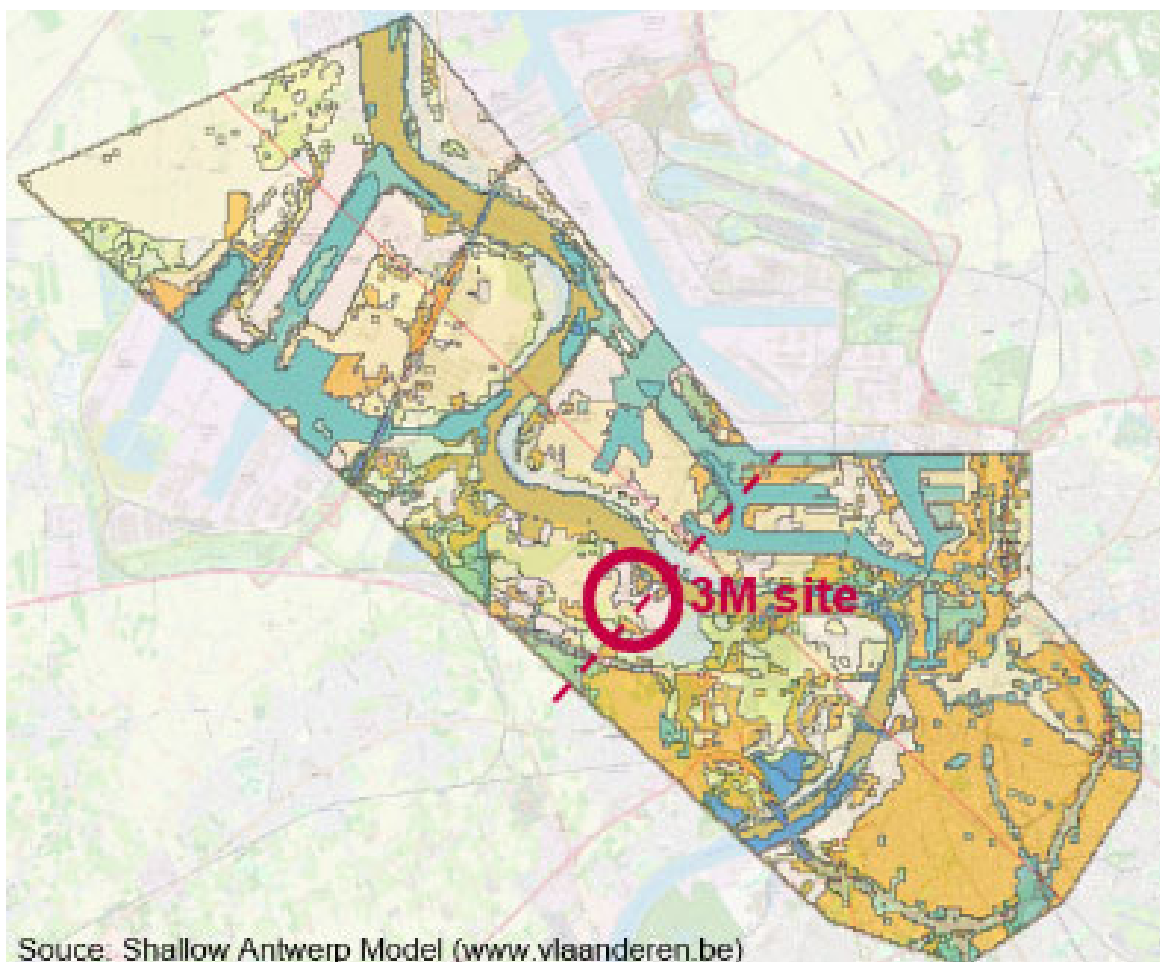
2.5.1 GEOLOGISCHE OPBOUW

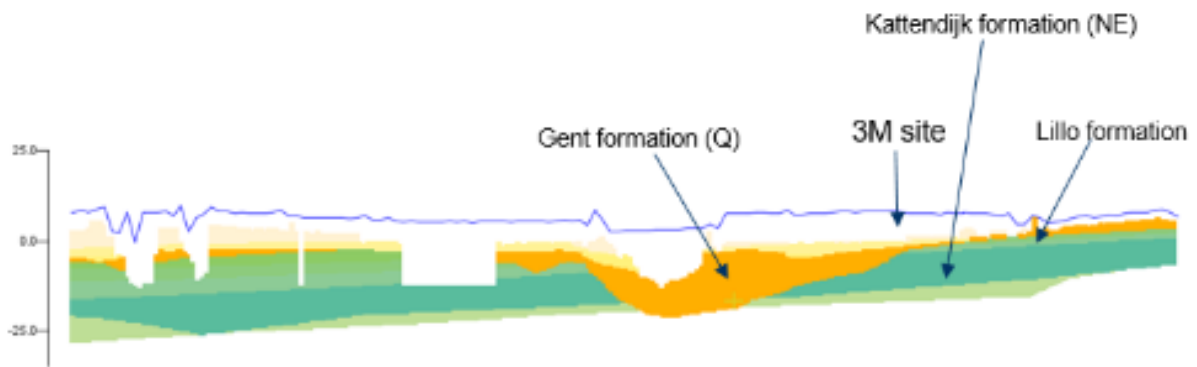
De hydrogeologische opbouw van de onderzoekslocatie is beschreven op basis van gegevens uit de DOV (dov.vlaanderen.be) en uit vroegere bodemonderzoeken. De verschillende lagen zijn samengevat in Tabel 2-2 en voorgesteld op Illustratie 2-5. Enkele lagen (bv. de formatie van Kattendijk) zijn niet over het gehele projectgebied aanwezig. Daarom zijn de dieptes in Tabel 2-2 per definitie bij benadering en bovendien variëren ze naargelang de locatie.

De Polderklei is aanwezig in het gebied grenzend aan de Schelde en strekt zich uit in het oosten van het projectgebied over Linkeroever, en in het noorden van het projectgebied over het 3M-terrein tot aan ongeveer de Palingbeek. De Polderklei wigt uit van noord naar zuid, verder zuidwaarts van de Palingbeek is de Polderklei niet meer aanwezig.

De zandige laag boven op de Polderklei is aangelegd terrein, ontstaan door ophoging bovenop de oorspronkelijke Schelde-overstromingsvlakte, om het terrein watervrij te maken. Deze antropogene zandlaag komt overeen met de 1ste aquifer, wat een freatische aquifer betreft, terwijl de sedimentaire zandlaag tussen de Boomse klei en de Polderklei overeenkomt met de 2^{de} aquifer, die halfgespannen is. Waar de Polderklei ontbreekt, verder naar het zuiden en westen in het projectgebied, vormt de sedimentaire zandlaag een ongedifferentieerde aquifer.

ILLUSTRATIE 2-5 PLAATSELIJKE HYDROGEOLOGISCHE STRUCTUUR





TABEL 2-2 HYDROGEOLOGISCHE SCHEMATISATIE

Benaderde diepte (m-mv)	Textuur	Heterogeniteit en gelaagdheid	Stratigrafie *	Doorlatendheid		Hydrogeologische laag ***
				Waarde (m/s)**	Beschrijving	
0-3	Matig fijn, zwak siltig zand, resten schelpen en hout, slib	Heterogeen – opgehoogd – niet continu aanwezig	Antropogeen		Watervoerend	1 ^e aquifer
3-3,5	Zwak siltige klei, sterk zandig	Heterogeen – opgehoogd – niet continu aanwezig	Antropogeen		Watervoerend	1 ^e aquifer
3,5-4,5	Matig fijn, zwak siltig zand	Heterogeen – opgehoogd – niet continu aanwezig	Antropogeen		Watervoerend	1 ^e aquifer
4,5-6	Vlakke klei	Klei- en veenlaagjes t.g.v. de getijden – niet continu aanwezig			Slecht-doorlatend	Polderklei
0-10 (ongedifferentieerd) 6-10 (2 ^e aquifer)	Fijn zand	Homogeen	Formatie van Vlaanderen (Boven Kwartair)	$1.0 \cdot 10^{-5}$ - $1.7 \cdot 10^{-5}$	Watervoerend	2 ^e aquifer / ongedifferentieerd
10-13	Zand	Bestaat voornamelijk uit eolisch dekzand	Formatie van Gent (Pleistoceen)	$9.8 \cdot 10^{-5}$ - $1.3 \cdot 10^{-4}$	Watervoerend	2 ^e aquifer / ongedifferentieerd
13-15	Zand	Kleiige bijmenging in het onderste gedeelte en met verschillende, duidelijke schelpenlagen.	Formatie van Lillo (Pliocene)	$5.8 \cdot 10^{-5}$ - $2.1 \cdot 10^{-4}$	Watervoerend	2 ^e aquifer / ongedifferentieerd
15-22	Zand	Donkergrijs tot groengrijs, fijn tot matig fijn, glauconiethoudend zand, zwak kleilig	Formatie van Kattendijk (Pliocene)	$4.6 \cdot 10^{-5}$ - $2.3 \cdot 10^{-4}$	Watervoerend	2 ^e aquifer / ongedifferentieerd
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)	$1.0 \cdot 10^{-10}$	Slecht-doorlatend	Boomse klei

* Stratigrafische benaming zoals gebruikt op databank ondergrond Vlaanderen

** Bron: SCK-CEN. Hydrogeologie van Noordoost-België. December 2013

*** Benaming conform BBO2006

Voor deze ophogingsactiviteiten zijn dijken rond het 3M-terrein aangelegd en het binnendijkse gebied is opgevuld met zandig baggermateriaal afkomstig van de Schelde. De "binnendijken" rond de productiesite van 3M zijn aangelegd tussen 1968-1972 en een tweede lijn van "buitendijken", naar het zuiden toe en grenzend aan de Palingbeek, is aangelegd tussen 1978-1982, zoals reeds te zien in de luchtfoto van 1978 in Illustratie 2-6. Deze ondergrondse dijken zorgen voor een "badkuip"-effect voor zowel het freatische grondwater als het regenwater. Het grondwaterniveau bevindt zich op ongeveer hetzelfde niveau als de top van de dijken rondom de 3M-site.

Op basis van inspectiesleuven (opgenomen in het rapport "Tweede tussentijds verslag bodemsaneringswerken – Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject, juli 2010-juni 2011, 3M Canadastraat 11 2030 Zwijndrecht" opgesteld door ERM in oktober 2011), blijkt dat de top van de ondergrondse dijken zich bevindt op een benaderende diepte van 50 cm onder het maaiveld. De dijken zelf bestaan uit een mengsel van zand en klei met organische materiaal en zijn aan de binnenzijde en de bovenkant omgeven met een plasticfolie, waardoor deze dijken een limiterend effect hebben ten aanzien van de grondwaterstroming.

Daarnaast zijn eveneens dijken rond de Blokkersdijk en langs de Schelde aanwezig, deze dateren uit de negentiende eeuw.

ILLUSTRATIE 2-6 LUCHTFOTO VAN 1978 MET INDICATIE VAN ONDERGRONDSE DIJKEN ROND DE 3M-SITE



2.5.2 GRONDWATERSTAND

De diepte van het freatische grondwater binnen het ganse projectgebied varieert tussen 0,30 en 6.72 m onder het maaiveld, op basis van grondwaterstanden die zijn verzameld tijdens verschillende bemonsteringscampagnes. De diepste grondwaterstanden zijn genoteerd in peilbuizen die op de Scheldedijk zijn geïnstalleerd.

Over het algemeen zijn de grondwaterstanden in de 1^{ste} freatische aquifer hoger dan in de 2^{de} halfgespannen aquifer, waardoor een verticale neerwaartse hydraulische gradiënt ontstaat.

De grondwaterstand in de 2^e aquifer wordt beïnvloed door getijdenwerking van de Schelde, waarvan de invloed afneemt naarmate de afstand tot de Schelde vergroot. Dit is gebaseerd op grondwaterstandgegevens die in 2002 en 2003 zijn verzameld en op recentere gegevens van divers geïnstalleerd in peilbuizen door Lantis.

2.5.3 GRONDWATERSTROMINGSRICHTING

Voor de studie van de grondwaterstromingsrichting binnen het projectgebied van het huidige gefaseerd BBO zijn verschillende bronnen geraadpleegd. Vooreerst is de grondwaterstroming beschreven in het BBO van 2006 (Beschrijvend Bodemonderzoek 3M, Haven 1005, Arcadis, Ref. 11/003094, juni 2006). Verder is in het MER-deelrapport voor bodem en grondwater, opgesteld door Antea voor de Oosterweelwerken op Linkeroever in opdracht van BAM¹⁰, het projectgebied van het voorliggende BBO grotendeels opgenomen in een grondwatermodel. Tenslotte heeft ERM in opdracht van 3M gewerkt aan een eigen grondwatermodel voor het 3M-terrein en zijn wijdere omgeving, waarvan een eerste versie beschreven is in een memo van ERM in opdracht van 3M naar OVAM¹¹. Op basis van de nieuwe onderzoeksresultaten van onderhavig gefaseerd BBO is dit grondwatermodel verder verfijnd, zoals nader beschreven in sectie 5.6.

Ter hoogte van het 3M-terrein is de freatische grondwaterstroming in de 1ste aquifer beschreven in zuidoostelijke richting naar de Palingbeek, met een lokale invloed van het aanwezige 'pump and treat' systeem (P&T). Dit saneringssysteem is in 2011 opgestart in de twee bronzones (gebouw 016 en WZI) met organische fluorverontreiniging in grondwater (Eerste gefaseerd Bodemsaneringsproject, Arcadis, Ref. 11/003460, oktober 2008). Hierbij wordt grondwater onttrokken en vervolgens via collectorleidingen en de chemische riolering afgevoerd naar de bedrijfsafvalwaterzuiveringsinstallatie van 3M. De laatste jaren waren er tien pompputten actief, drie nabij gebouw 16 en zeven ter hoogte van de waterzuiveringsinstallatie (WZI). De filterstellingen variëren van 2 tot 7 m-mv, boven de top van de Polderklei. De locatie van de pompputten (PP) staat weergegeven op onderstaande illustratie.

¹⁰ ProjectMER Infrastructuurwerken Linkeroever, deelrapport Discipline Bodem en Grondwater, 3 juni 2016 opgesteld door Antea in opdracht van BAM

¹¹ 3M Zwijndrecht, België: kleine wijziging op het bodemsaneringsproject van 2008 - conceptueel ontwerp van een hydraulische barrière om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek te beheersen. Ref. M001-0639659-v2.0, juni 2022

ILLUSTRATIE 2-7 LOCATIE POMPPUTTEN P&T SYSTEEM



Rode lijn: Indicatie ligging ondergrondse dijken

In het grootste deel van het projectgebied is de algemene grondwaterstroming in de 2^{de} aquifer en in de ongedifferentieerde aquifer naar de Schelde, in noordelijke en oostelijke richting. Lokaal is de grondwaterstroming sterk beïnvloed door de oppervlaktewaters die binnen het projectgebied aanwezig zijn. Zo is ten zuiden en zuidwesten van het 3M-terrein (zone 1A, zone 1B en zone 2) de voornaamste grondwaterstromingsrichting naar het noorden, in de richting van de Palingbeek en de Karperreed. Het gebied tussen de R1, E17 en E34 is beïnvloed door de afwatering van de Vlietbosbeek, Laarbeek, en het oppervlaktewater en de vijver in het Rot en de Middenvijver. Verder zijn er aanwijzingen dat de Blokkersdijkvijver instromend grondwater kan ontvangen vanuit het westen.

2.5.4 GRONDWATERWINNINGEN, WATERWINGEBIEDEN EN BESCHERMINGSZONES

In het projectgebied en in een straal van 500 m rondom het projectgebied zijn er tal van vergunde huidige en voormalige grondwateronttrekkingsputten aanwezig. De huidige en voormalige onttrekingsputten (paarse symbolen) zoals beschikbaar op de DOV-website zijn weergegeven in Illustratie 2-8.

De gemiddelde onttrekkingsdiepte ligt tussen 5 en 20 m-mv. Enkele onttrekkingen gaan tot de Boomse klei.

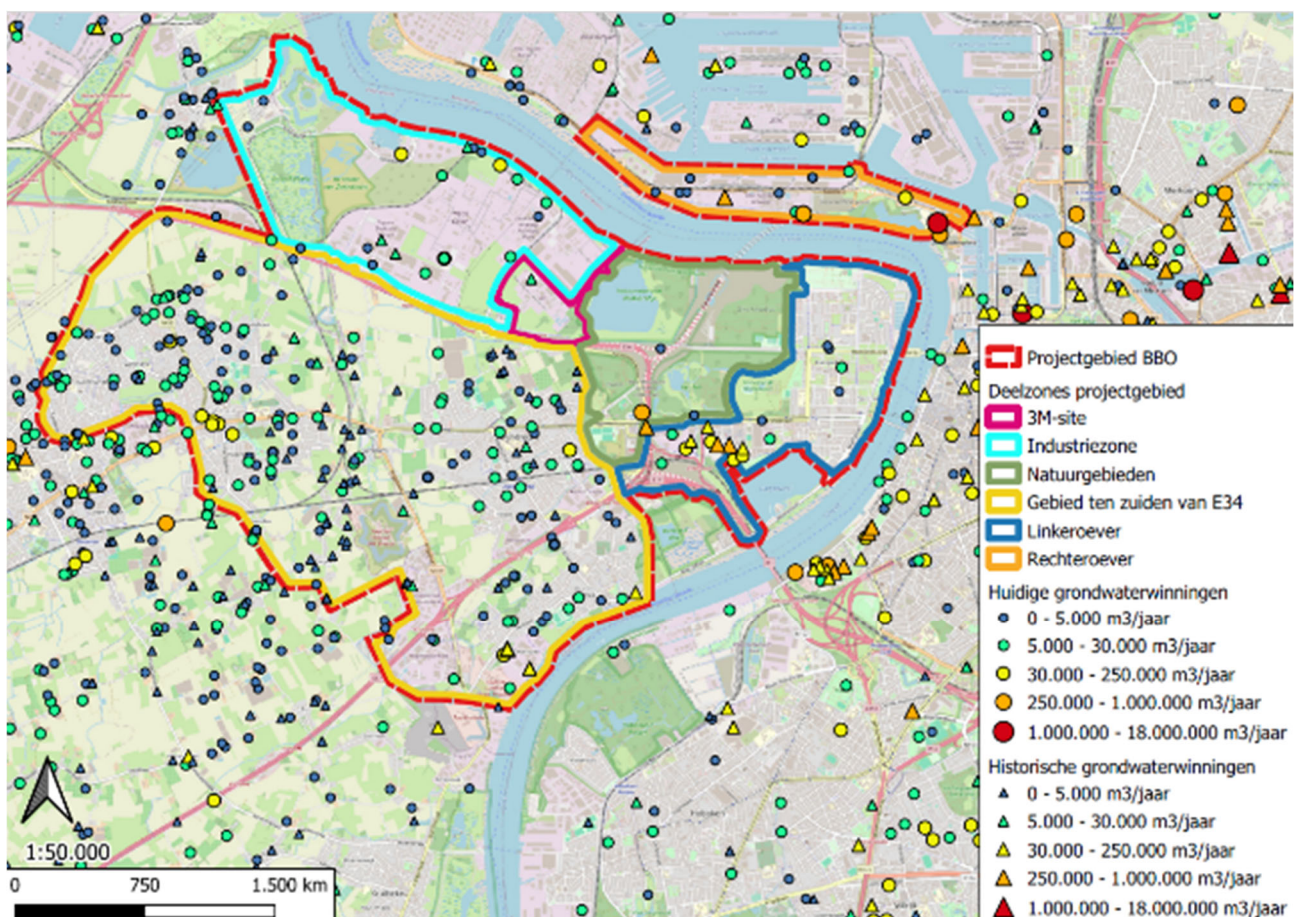
Een uitdraai van de vergunde onttrekkingsdebiëten is opgenomen in Bijlage 4. Gebaseerd op informatie verzameld tijdens de bemonsteringscampagne, en gedocumenteerd in het rapport van de biomonitoring, uitgevoerd door AZG in 2021, wordt het grondwater in het projectgebied hoofdzakelijk gebruikt voor irrigatie van (moes)tuinen, voor het schoonmaken (auto's,

bestrating, ...), het vullen van zwembaden en voor eigen gebruik. Kortstondige grondwateronttrekkingen komen soms voor als gevolg van bouwwerkzaamheden (woningbouw, installatie of reparatie van riolering, ...) binnen het ganse projectgebied.

De recent opgestarte bemaling ter hoogte van de nieuw te bouwen Scheldetunnel in het kader van de Oosterweelwerken is hier nog niet mee in opgenomen. Nadat een gesloten cementbentonietwand is geplaatst, is binnen deze waterkerende wand een bemaling gestart om deze kuip in den droge te ontgraven. Het vergunde debiet voor deze werken is 200 m³/u. Aangezien deze bemaling binnen de gesloten kuip plaatsvindt, zal volgens de aannemer die de bemaling uitvoert de impact op de omliggende grondwatertafel eerder beperkt zijn, met verlagingen tot maximaal 30 cm.

Op vraag van Natuurpunt wordt het gezuiverde opgepompte grondwater geloosd in Blokkersdijk, op momenten dat de grondwaterstand van de vijver te laag is. Dit lozen gebeurt met andere woorden enkel op uitdrukkelijke vraag van Natuurpunt, en geschiedt via een aangelegde 'wetland' constructie aan de oostelijke zijde van de vijver zodat het grondwater langzaam kan toekomen in de Blokkersdijkvijver. Op andere momenten wordt het gezuiverde grondwater geloosd op de Schelde.

ILLUSTRATIE 2-8 ONTTREKKINGSPUNTEN IN/ROND HET PROJECTGEBIED



Volgens de website van de DOV zijn er geen drinkwaterwingsgebieden of bijbehorende beschermingszones gelegen in het projectgebied. De dichtstbijzijnde winningsgebieden liggen

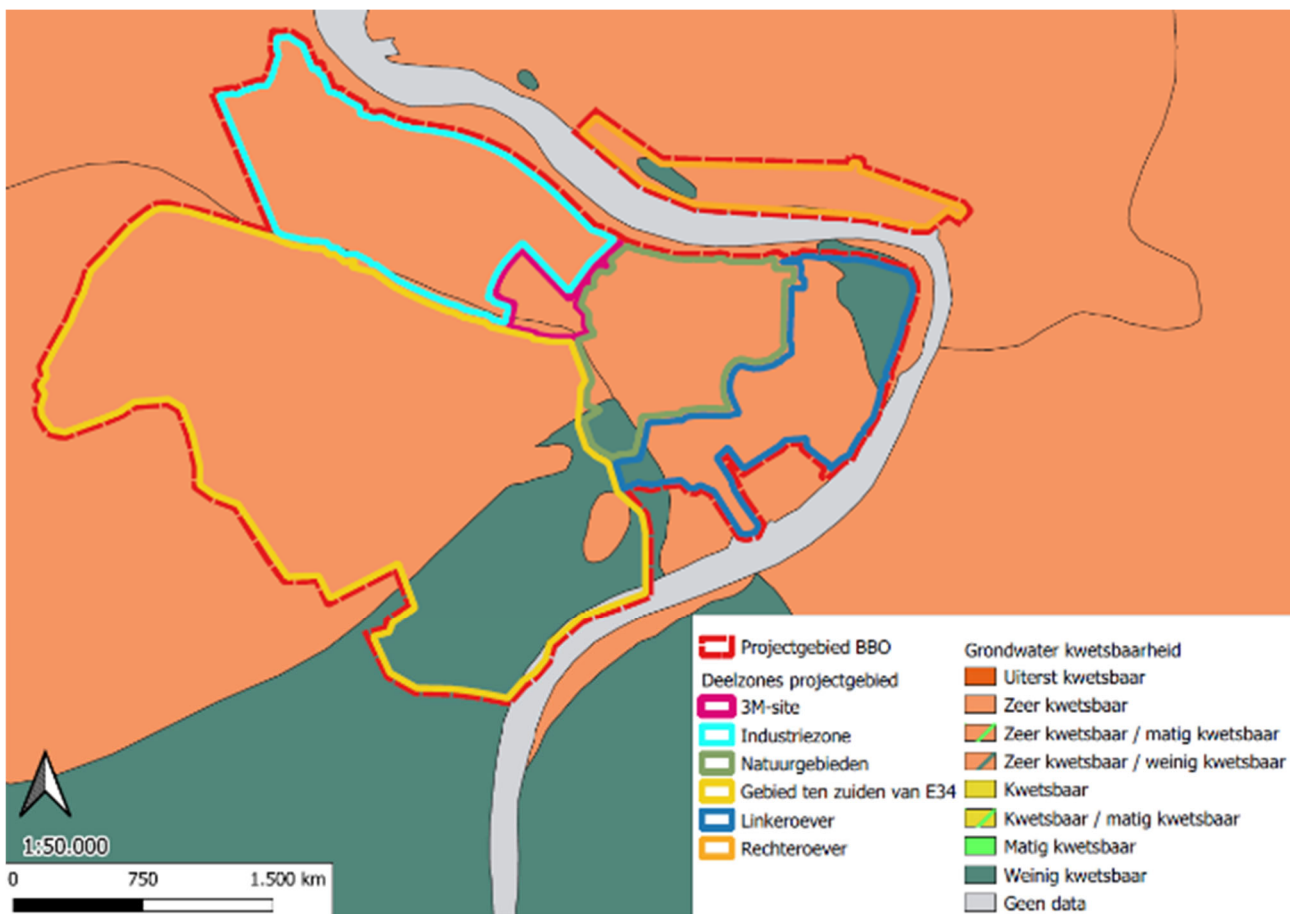
aan de andere kant van de Schelde (rechteroever) aan de noordoostkant van de stad Antwerpen, op 11 km afstand in Brasschaat en op 13 km afstand in Kapellen.

2.5.5 GRONDWATERKWETSBAARHEID

De grondwaterkwetsbaarheid van een gebied is een code die het risico op verontreiniging van het grondwater in de bovenste watervoerende laag aangeeft. Volgens Geopunt is het grootste deel van het projectgebied aangeduid als zeer kwetsbaar: categorie Ca1 (bruin gebied op onderstaande illustratie), waarbij een zandige toplaag niet is afgedekt door een afsluitende (slecht doorlatende) laag, de onverzadigde zone zich binnen 10 m vanaf het oppervlak bevindt, en het grondwater zandig/verzilt is. De regionale grondwaterkwetsbaarheid is weergegeven in Illustratie 2-9.

Enkel in het noordoostelijk en zuidelijk deel van het projectgebied is er volgens Geopunt sprake van een lage kwetsbaarheid (code Cc), omwille van een kleiige deklaag boven een zandige watervoerende laag. In het zuidelijk deel tonen boorprofielen van de DOV inderdaad de aanwezigheid van een kleiige bovenlaag, maar in het noordoostelijk deel daarentegen is dat in de boorprofielen van de DOV niet terug te vinden.

ILLUSTRATIE 2-9 KWETSBAARHEID VAN HET GRONDWATER (GEOPUNT)



Op basis van de veldmetingen tijdens de grondwaterbemonstering is er effectief sprake van zoutwater intrusie. De gemeten conductiviteit in peilbuizen tot een diepte van 10 m-mv varieert tussen 120 – 6.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In de peilbuizen dieper dan 10 m-mv varieert de

elektrische conductiviteit tussen 4.000 en 8.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dit lijkt gerelateerd aan de invloed van brak/zoutwater.

2.5.6 OPPERVLAKTEWATER

Binnen het projectgebied zijn de volgende oppervlaktewaters aanwezig:

- de Schelde is het grootste oppervlaktewater nabij het gebied, zij begrenst het onderzoeksgebied in het noorden en het oosten;
- de Palingbeek die haar oorsprong heeft ten zuiden van de 3M-site en in oostelijke richting stroomt en uitmondt in de Schelde;
- de Tophatgracht is aanwezig op de grens tussen gebied Blokkersdijk en Sint-Annabos;
- 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), Laarbeek, Slijkhoekbeek, Vlietbosbeek, Zwaluwbeek,...;
- de Blokkersdijkvijver; en
- de Middenvijver, in het zuidelijk deel van het projectgebied in het Rot, die via de Tophatgracht uitmondt in de Schelde.

De bodem van de Schelde in de omgeving van de 3M-site ligt ongeveer -10 tot -15 m onder de zeespiegel (TAW). Dit betekent dat de gehele dikte van de 1^{ste} aquifer in het projectgebied wordt doorsneden door de Schelde en de rivierbedding zich in de 2^{de} aquifer bevindt. Langs de oevers van de Schelde is een systeem van dijken aanwezig om het land tegen overstromingen te beschermen. Ze zijn vóór de verstedelijking van het gebied aangelegd op het oorspronkelijke maaiveld, dat ongeveer overeenkomt met de bovenkant van de Polderklei. De dijken verminderen de directe wateruitwisseling tussen de 1^{ste} aquifer en de Schelde, terwijl er wel een wateruitwisseling tussen de Schelde en de 2^{de} aquifer kan zijn door de afwezigheid van ondoorlatende structuren (oevers of dijken) onder de Polderklei.

Op basis van de algemeen beschikbare¹² hydrologische gegevens vertoont de Schelde dagelijkse getijdschommelingen, met een waterstand die varieert van circa 0 tot 5 m TAW, met een gemiddelde waarde van circa 3 m TAW.

Op ongeveer 1,6 km van de oostgrens van de 3M-site mondt een deel van het grachtenstelsel uit in de Schelde, via de Tophatgracht/Palingbeek. Hier wordt momenteel niet actief gepompt, maar stroomt het water van de gracht naar de Schelde door de zwaartekracht, wanneer de rivierstand lager is dan 1,4 m TAW.

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.

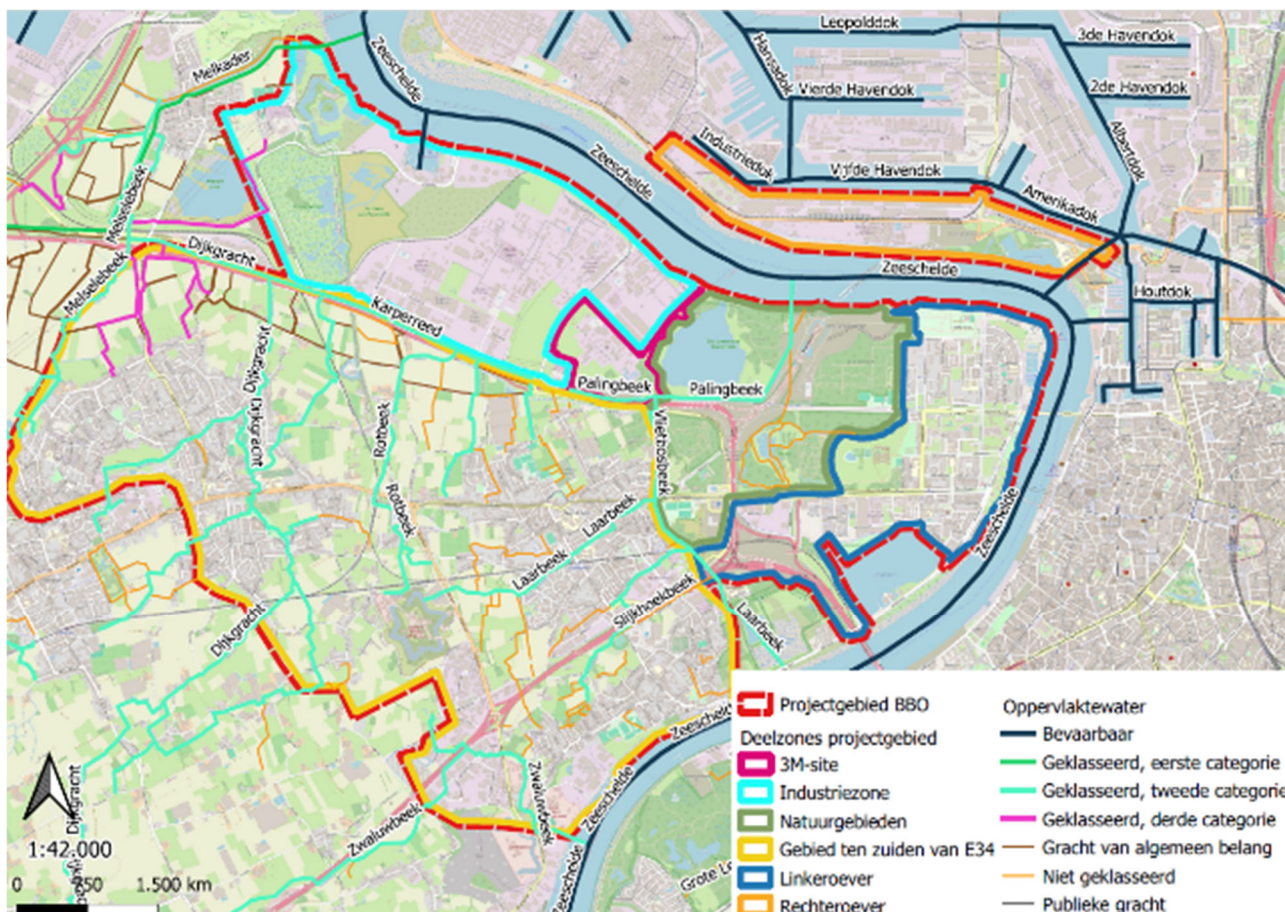
Ter hoogte van de Scheldetunnel zal ook een nieuw Broekbos aangelegd worden, wat voorzien is als een nat bos, met als doel om zoveel als mogelijk water te bufferen.

¹² <https://www.waterinfo.be/kaartencatalogus>

De oppervlaktewaters zullen waarschijnlijk allemaal een drainerende werking hebben op het ondiepe grondwater en deels ook op de tweede dieper gelegen aquifer.

Een kaart met de oppervlaktewaters en de bijbehorende categorie, evenals de contouren van het projectgebied, is weergegeven op onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 2-10 OVERZICHT VAN DE OPPERVLAKTEWATERLICHAMEN IN HET PROJECTGEBIED



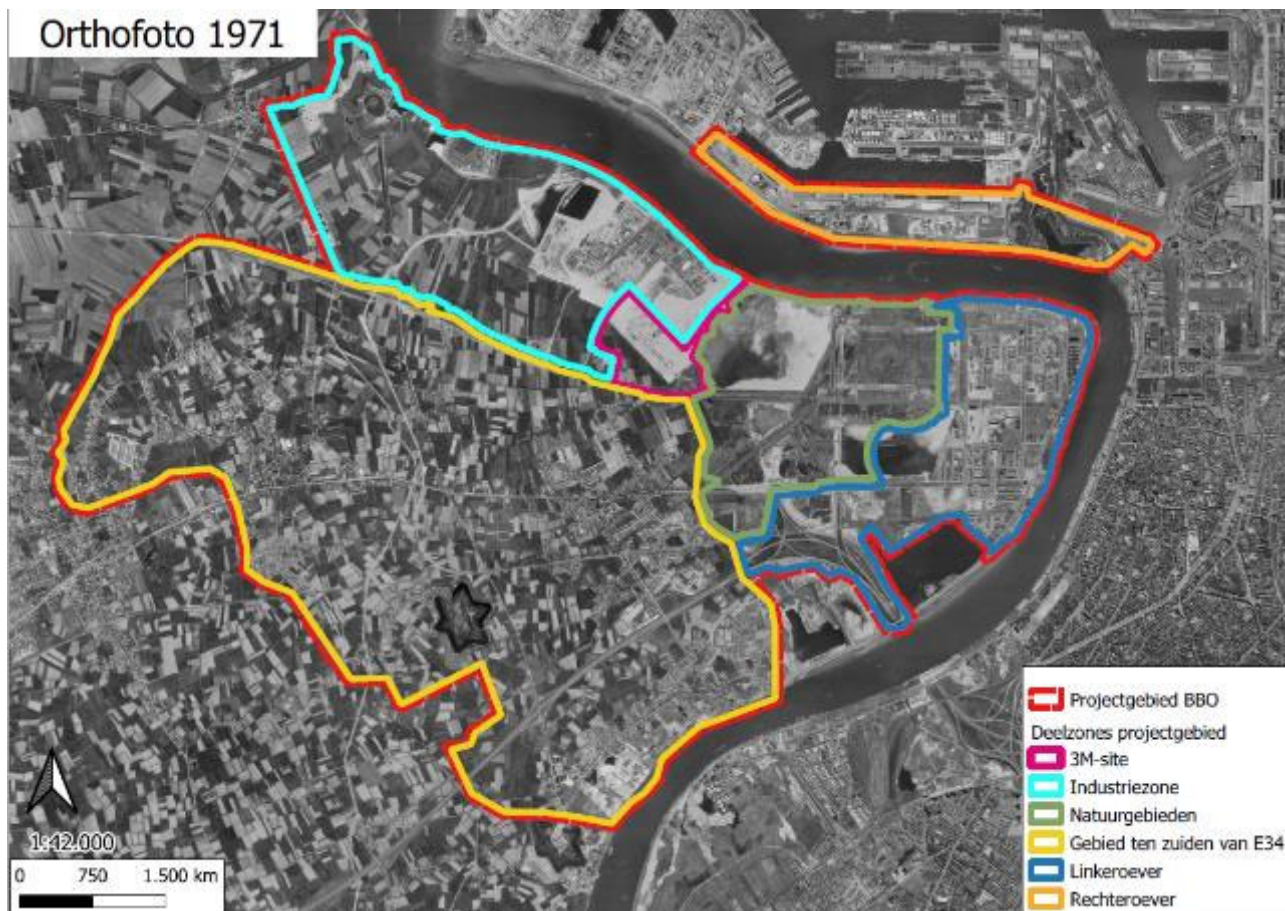
2.6 HISTORISCH ONDERZOEK PROJECTGEBIED OP BASIS VAN (HISTORISCHE) LUCHTFOTO'S

De evolutie van de bebouwing en terreinkenmerken voor het projectgebied zijn beschreven aan de hand van openbaar beschikbare luchtfoto's sinds het begin van de 3M-activiteiten in de jaren 1970. Hierbij wordt telkens een update gegeven van de verschillende delen van het projectgebied zoals toegelicht in sectie 2.2. De historiek van Blokkersdijk is in een apart onderdeel toegelicht.

2.6.1 PERIODE 1971

Onderstaande orthofoto geeft een beeld weer van het projectgebied in 1971.

ILLUSTRATIE 2-11 ORTHOFOTO 1971

**3M-site**

- Vóór de aanvang van de activiteiten op het 3M-terrein is dit terrein gebruikt voor landbouwdoeleinden. Sinds 1971 is er industriële activiteit zichtbaar in de noordoostelijke helft van de huidige terreinindeling, productiegebouw 03 is in opbouw. De binnenste dijk is aangelegd om het terrein bedrijfsklaar te maken. De zuidoostelijke helft van het terrein wordt nog steeds ingenomen door percelen die voor landbouw worden gebruikt.

Industriële omgeving

- Op de linkeroever van de Schelde is in het (Noord)oostelijk deel grenzend aan de Schelde reeds een beperkte industriële activiteit. De andere delen op de linkeroever zijn nog in gebruik voor landbouwactiviteiten; en
- Op de rechteroever van de Schelde vinden er reeds grootschalige industriële activiteiten plaats.

Gebied ten zuiden van de 3M-site

- De woonwijken zijn voornamelijk gelegen in het centrum van de gemeente Zwijndrecht en zuidelijk van de E17 gelegen tegen de Schelde. Ook richting Beveren is reeds een beperkte

bebouwing aanwezig. Het betreft voornamelijk laagbouw. De overige ruimte in dit deelgebied is in gebruik voor landbouwactiviteiten; en

- Links van de Krijgsbaan is het militaire 'Fort Brosius' aanwezig (met 'hexagone' watergracht).

Natuurgebieden

- De Blokkersdijkvijver is aanwezig, rond de vijver is niet veel begroeiing aanwezig;
- Het Sint-Annabos is reeds aangeplant; en
- In het Rot en/of het Vlietbos is plaatselijk opgespoten grond zichtbaar, er is al wat begroeiing aanwezig.

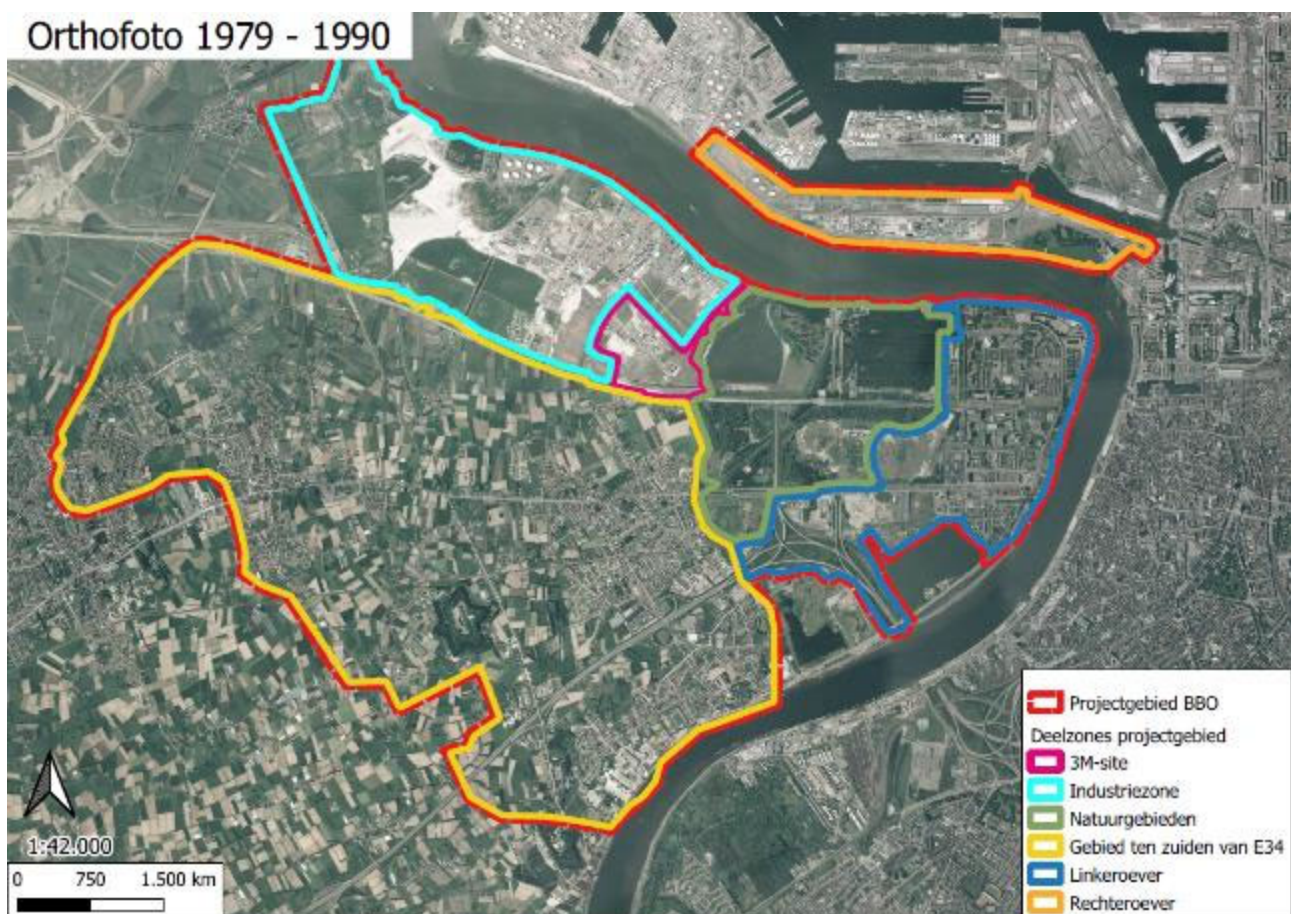
Linkeroever

- De woonwijken zijn voornamelijk gelegen in het noordoosten en zuidoosten van het Antwerpse stadsdeel Linkeroever. Het betreft een combinatie van hoogbouw en laagbouw.

2.6.2 PERIODE 1979-1990

Onderstaande orthofoto geeft een beeld weer van het projectgebied in de periode 1979-1990.

ILLUSTRATIE 2-12 ORTHOFOTO 1979-1990



3M-site

- De industriële activiteit op het 3M-terrein heeft zich uitgebreid; productiegebouw 16 is in opbouw. Het zuidwestelijke deel van het terrein wordt niet meer voor landbouw gebruikt. De algemene vorm van het 3M-terrein is dezelfde als nu.

Industriële omgeving

- Op de linkeroever van de Schelde is een uitbreiding van de industriële activiteiten. Slechts een zeer beperkt aandeel ten westen dient nog voor landbouwactiviteiten;
- Landbewerking of grondwerken ter hoogte van het Groot Rietveld; en
- Op de rechteroever van de Schelde blijft de inplanting van industriële activiteiten constant.

Gebied ten zuiden van de 3M-site

- Uitbreiding van de woonwijken in de gemeente Zwijndrecht en Beveren. Op de luchtfoto is te zien dat het voornamelijk laagbouw is met de aanwezigheid van enkele hoogbouw; en
- Op de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is er beperkte industriële activiteit.

Natuurgebieden

- Rond de Blokkersdijkvijver is meer begroeiing aanwezig;
- Het Sint-Annabos is begroeid met bomen; en
- In het Rot en het Vlietbos is er eveneens meer begroeiing.

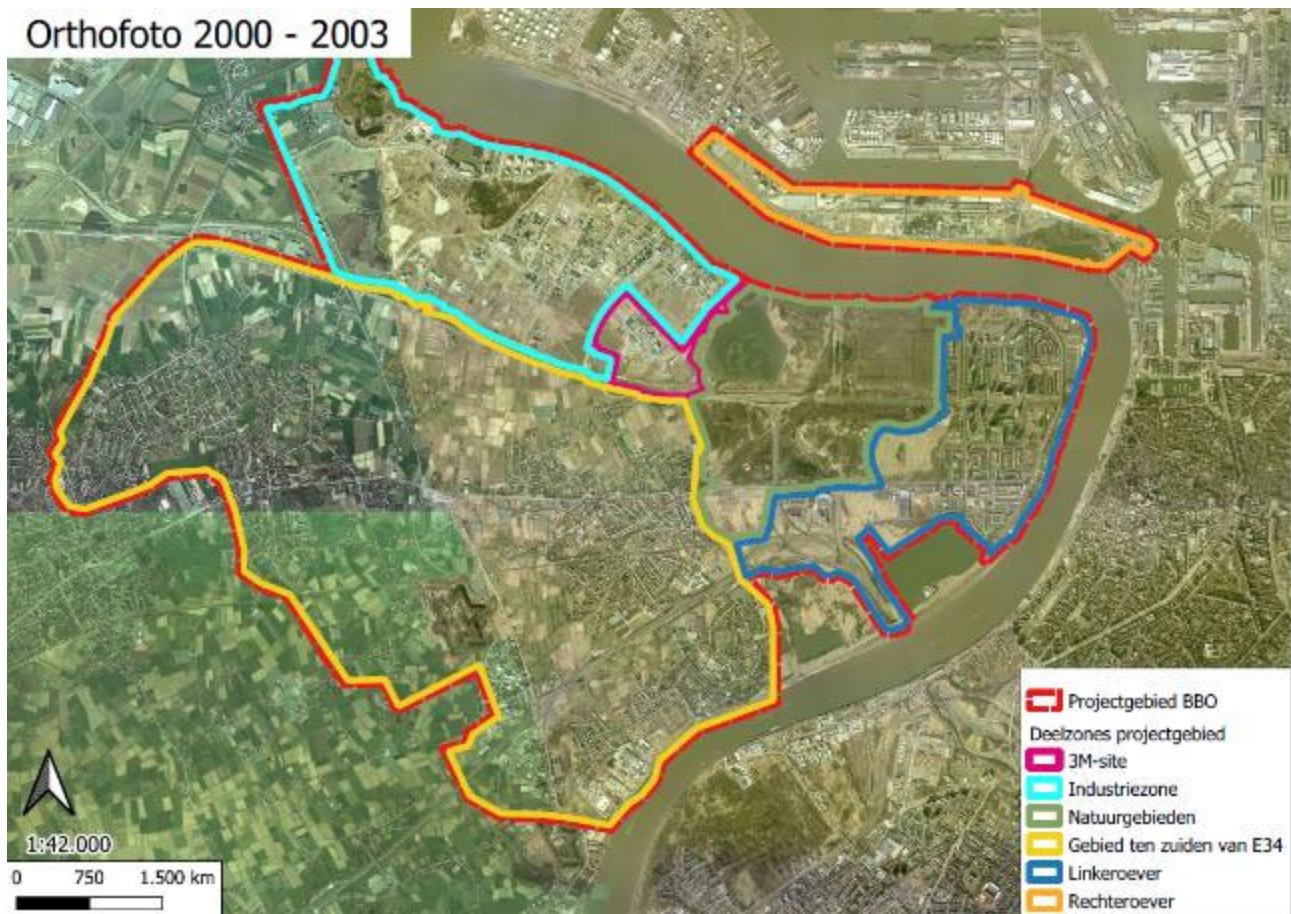
Linkeroever

- Uitbreiding van de woonwijken op Linkeroever. Het aandeel hoogbouw neemt toe;
- De bewoning ten westen van de Galgenweellaan (zuidwestelijke grens van het projectgebied) is pas na 1971 tot ontwikkeling gekomen;
- Beperkte industriële activiteit aan de zuidwestelijke grens van het projectgebied.

2.6.3 PERIODE 2000-2003

Onderstaande orthofoto geeft een beeld weer van het projectgebied in de periode 2000-2003.

ILLUSTRATIE 2-13 ORTHOFOTO 2000-2003



3M-site

- Lichte uitbreiding van de installaties naar het zuidwesten, verdere uitbreiding van productiegebouwen 03 en 16.

Industriële omgeving

- Op de linkeroever van de Schelde is er een uitbreiding van de industriële activiteiten. Ook in het westen van het deelgebied zijn de eerste industriële activiteiten zichtbaar;
- Begroeiing ter hoogte van het Groot Rietveld; en
- Op de rechteroever van de Schelde blijft de inplanting van industriële activiteiten constant.

Gebied ten zuiden van de 3M-site

- Beperkt verdere uitbreiding van de woonwijken in de gemeenten Zwijndrecht en Beveren. Het aandeel hoogbouw blijft relatief beperkt; en
- Industriële activiteit rond de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is verder uitgebreid; en
- Opbouw serre complex in de Blauwe Hovestraat.

Natuurgebieden

- Verdere uitbreiding van de begroeiing in Blokkersdijk, het Sint-Annabos, het Rot en het Vlietbos.

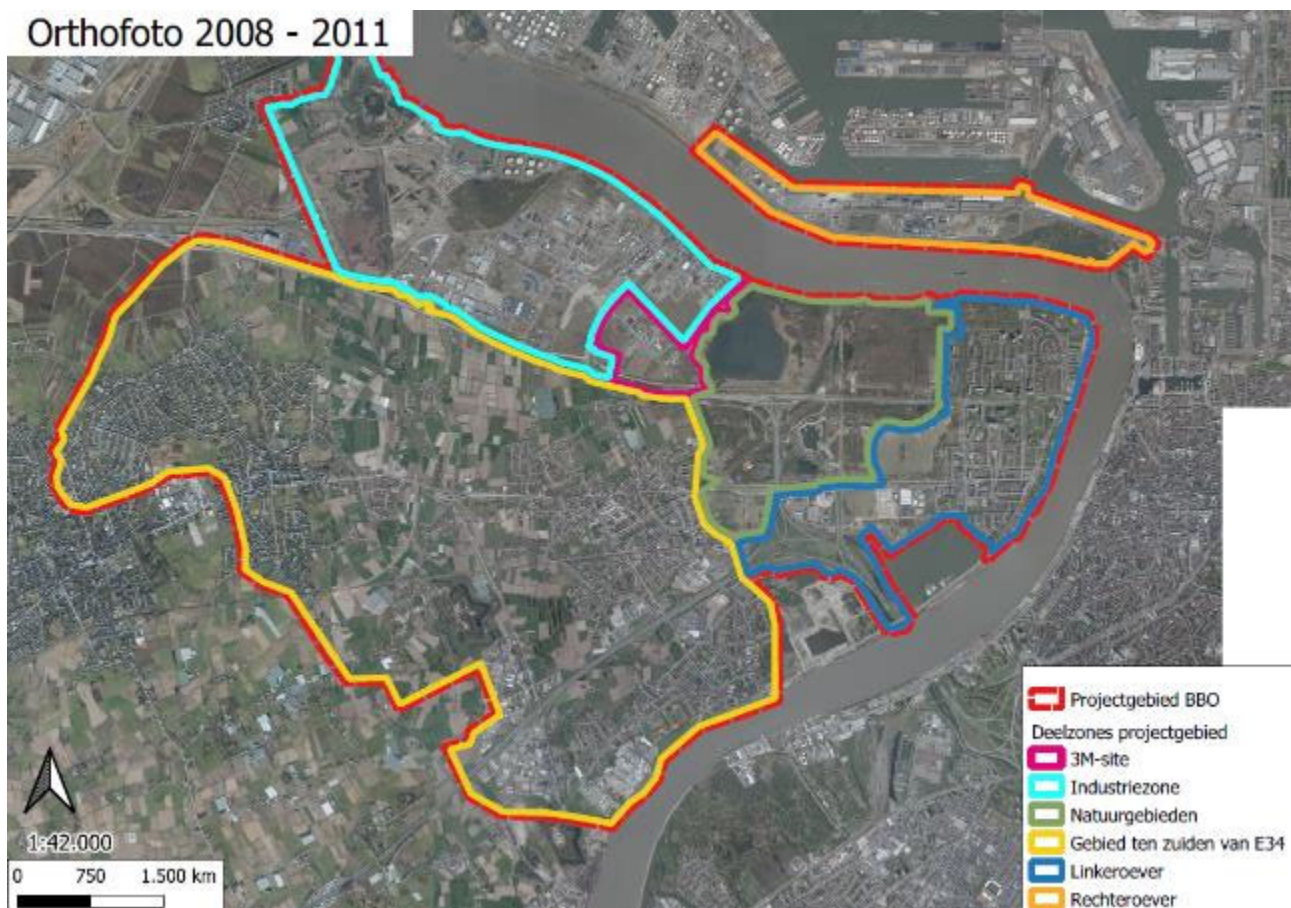
Linkeroever

- Beperkt verdere uitbreiding van de woonwijken op Linkeroever. Merendeel hoogbouw aanwezig;
- De ruïne van de brand op de Katwilgweg (Sanyo) is duidelijk zichtbaar; en
- Verdere ontwikkeling onder de N70, langs de Blancefloerlaan (zuidwestelijke grens van het projectgebied), wordt waargenomen na 2000.

2.6.4 PERIODE 2008-2011

Onderstaande orthofoto geeft een beeld weer van het projectgebied in de periode 2008-2011.

ILLUSTRATIE 2-14 ORTHOFOTO 2008-2011



3M-site

- Ter hoogte van de waterzuivering zijn er grondhopen zichtbaar; en
- Ter hoogte van de voormalige testzone voor bluswater is een deel van de infrastructuur verwijderd.

Industriële omgeving

- Op de linkeroever van de Schelde is er een uitbreiding van de industriële activiteiten. Van Moer Logistics is gestart met zijn activiteiten net ten noorden van de Keetberglaan, ook andere bedrijven zijn ontwikkeld langs deze straat. Ineos is uitgebreid in het zuidwesten, er zijn ook sporen van grondwerken zichtbaar. Arlanxeo heeft uitgebreid naar het zuidwesten; en
- Op de rechteroever is het oostelijk deel van de activiteiten van Total gestopt. De TPA-activiteiten zijn stopgezet, de installatie is gesloopt en grondsanering heeft plaatsgevonden. Daarnaast is ook de kade van de Marine Services and Port Reception facility gebouwd.

Gebied ten zuiden van de 3M-site

- In Beveren, in het westelijk deel van het projectgebied is ter hoogte van de Pareinstraat een grote loods verdwenen, en is een KMO zone aangelegd, groter in oppervlakte in vergelijking met de loods. Nog in dit deelgebied is een belangrijk deel woongebied bijgebouwd, ter hoogte van de Marcel van der Aastraat;
- Industriële activiteit rond de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is nog verder uitgebreid naar het zuidwesten;
- In de Neerstraat is het serrecomplex voor de aardbeiteelt uitgebreid. Op het kruispunt Krijgsbaan – Melsestraat zijn dan weer 2 serrecomplexen verdwenen; en
- Het serre complex in de Blauwe Hoevestraat is verdubbeld in oppervlakte.

Natuurgebieden

- In de zuidoostelijke hoek van het Sint Annabos is duidelijk een hoop grond aanwezig; en
- De Middenvijver in het Rot is duidelijk zichtbaar.

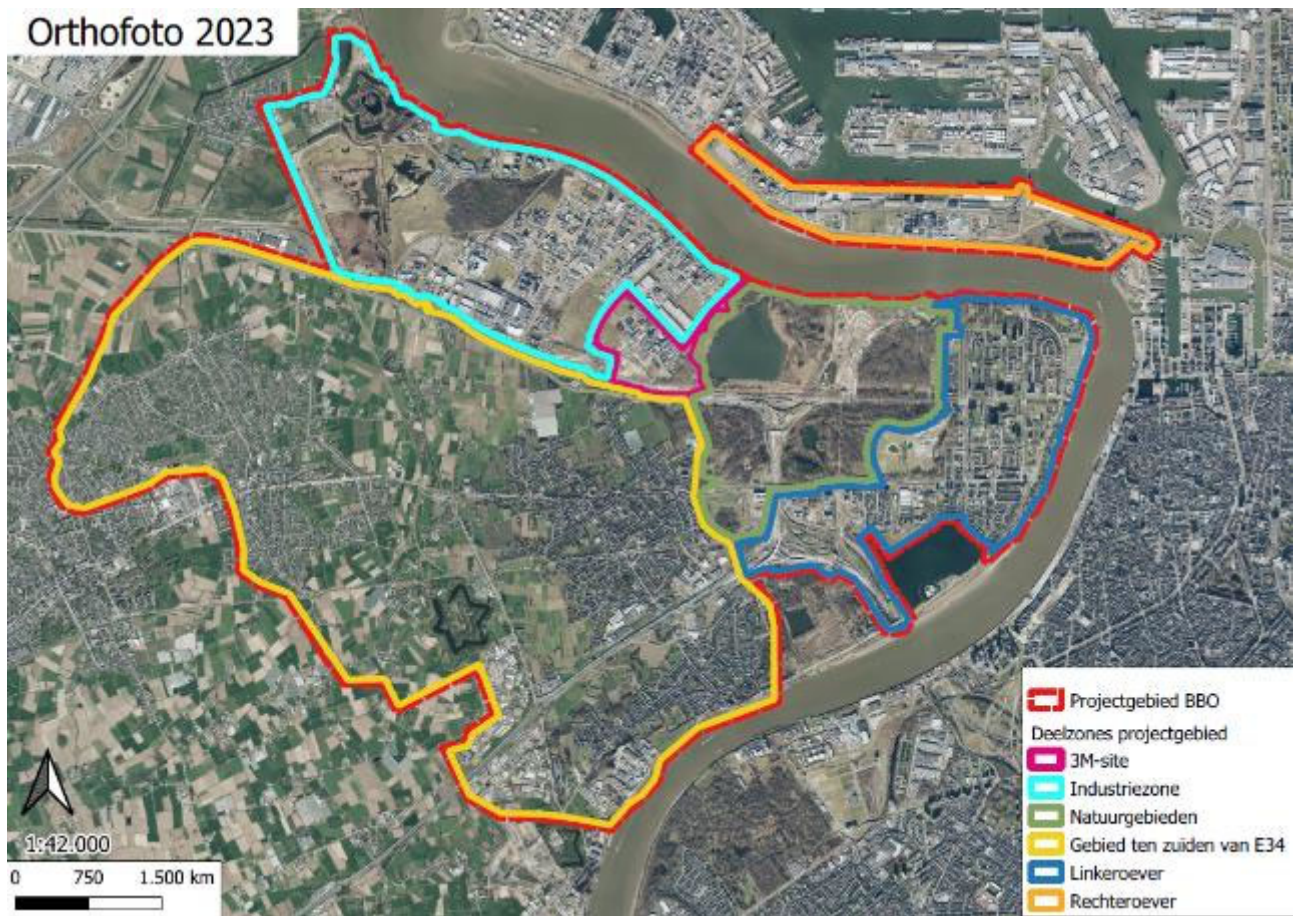
Linkeroever

- Nauwelijks verdere uitbreiding van de woonwijken op Linkeroever. Merendeel hoogbouw aanwezig;
- Ter hoogte van de Sanyo brand aan de Katwilgweg is een nieuwbouw zichtbaar; en
- Ontwikkeling ten zuiden van de N70, langs de Blancefloerlaan (zuidwestelijke grens van het projectgebied), zet door in westelijke richting.

2.6.5 PERIODE 2023

Onderstaande orthofoto geeft een beeld weer van het projectgebied in 2023.

ILLUSTRATIE 2-15 ORTHOFOTO 2023



3M-site

- Lichte uitbreidingen van de installaties in het zuidoosten.

De huidige inplanting op de 3M-site was reeds grotendeels aanwezig sinds 2000.

Industriële omgeving

- Op de linkeroever van de Schelde is een grote uitbreiding van de industriële activiteiten. De industriële activiteiten in het westen van het deelgebied nemen sterk toe. Tussen 2000-2003 en 2023 is er een grote toename in verharding waar te nemen;
- Nieuwe gebouwen zijn opgetrokken op het perceel grenzend aan de noordoostelijke perceelsgrens van het 3M-terrein; en
- Op de rechteroever van de Schelde blijft de inplanting van industriële activiteiten constant.

Gebied ten zuiden van de 3M-site

- Verdere uitbreiding woonwijk in Beveren;
- Industriële activiteit rond de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is uitgebreid; en

- Verdere opbouw serre complex in de Blauwe Hoevestraat.

De huidige inplanting in dit deelgebied was reeds grotendeels aanwezig 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^{de} dominante windrichting).

Natuurgebieden

- Uitgegraven plas ter hoogte van het gebied Middenvijver;
- De begroeiing in het Rot en het Vlietbos is uitgebreid; en
- Start met betrekking tot de industriële activiteiten rond de Oosterweelwerken waardoor natuurdelen grenzend aan de werken ter hoogte van het Sint-Anna bos, het Rot en het Vlietbos verdwenen zijn.

De huidige natuurgebieden binnen het projectgebied waren reeds grotendeels aanwezig in de jaren '70. De bebouwing van de naburige natuurgebieden beïnvloed mogelijks de eventuele atmosferische depositie in het projectgebied door de vorming van een windscherm.

Zone Linkeroever

- Verdere uitbreiding van de woonactiviteiten onder de N70 en Blancefloerlaan.

De huidige inplanting in dit deelgebied was reeds grotendeels aanwezig sinds de jaren '70. Linkeroever is een dicht bebouwd stadsdeel met een groot aandeel aan hoogbouw wat mogelijks de eventuele atmosferische depositie beïnvloed in het projectgebied. Echter is de dominante windrichting in het projectgebied vanuit het zuidwesten naar het noordoosten.

2.6.6 HISTORIEK BLOKKERSDIJK¹³

Blokkeerdijk maakte vroeger deel uit van de waterrijke Borgerweertpolder. Toen het gehele gebied moest worden opgehoogd, was het niet de intentie om een reservaat te creëren. Origineel was voorzien om het westelijke deel van het gebied als industriezone te bestemmen. De rest zou worden beplant als bufferzone. Bij de opspuiting van de westelijke gronden steeg het waterpeil rond Blokkeerdijk echter en ontstond er een plas. Noordelijk was er een overloopstelsel dat het overtollig water deed afvloeien naar de Schelde.

In oktober 1973 is de zuidrand van de plas opgespoten en in september 1974 is de waterafvoer naar de Schelde verwijderd. Hierdoor steeg het waterpeil en is de plas Blokkeerdijk groter geworden. De opspuitingen gebeurden niet enkel met slib afkomstig van de Schelde. In 1974-1975 is grond en puin afkomstig van de bouw van de Antwerpse metro gestort op de zuidwestkant van het gebied. In 1976-1977 is er nogmaals puin afkomstig van de opgebroken Expresweg op de westelijke oever gestort. In 1977-1978 is het agrarisch gebied ten zuidwesten van Blokkeerdijk opgespoten.

¹³ Bron: Project-MER Oosterweelverbinding – Deelrapport discipline Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie, Antea Belgium nv, Oktober 2019.

De Blokkersdijkvijver is tegenwoordig omringd door een brede rietkraag en beslaat ongeveer de helft van het natuurgebied Blokkersdijk. De zandvlakten zijn geëvolueerd naar open terreinen begroeid met struisriet. Het jonge aangeplante bos is uitgegroeid tot een volwassen bos met onderbegroeiing. De relatief kalkrijke bodem zorgt op veel plaatsen voor een specifieke flora.

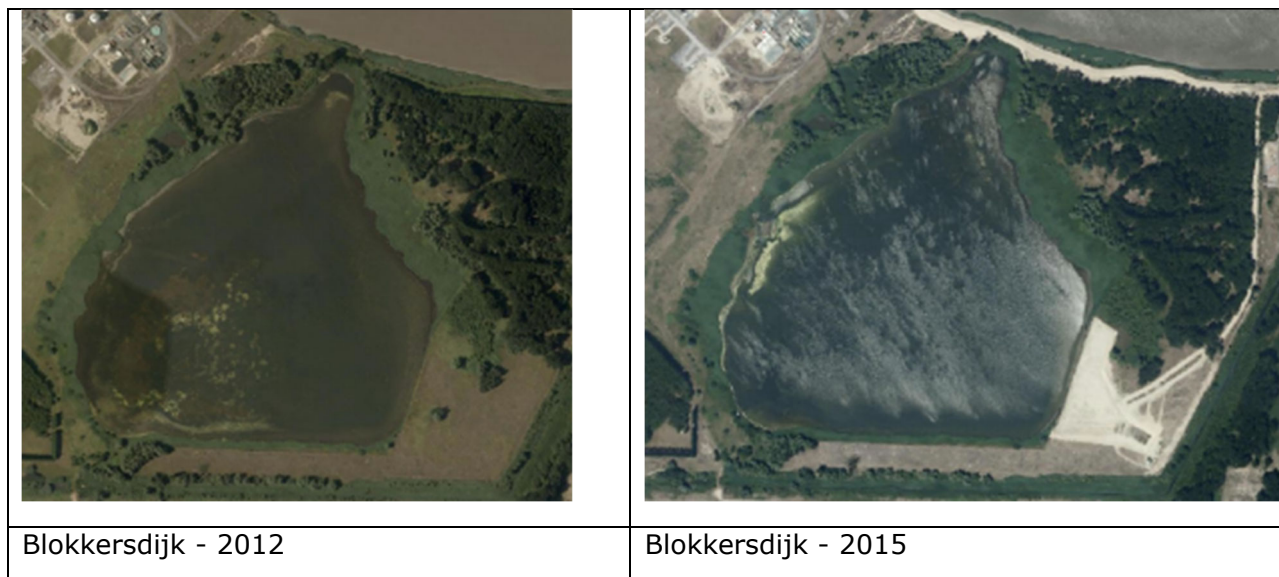
Aan de hand van een overzicht van openbaar beschikbare luchtfoto's is de evolutie van de Blokkersdijkvijver weergegeven van 2012 tot en met 2021 in Illustratie 2-16.

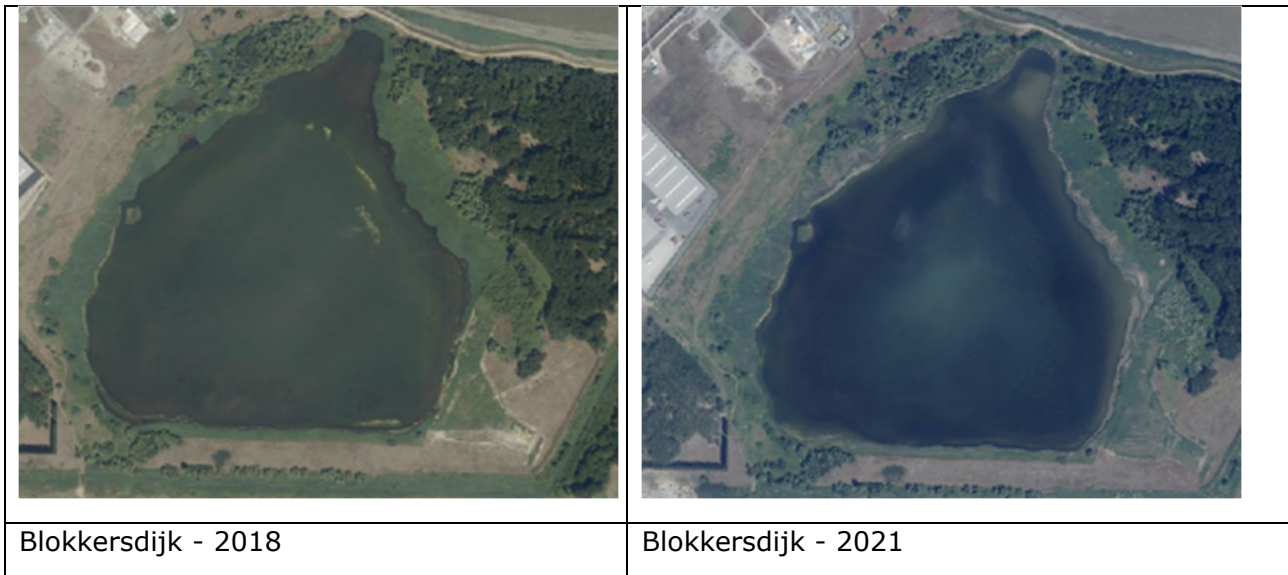
Uit de luchtfoto van 2015 blijkt dat in de rechteronderhoek van de Blokkersdijkvijver grond is afgegraven, waarbij in de jaren nadien opnieuw begroeiing plaats vindt. Volgens Natuurpunt is de Vlaamse Waterweg in maart 2015 gestart met het verwijderen van gronden over een oppervlakte van circa 3 ha in deze zuidoostelijke hoek om de Sigmadijk aan te leggen ten noorden van Blokkersdijk tegen de Schelde. De ligging van deze nieuwe Sigmadijk is eveneens goed te zien op onderstaande luchtfoto, net ten zuiden van de Schelde aan de bovenzijde van de foto. Omdat in overleg met Natuurpunt beslist is om in die hoek een nat gebied te creëren is enkel grond afgegraven, en niet opnieuw aangevuld. In het tweede Monitoringsrapport Blokkersdijk uit 2017 opgesteld door Natuurpunt Waasland is vermeld dat er tot 3 meter diep gegraven is. Er is evenwel geen vermelding gemaakt van de totale hoeveelheid grond die finaal verzet is geworden om de nieuwe Sigma dijk aan te leggen.

Het is belangrijk op te merken dat in 2012, door Natuurpunt bestempeld als illegale activiteit, belangrijke ruimsingswerken hebben plaatsgevonden waarbij verontreinigd sediment van de Palingbeek is geplaatst op de oeverbanken.

Tot slot heeft Natuurpunt laten weten dat er geen andere graafwerken met belangrijk grondverzet hebben plaatsgevonden binnen het natuurgebied.

ILLUSTRATIE 2-16 LUCHTFOTO'S BLOKKERSDIJK PERIODE 2012 - 2021





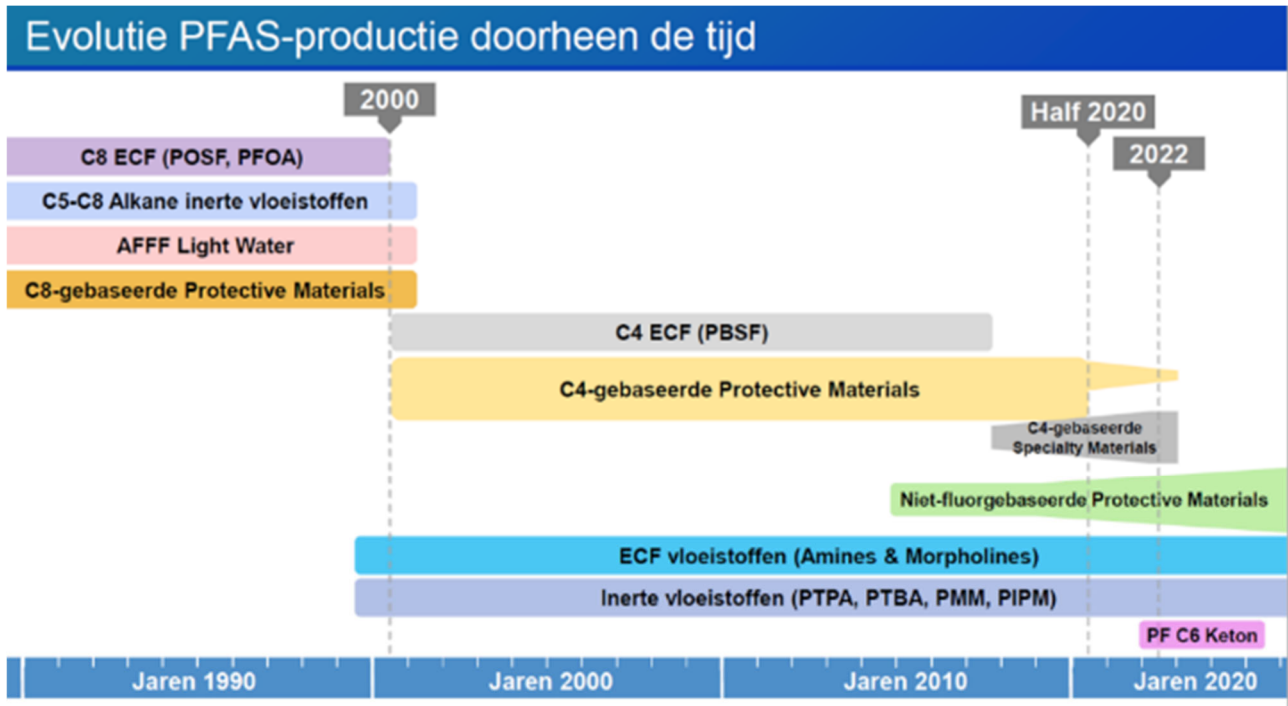
2.7 ACTIVITEITEN 3M EN POTENTIELE VERONTREINIGINGSBRONNEN OP DE 3M-SITE

2.7.1 PRODUCTIE ACTIVITEITEN 3M (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.). De productie van organofluorchemicaliën omvat zowel 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. In 2002 is 3M 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, de PFAS-productie is gepland om volledig te worden stopgezet begin 2024. Daarnaast heeft 3M eind 2022 aangekondigd om in ieder geval alle PFAS-productie wereldwijd uiterlijk eind 2025 stopt te zetten. Een overzicht is te vinden in onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 2-17 EVOLUTIE PFAS-PRODUCTIE IN ZWIJNDRECHT



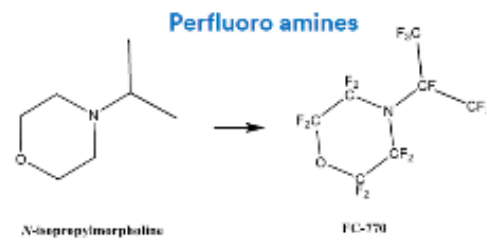
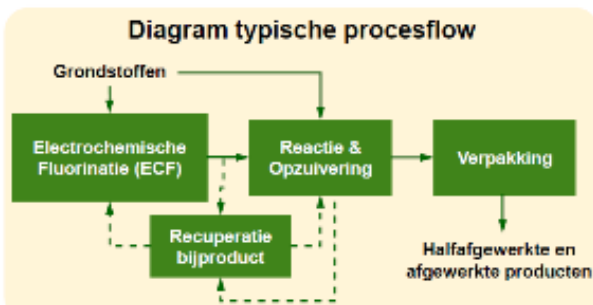
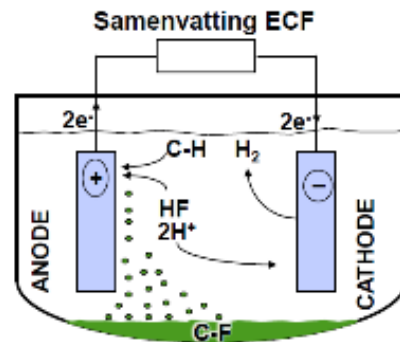
De productie van PFAS in Zwijndrecht bestaat in wezen uit twee hoofdproductiefasen:

- 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 2-18.
- Zuiverings- en reactiefase, die typisch uit een reeks batch processen bestaat. Deze activiteiten zijn hoofdzakelijk gesitueerd in gebouw 3, en gevisualiseerd in Illustratie 2-19. Hier zijn 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 2-18 OVERZICHT PFAS-PROCES - ECF

Overzicht PFAS-processen – Continu (ECF) en batch

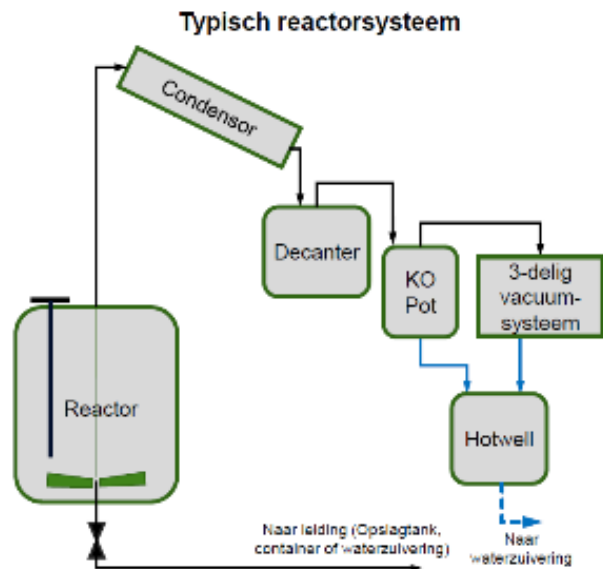
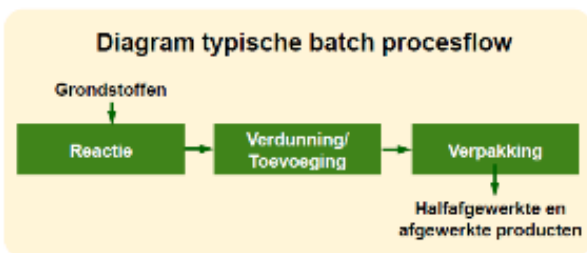
- Twee productiegebouwen & naverbrander (TO)
- Twee ECF-systemen
- Twee batch-fractionatie systemen
- Drie reactor- en opzuiveringssystemen
 - 15,000-23,000 liter, variërende constructie materialen
 - Uiteenlopende bijbehorende apparatuur
- Nieuwe procesinstallatie en naverbrander zijn in laatste fase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



ILLUSTRATIE 2-19 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° C om productverliezen van PFAS tot een minimum te beperken. Er zijn door 3M 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° 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 2-3 geeft een overzicht van de periode van de verschillende PFAS-componenten op het 3M-terrein die weerhouden zijn als verdachte stoffen.

TABEL 2-3 TIJDSLIJN COC'S¹⁴

Chemie	Samengesteld	CAS nr	Tijdlijn
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

¹⁴ Bepaalde producten zijn enkel intentioneel geproduceerd, andere ontstaan als afbraak- of nevenproduct

De typische, historische isomeerverdeling voor de C8 PFAS-verbindingen op 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, C12, C14 mengsels bekomen worden. Telomeerchemie levert ook uitsluitend lineaire materialen, geen vertakte vormen. 3M heeft nooit telomeerchemie toegepast.

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 HPFO-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.

Wat de productie van blusschuimen betreft, heeft 3M op de site in Zwijndrecht een heel aantal formulaties gemaakt, een groot deel daarvan is ook gecommmercialiseerd, ongeveer een 20-tal. De basisbestanddelen naast water, butylcarbitol en soms ethyleenglycol als antivries, waren de PFAS-houdende 'Foamer' en 'Filmer' die de performantie van deze blusschuimen maakten. De foamer is grotendeels gebaseerd op een C6-sulfonaat, terwijl de filmer gebaseerd is op een C8 Sulfonaat.

Deze blusschuimen waren concentraten, en dienden aangelengd met water om vervolgens door lucht bij in te zuigen tijdens spuiten, een blusschuim te vormen. Afhankelijk van type concentraat en concentratie, diende het concentraat typisch met 1%, 3% of 6% ingemengd te worden. Omwille van de verschillende concentraten, varieerde de formulaties aan Foamer en Filmer dus ook. Foamer, gebaseerd op het C6-sulfonaat, was aanwezig tussen 8% en 1%, en voor Filmer, gebaseerd op het C8-sulfonaat varieerde dit tussen 4% en 0.5%. Wat het C6-sulfonaat betreft, dient ook vermeld dat deze stof slechts op beperkte schaal op de site is geproduceerd, met name tussen 1984 en 1992. Daarna is deze stof als grondstof ingevoerd geworden.

2.7.2 VERGUNNINGEN 3M

De meest recente omgevingsvergunning van 3M is als bijlage aan dit verslag toegevoegd als Bijlage 5. De oude vergunningen van 3M zijn terug te vinden in het oorspronkelijke BBO (Arcadis, 2006) en het meest recente periodiek oriënterend bodemonderzoek (ERM, 2018) dat is uitgevoerd.

2.7.3 OVERZICHT VAN DE HUIDIGE EN VROEGERE OPSLAGTANKS OP DE 3M-SITE

Het projectgebied van voorliggend BBO omvat zowel de productiesite van 3M (on-site) als de nabije omgeving (off-site). Het overzicht van de voormalige en huidige opslagtanks beperkt zich tot de 3M-site, het terrein waar de verontreiniging die voorwerp is van voorliggend onderzoek is ontstaan. Opslagtanks bij omwonenden en industriële burens zijn hier niet opgenomen, aangezien dit niet het onderwerp van voorliggend onderzoek is.

In onderstaande Tabel 2-4 is een overzicht gegeven van (opslag)tanks met PFAS-houdende producten.

TABEL 2-4 HUIDIGE EN VOORMALIGE (OPSLAG)TANKS

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
0101-A-01	tankenpark 006	196.100	Heptaan (of toluen)	B	-	1970	E	-	J	04/09/2000	J	Verhard	-
0101-A-03	tankenpark 006	195.000	Tolueen of i-octylacrylaat (IOA)	B	-	2001	E	-	J	10/12/2001	J	Verhard	-
0101-A-05	tankenpark 006	196.100	Tolueen	B	-	1970	E	-	J	21/08/2000	J	Verhard	-
0101-A-07	tankenpark 006	196.100	Tolueen	B	-	1970	E	-	J	21/08/2000	J	Verhard	-
0101-A-09	tankenpark 006	196.100	Methanol	B	-	1970	E	-	J	24/07/2000	J	Verhard	-
0101-A-11	tankenpark 006	196.100	Tolueen	B	-	1970	E	-	J	31/07/2000	J	Verhard	-
0101-A-26	tankenpark 006	226.000	Tolueen	B	-	1975	E	-	J	25/09/2000	J	Verhard	-
0101-A-28	tankenpark 006	226.000	NaOH	B	-	1975	E	-	J	16/10/2000	J	Verhard	-
0101-A-30	tankenpark 006	226.000	Tolueen	B	-	1975	E	-	J	31/07/2000	J	Verhard	-

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
0101-A-34	tankenpark 006	226.000	Tolueen	B	-	1975	E	-	J	24/07/2000	J	Verhard	-
0101-A-36	tankenpark 006	226.000	Tolueen	B	-	1975	E	-	J	31/08/2000	J	Verhard	-
0101-A-38	tankenpark 006	80.000	Tolueen of IOA	B	-	1987	E	-	J	21/08/2000	J	Verhard	-
0101-A-40	tankenpark 006	195.000	Tolueen of IOA	B	-	1985	E	-	J	11/09/2000	J	Verhard	-
0102-A-01	nabij gebouw 003	77.760	Fenol	B	-	1970	E	-	J	29/12/2004	J	Verhard	-
0102-A-07	nabij gebouw 016	100.000	Afvalwater (3% HF)	B	-	2013	E	-	J	29/04/2005	N	Verhard	-
0102-A-08	nabij gebouw 003	85.100	i-octylacrylaat	B	-	1984	E	-	J	29/12/2004	J	Verhard	-
0102-A-20	nabij gebouw 016	120.000	Org. voeding A	B	-	1992	E	-	J	03/05/2001	N	Verhard	-
0102-A-30	nabij gebouw 003	68.700	Lederproduct	B	-	2009	E	-	N	-	J	Verhard	-
0397-A-02	nabij gebouw 002	3.000	Diesel	B	-	2005	E	-	J	14/07/2006	J	Verhard	-

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
0398-A-01	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl (of methanol)	O*	-	1970	D	J	N	15/11/1994	N	Verhard	-
0398-A-02	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	01/08/1999	N	Verhard	-
0398-A-03	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	01/08/1999	N	Verhard	-
0398-A-04	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	15/11/1994	N	Verhard	-
0398-A-05	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	15/11/1994	N	Verhard	-
N0398-A-09	nabij gebouw 003	80.000	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	05/06/1994	N	Verhard	-
0398-A-17	nabij gebouw 003	50.000	KOH-op (30%)	O*	-	1985	D	J	J	26/07/2000	N	Verhard	-
0398-A-19	nabij gebouw 003	80.000	Polymeeropl	O*	-	1988	D	J	J	06/05/2002	N	Verhard	-
0398-A-06	nabij gebouw 003	81.600	Polymeeropl	O*	-	1970	D	J	J	07/02/2011	N	Verhard	-
0398-A-20	nabij gebouw 003	75.000	Acrylzuur	O*	-	1992	D	J	J	03/10/2003	N	Verhard	-
0500-A-05	nabij gebouw 005	19.000	HCl-opl (30%)	B	-	1991	E	-	J	22/08/2003	N	Verhard	-

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
0500-A-06	nabij gebouw 005	19.000	NaOH-opl (29%)	B	-	1991	E	-	J	29/08/2003	N	Verhard	-
0500-A-08	nabij gebouw 005	200.000	Stookolie	B	-	1998	E	-	J	26/07/2000	J	Verhard	-
0700-A-06	nabij gebouw 002	2.700	Diesel	B	-	2007	E	-	J	17/09/2007	J	Verhard	-
0700-A-07	nabij gebouw 002	4.990	Diesel	B	-	2007	E	-	J	17/09/2007	J	Verhard	-
0800-A-01	waterzuivering	21.500	Zwavelzuur (98%)	B	-	1971	E	-	J	24/05/2003	N	Verhard	-
0800-A-17	-	68.000	Ca-oxide	B	-	1990	E	-	J	-	N	Verhard	-
1698-A-01	tankfarm C	14.900	Celproduct (7% HF)	B	-	1975	E	-	J	06/06/2003	J	Verhard	-
1698-A-02	tankfarm C	14.900	Org. Voed. B	B	-	1975	E	-	J	06/06/2003	J	Verhard	-
1698-A-03	tankfarm C	14.900	Celproduct (7% HF)	B	-	1975	E	-	J	16/02/2004	J	Verhard	-
1698-A-04	tankfarm C	14.900	Celproduct (7% HF)	B	-	1975	E	-	J	30/01/2004	J	Verhard	-
1698-A-05	tankfarm C	71.600	Celproduct (7% HF)	B	-	1995	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-06	tankfarm C	71.600	Celproduct (7% HF)	B	-	1975	E	-	J	20/11/2003	J	Verhard	-

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
1698-A-09	tankfarm C	71.000	Celproduct (7% HF)	B	-	2005	E	-	J	15/04/2005	J	Verhard	-
1698-A-17	tankfarm B2	25.400	Celproduct (7% HF)	B	-	2006	E	-	J	07/04/2006	J	Verhard	-
1698-A-18	tankfarm B2	25.400	Celproduct (7% HF)	B	-	2006	E	-	J	07/04/2006	J	Verhard	-
1698-A-21	tankfarm B2	3.000	additief	B	-	1994	E	-	J	23/04/2004	J	Verhard	-
1698-A-22	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-23	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-24	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-25	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-26	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	2005	E	-	J	22/02/2008	J	Verhard	-
1698-A-27	tankfarm A	40.000	Elektroliet (95% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-28	tankfarm A	39.965	Celproduct (7% HF)	B	-	1997	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-29	tankfarm C	68.000	Org. voed. B	B	-	1996	E	-	J	22/08/2006	J	Verhard	-

Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O) ⁽¹⁾	Diepte basis ⁽²⁾	(m) Installatie-jaar	Wand (E/D) ⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J) ⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
1698-A-30	tankfarm C	68.000	Org. Voed. B	B	-	1996	E	-	J	22/08/2006	J	Verhard	-
1698-A-31	tankfarm C	68.000	Celproduct (7% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-32	tankfarm C	68.000	Celproduct (7% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-33	tankfarm C	40.000	Celproduct (7% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-34	tankfarm C	40.000	Celproduct (7% HF)	B	-	1996	E	-	J	16/02/2005	J	Verhard	-
1698-A-35	tankfarm C	40.000	Celproduct (7% HF)	B	-	1996	E	-	J	11/01/2005	J	Verhard	-
1798-A-01	nabij 017	100.000	HF-oplossing (30%)	B	-	1996	E	-	J	29/12/2004	N	Verhard	-
1798-A-02	nabij 017	100.000	HF-oplossing (30%)	B	-	1996	E	-	J	29/12/2004	N	Verhard	-
2301-A-01	Gebouw 023	87.600	latexopl	B	-	1990	E	-	J	16/05/2006	N	Verhard	-
2303-A-01	Gebouw 023	50.000	teren	B	-	1985	E	-	J	-	N	Verhard	-

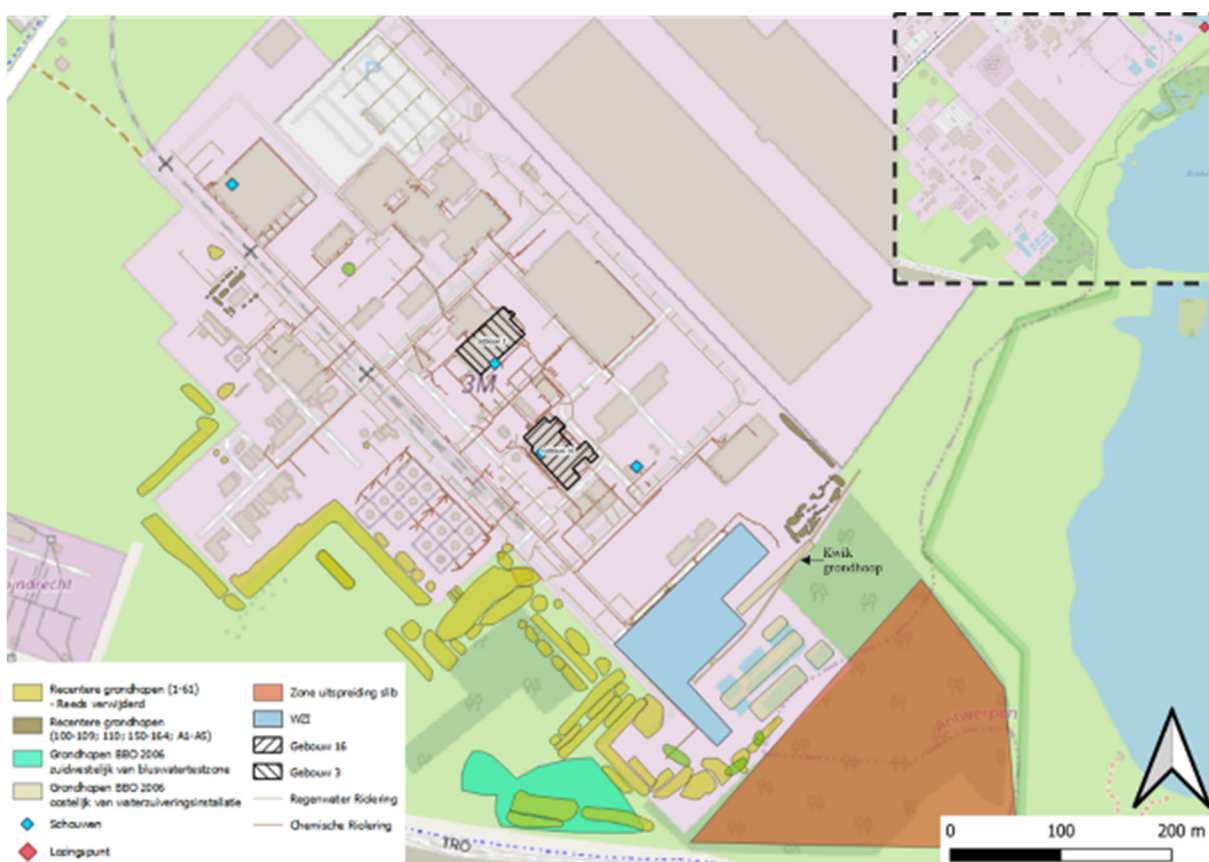
Tank	Zone	Inhoud (liter)	Product	Type (B/O)⁽¹⁾	Diepte basis s⁽²⁾ (m)	Installatie- jaar	Wand (E/D)⁽³⁾	Lekdetectie (J/N)	OVB (J/N) ⁽⁴⁾	AO (D/M/J)⁽⁵⁾	Ingekuipt (J/N)	Bestrating	BG (Jaar) ⁽⁶⁾
<p>⁽¹⁾ O = ondergrond; B = bovengronds;</p> <p>⁽²⁾ De diepte van de onderkant van de tank t.o.v. het maaiveld;</p> <p>⁽³⁾ E = enkelwandig; D = dubbelwandig</p> <p>⁽⁴⁾ Overvulbeveiliging</p> <p>⁽⁵⁾ Algemeen onderzoek</p> <p>⁽⁶⁾ buiten gebruik</p> <p>*Diepe inkuiping</p>													

2.7.4 POTENTIËLE VERONTREINIGINGSBRONNEN OP DE 3M-SITE

In deze sectie wordt een overzicht gegeven van de potentiële verontreinigingsbronnen op de 3M-site (info van opdrachtgever en uit vorige onderzoeken) die een PFAS-verontreiniging kunnen/konden veroorzaken in grond en/of grondwater, andere dan de reeds vermelde opslag- en procestanks uit sectie 2.7.3. Een overzicht van de gekende potentiële verontreinigingsbronnen off-site die eveneens een PFAS-verontreiniging kunnen/konden teweegbrengen is opgenomen in sectie 2.8.

De potentiële verontreinigingsbronnen gerelateerd aan PFAS zijn gelokaliseerd op onderstaande illustratie en hieronder verder toegelicht.

ILLUSTRATIE 2-20 AANDUIDING POTENTIËLE BRONZONES VOOR DE ONTSTANE PFAS-VERONTREINIGING



- Gebouw 16: In gebouw 16 vindt elektrochemische fluorinatie (ECF) plaats (zie sectie 2.7.1);
- Gebouw 3: In gebouw 3 vindt de zuiverings- en reactiefase plaats. Hier zijn brandblusschuimen geproduceerd, evenals andere niet-PFAS-verbindingen (fenolharsen, polyurethaanpolymeren, enz.). (zie sectie 2.7.1);
- Aanwezigheid van een oud rioleringsstelsel tot 2002 ter hoogte van de productiezone en de effluentleiding richting de Schelde. Lekken vanuit het rioleringsstelsel kunnen in het verleden bodemverontreiniging veroorzaakt hebben. In vorige onderzoeken is ook melding

gemaakt van breuken in de riolering ter hoogte van gebouw 16 (voor 1988) en ten zuiden van gebouw 3 (2001). Het rioleringsstelsel is in verschillende fasen vernieuwd. Het vernieuwde rioleringsstelsel is voorzien van een ondergrondse betonnen inkuiping die door operators van de 3M-site visueel gecontroleerd wordt. Indien er toch een lek zou zijn, wordt het product dat in de inkuiping zou vloeien afgevoerd naar het afvalwater. Op deze manier wordt bijkomende grond- en grondwaterverontreiniging vermeden;

- Bluswatertestzone (kwaliteitstest van elke partij), in de zuidoostelijke hoek van het 3M-terrein. Deze zone is tot in 1988 gebruikt voor het testen van brandblusmiddelen op een niet afgeschermd oppervlak. In de periode 1988-2001 werden de testen uitgevoerd met een waterdichte inkuiping, waarbij het vrijgekomen water gezuiverd werd in de waterzuiveringsinstallatie. Sinds 2001 worden geen brandblustesten meer uitgevoerd op de onderzoekslocatie (BBO 2006);
- Voormalige slibbekkens direct oostelijk van de waterzuiveringsinstallatie. Vroeger werd het primaire slib afkomstig van de waterzuiveringsinstallatie verzameld in bekkens oostelijk van de waterzuiveringsinstallatie. Op basis van mondelinge informatie zouden deze bekkens voorzien zijn van een kleibodem. De slibbekkens zijn in 1996 gesaneerd (BBO 2006);
- In de periode 1988-1996 werd biologisch slib vanuit de waterzuivering geïncorporeerd in de bodem. De geschatte hoeveelheid slib bedraagt ca. 23.000 ton, met een vaste stofgehalte van ca. 5%. In de zone waar het slib verspreid werd zijn in 1990 ca. 800 populieren aangeplant (BBO 2006);
- Aaneensluiting van kleine grondhopen zuidwestelijk van de bluswatertestzone. Deze gronden zijn vermoedelijk afkomstig van constructiewerkzaamheden op de 3M-site, waarvan de precieze herkomst onduidelijk is. In het BBO is een maximale concentratie aan PFOS gemeten van 20,7 mg/kg en aan PFOA van 0,164 mg/kg. De toenmalige risicogrenswaarde was niet overschreden. (BBO 2006);
- Grondhopen oostelijk van de waterzuiveringsinstallatie. De gronden zijn hoofdzakelijk afkomstig van de rioleringswerkzaamheden in de productiezone (zone ter hoogte van gebouw 16) en voorzien van een boven-en onderafdek. In het BBO is een maximale concentratie aan PFOS gemeten van 11,2 mg/kg en voor PFOA van 1,16 mg/kg. De toenmalige risicogrenswaarde was niet overschreden. Eén volledig afgedekte grondhoop stockeert de met kwik verontreinigde grond afgegraven tijdens de vrijwillige sanering (2001) ter hoogte van de waterzuiveringsinstallatie. (BBO 2006);
- Grondhopen die doorheen de tijd verspreid over het terrein zijn aangebracht, vermoedelijk afkomstig van constructiewerkzaamheden op de 3M-site, waarvan de herkomst niet steeds duidelijk is. Tijdens een bemonsteringscampagne uitgevoerd door ERM in de periode 2022-2023 zijn PFAS-concentraties in deze grondhopen gemeten in een range van 140-57.000 µg/kg ds. Enkele van deze grondhopen zijn in het BBO van 2006 omschreven als dijken dewelke in het verleden geregulariseerd zijn via een bouwvergunning. De gronden zijn in het BBO van 2006 niet als verdacht bevonden. De dijken vormden onderdeel van de grondhopen 1-61 (zie plan), welke ten tijde van opmaak van voorliggend rapport verwijderd en door een erkende grondverwerker verwerkt zijn;
- Recente metingen hebben aangetoond dat aerosolen afkomstig van het beluchtingsbekken van de bedrijfsafvalwaterzuivering eveneens PFAS-houdend zijn, en zich verspreiden tot

buiten de grenzen van de 3M-site. Na deze vaststelling is het opgepompte verontreinigde grondwater dat de belangrijkste bijdrage levert aan de PFAS-componenten aanwezig in de aerosolen (voornamelijk PFOS) en in deze bekkens terecht komt afgekoppeld, waardoor het aandeel van deze beluchtingsbekkens als mogelijke bron voor verspreiding van PFAS-componenten nu sterk verminderd is;

- Uit metingen ter hoogte van schouwen tijdens het productieproces bleek dat PFAS-houdende componenten aanwezig waren in de lucht die in de atmosfeer terecht komen, en dan voornamelijk de korte en ultra-korte PFAS-ketens. Dergelijke metingen zijn complex en moeilijk uit te voeren, en enkel het 3M-labo in de US kan deze analyses met redelijke nauwkeurigheid uitvoeren. Het betreft het aanzuigen via de ventilatie van niet-geleide emissies die via de gaswassers naar buiten treden. Dit geeft aan dat niet-geleide emissies ook een mogelijke bron zijn voor verspreiding van PFAS-componenten; en
- De aanwezigheid van onverharde zones op de 3M-site waar nauwelijks begroeiing aanwezig is kan aanleiding geven tot fijn stof dat bij hevige wind op de aanpalende terreinen terecht komt. In het kader van de recent opgelegde voorzorgsmaatregel, wat verder toegelicht is in sectie 2.12.1 zijn deze zones volledig afgedekt. Eenzelfde verspreidingsmechanisme kan optreden bij graafwerken op de 3M-site. Eveneens in het kader van de recente voorzorgsmaatregel is per werk waarbij grond geroerd wordt een stofbeheersplan vereist waar de maatregelen worden opgelegd om stof te voorkomen. Tegelijkertijd is een meetsysteem aanwezig dat op de randen van de 3M-site de hoeveelheid stof continue meet. Ten gevolge van deze ingrepen is het aandeel van 'onbedekte grond' en 'grondwerken' als mogelijke bron voor verspreiding van PFAS-componenten nu sterk verminderd.

2.8 BESCHRIJVING VAN ANDERE POTENTIËLE VERONTREINIGINGBRONNEN BINNEN HET PROJECTGEBIED

In een studie¹⁵ naar het voorkomen van PFAS in Vlaanderen, is vastgesteld dat er voor bepaalde activiteiten een grotere kans bestaat dat PFAS vrijkomt 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 grondwater¹⁶.

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 terechtkomen via uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater, en via het uitlogen van verontreinigd

¹⁵ Onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in grondwater, bodem en waterbodem ter hoogte van risicoactiviteiten in Vlaanderen, OVAM, 2018

¹⁶ Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>

sediment dat in het verleden op de nabijgelegen oevers van oppervlaktewaters terecht kwam bij ruimingswerken.

2.8.1 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 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 bodem¹⁷.

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 internetzoektocht stelde ERM in staat om alvast enkele recente branden te lokaliseren binnen het projectgebied waar al dan niet PFAS houdend blusschuim is gebruikt. De locaties zijn aangegeven op de kaart in Figuur 3, en opgelijst per zone in Tabel 2-5. Op verschillende van deze locaties is de aanwezigheid van PFAS bovendien aangetoond op basis van analyse van grondstalen. Dit betreft zowel de analyse van grondstalen zoals verzameld door ERM, als analyseresultaten van onderzoeken door derden waaronder het screening onderzoek van de stad Antwerpen.

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

TABEL 2-5 OVERZICHT VAN BRANDEN OP BASIS VAN BEPERKTE INTERNET ZOEKTOCHT BINNEN HET PROJECTGEBIED

Nr	Deelgebied	Datum	Adres	Omschrijving
0	Industrie	3/07/1987	BP chemicals (huidige Ineos)	Explosie van ethyleen oxide unit met grote secundaire branden op site, gebruik van schuim
1	Industrie	15/08/2002	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Oliebrand bij Ineos
2	Industrie	13/09/2016	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Brand aan ethyleentank bij Ineos
3	Industrie	31/03/2021	Scheldelaan 10/N101, 2030 Antwerpen	Ontploffing en brand bij ExxonMobil
4	Industrie	28/08/2021	Canadastraat 11, 2070 Zwijndrecht	Brand aan verbrandingsinstallatie van 3M
5	Linkeroever	14/02/2000	Katwilg 4, 2050 Antwerpen	Grote brand op het terrein van Sanyo & Universal Shipping, ten zuidoosten van het 3M-terrein
6	Linkeroever	9/03/2000	Gloriantlaan 2, 2050 Antwerpen	Brand in kerk aan Sint Annastrand

¹⁷ Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>

Nr	Deelgebied	Datum	Adres	Omschrijving
7	Linkeroever	3/04/2002	Charles de Costerlaan 10, 2050 Antwerpen	Brand woningblok/ appartement
8	Linkeroever	22/02/2003	Beatrijslaan 29, 2050 Antwerpen	Loodsbrand met jacht bij Koninklijke Antwerpse Watersportvereniging
9	Linkeroever	6/07/2007	Thonetlaan 113, 2050 Antwerpen	Brand in jachthaven van Linkeroever
10	Linkeroever	8/03/2008	Ernest Claesstraat 8, 2050 Antwerpen	Grote brand in voormalige "Vliegtuigschool" (voormalig gedateerd als 2007)
11	Linkeroever	18/11/2011	Blancefloerlaan 177, 2050 Antwerpen	Brandstichting mobiele flitscamera, gebruik bluspoeder
12	Linkeroever	5/07/2014	Jachthavenweg 2, 2050 Antwerpen	Brand in restaurant 'De Molen' aan Sint Annastrand
13	Linkeroever	9/07/2017	Beatrijslaan, 2050 Antwerpen	Brand in foodtruck, brandblusser
14	Linkeroever	16/03/2018	Goethestraat 1, 2050 Antwerpen	Wagenbrand
15	Linkeroever	5/04/2018	Halewijnlaan 45/47, 2050 Antwerpen	Brand woningblok/ appartement
16	Zwijndrecht	12/05/2003	Lindenstraat 304, 2070 Zwijndrecht (vermoedelijk nabij)	Explosie in frituur en loods
17	Zwijndrecht	5/06/2008	Cyriel Buyssestraat, 9120 Beveren	Dubbele woningbrand
18	Zwijndrecht	2/07/2009	Zwijndrechtsestraat 151, 2070 Zwijndrecht	Brand in Brico, brandblussers
19	Zwijndrecht	11/01/2010	Pastoor Coplaan 294, 2070 Zwijndrecht	Brand café 'Trefpunt'
20	Zwijndrecht	19/02/2010	Oude Gentweg 100, 2070 Zwijndrecht	Brand vrachtwagen aan laadkade van firma TTC
21	Zwijndrecht	30/06/2010	Pijlstraat 27, 2070 Zwijndrecht	Woningbrand
22	Zwijndrecht	21/09/2010	Westpoort 41/49, 2070 Zwijndrecht	Brand in voedingsbedrijf 'maurice mathieu'
23	Zwijndrecht	2/12/2011	Nieuwlandstraat 12, 9120 Beveren	Metaalbrand op schroothoop (Van Moer/ IPTS logistics)
24	Zwijndrecht	16/02/2012	Zwijndrechtsestraat 165, 2070 Zwijndrecht	Lekkage diesel
25	Zwijndrecht	24/09/2013	Smoutpot 51, 2070 Zwijndrecht	Brand op boerderij
26	Zwijndrecht	14/11/2013	Krijgsbaan 355, 9150 Kruikebeke	Brand lokaal Hells Angels
27	Zwijndrecht	18/03/2015	Statiestraat, 2070 Zwijndrecht	Haagbrand
28	Zwijndrecht	5/01/2016	Groete Baan 218, 9120 Beveren	Woningbrand

Nr	Deelgebied	Datum	Adres	Omschrijving
29	Zwijndrecht	28/01/2017	Neerbroek 46/47, 2070 Zwijndrecht	Brand appartementsgebouw
30	Zwijndrecht	17/03/2018	Molenstraat 192, 2070 Zwijndrecht	Woningbrand
31	Zwijndrecht	23/08/2018	E17, ter hoogte afrit Zwijndrecht	Caravanbrand
32	Zwijndrecht	1/05/2019	Kaaiplein 19, 2070 Zwijndrecht	Brand appartementsgebouw
33	Zwijndrecht	28/08/2019	Statiestraat 110, 2070 Zwijndrecht (ter hoogte van)	Brand hoogspanningscabine
34	Zwijndrecht	6/02/2021	Boomgaardstraat 68, 2070 Zwijndrecht	Tuinbrand
35	Zwijndrecht	12/02/2021	Groete Baan 74, 9120 Beveren	Brand in lijnbus
36	Zwijndrecht	22/03/2021	Pastoor Coplaan 20, 2070 Zwijndrecht	Woningbrand
37	Zwijndrecht	14/04/2021	Lindenstraat 88, 2070 Zwijndrecht	Tuinhuisbrand
38	Zwijndrecht	19/07/2021	Antwerpsesteenweg 322, 2070 Zwijndrecht	Loodsbrand op bedrijventerrein
39	Zwijndrecht	31/03/2022	Neerstraat, 2070 Zwijndrecht	Brandstichting in Vredesbos aan Neerstraat
40	Zwijndrecht	3/07/2022	Hoefijzersingel, ter hoogte afrit Zwijndrecht	Autobrand
41	Zwijndrecht	5/08/2022	Varenstraat 25, 2070 Beveren	Brand in leegstaand tuinbouwbedrijf
42	Zwijndrecht	13/11/2022	Richard Orlentstraat 1, 2070 Zwijndrecht	Wagenbrand naast Heilig-kruiskerk

Bovenstaande locaties zijn met hun bijhorende nummer aangeduid op Figuur 3.

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, de DOV 'PFAS-verkenner'¹⁸, 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, met tussen haakjes achteraan het nummer waarmee ze op Figuur 3 staan aangeduid:

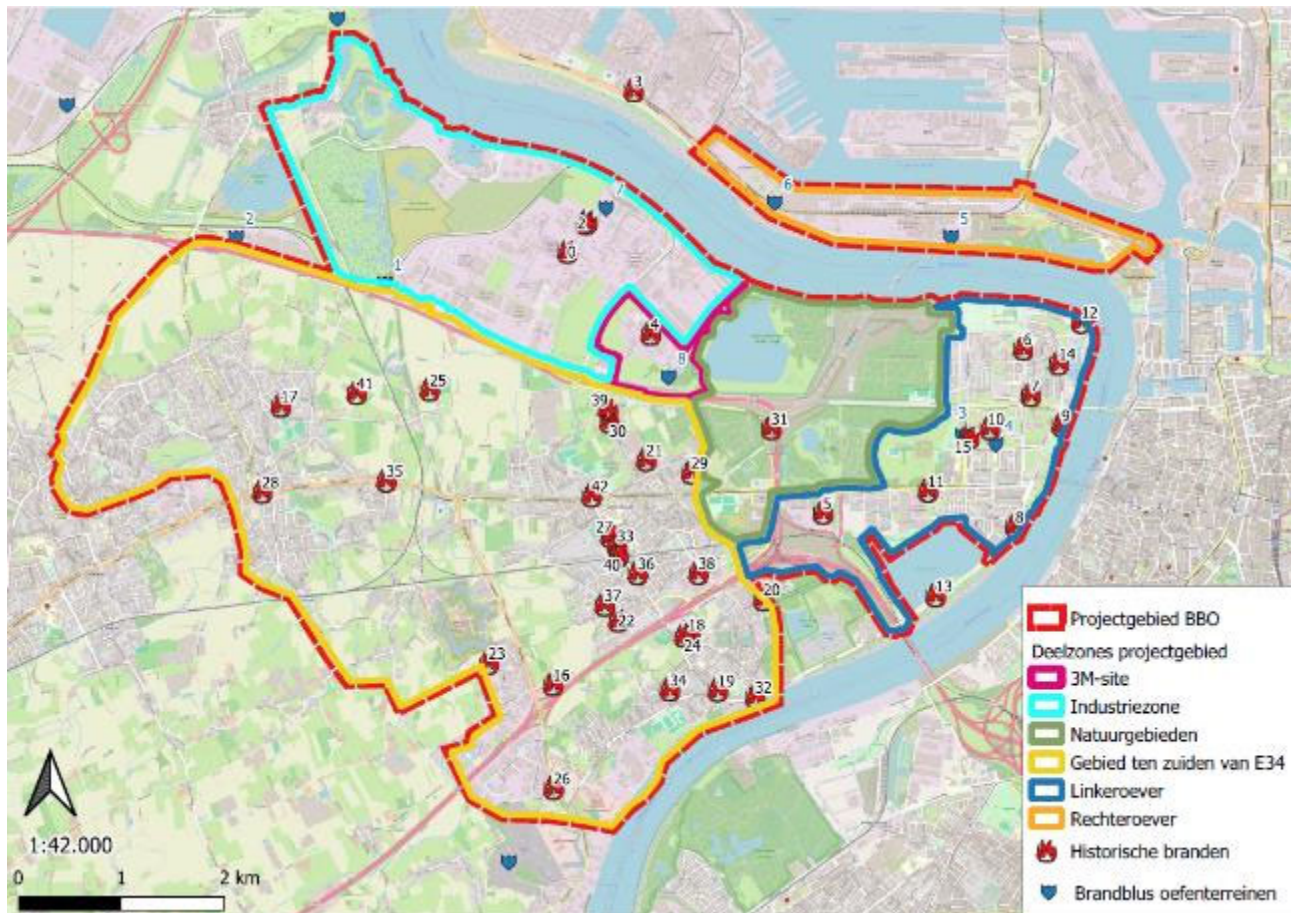
- het Industrieel Opleidings- en Trainingscentrum voor Veiligheid en Noodsituaties (ISEC) aan de Keetberglaan in Beveren, enkele kilometers ten westen van het 3M-terrein (1);
- het brandweeropleidingscentrum in Melsele, gelegen Keetberglaan 7 in Beveren (2);
- de brandweeroefenplaats Linkeroever, gelegen aan de Halenwijnlaan 82 te Antwerpen (3);
- een oefenterrein in Linkeroever, gelegen aan de Emile Verhaerenlaan 20 te Antwerpen (4);
- de brandoefeninstallatie van Total, gelegen op de Rechteroever aan de Scheldelaan 4 (5);

¹⁸ DOV [PFAS \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be)

- de brandoefenfaciliteit van ExxonMobil, gelegen aan de Scheldelaan 676, Rechteroever (6);
- de brandoefenfaciliteit van Ineos, gelegen op hun bedrijfsterrein aan de Nieuwe weg (7);
en
- de locatie op de 3M-site waar de kwaliteit van het brandblusschuim is getest tot 2002 (8).

Met uitzondering van brandweeroefenlocatie 2, liggen deze allemaal binnen het projectgebied van het voorliggend onderzoek.

ILLUSTRATIE 2-21 AANDUIDING BRANDEN EN BRANDWEEROEFENLOCATIES



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 gebruik maakt(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). Informatie over bekende brandincidenten is reeds opgenomen in Tabel 2-5.

In het kader van voorliggend BBO zijn de industriële bedrijven in de omgeving van de 3M-site gecontacteerd om verdere informatie te bekomen over het mogelijke gebruik van PFAS-houdend schuim. Bedrijven waarbij de aanwezigheid of gebruik van PFAS houdend schuim bekend zijn, staan hieronder opgelijst:

- 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 liggen¹⁹;
- Op de Borealis site zijn in het verleden periodieke blusoefeningen uitgevoerd. Er is geen verdere informatie beschikbaar over de samenstelling van het eventuele schuim. Momenteel zou er geen PFAS houdend blusschuim meer aanwezig zijn op de terreinen; en
- Op de Kuraray site, gelegen aan Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht, is sinds 2016 een vaste schuimblusinstallatie aanwezig welke gebruik maakt van PFAS houdend schuim. Er werd evenwel geen melding gemaakt van het gebruik van PFAS houdend schuim voor blusoefeningen of bestrijding van branden. Alle bekende blusoefeningen vonden plaats op vloeistofdichte terreinen.

Volgende bedrijven zijn eveneens gecontacteerd maar konden geen verdere informatie verstrekken over het eventuele gebruik van PFAS-houdend schuim, of wensten deze vraag niet te beantwoorden:

- Op de Maintenance Partners Belgium nv site, gelegen aan Vitshoekstraat 6, 2070 Zwijndrecht, is geen informatie beschikbaar over vroegere brandincidenten. Het automatische brandbestrijdingssysteem maakt geen gebruik van PFAS houdende schuimen. Het is echter onduidelijk of in het verleden mogelijk oefeningen georganiseerd werden met blusschuimen;
- Op de voormalige Baloise site, gelegen aan Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht, is geen informatie beschikbaar over brandincidenten of blusoefeningen;
- Op de Nippon Shokubai Europe site, gelegen aan Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht, zouden geen brandincidenten of oefeningen met blusschuim plaatsgevonden hebben; en
- INEOS, dat een groot deel van de naburige industrieterreinen beheert, wenste geen informatie te verstrekken over vroegere brandincidenten of het eventuele gebruik van PFAS houdende schuimen bij blusoefeningen.

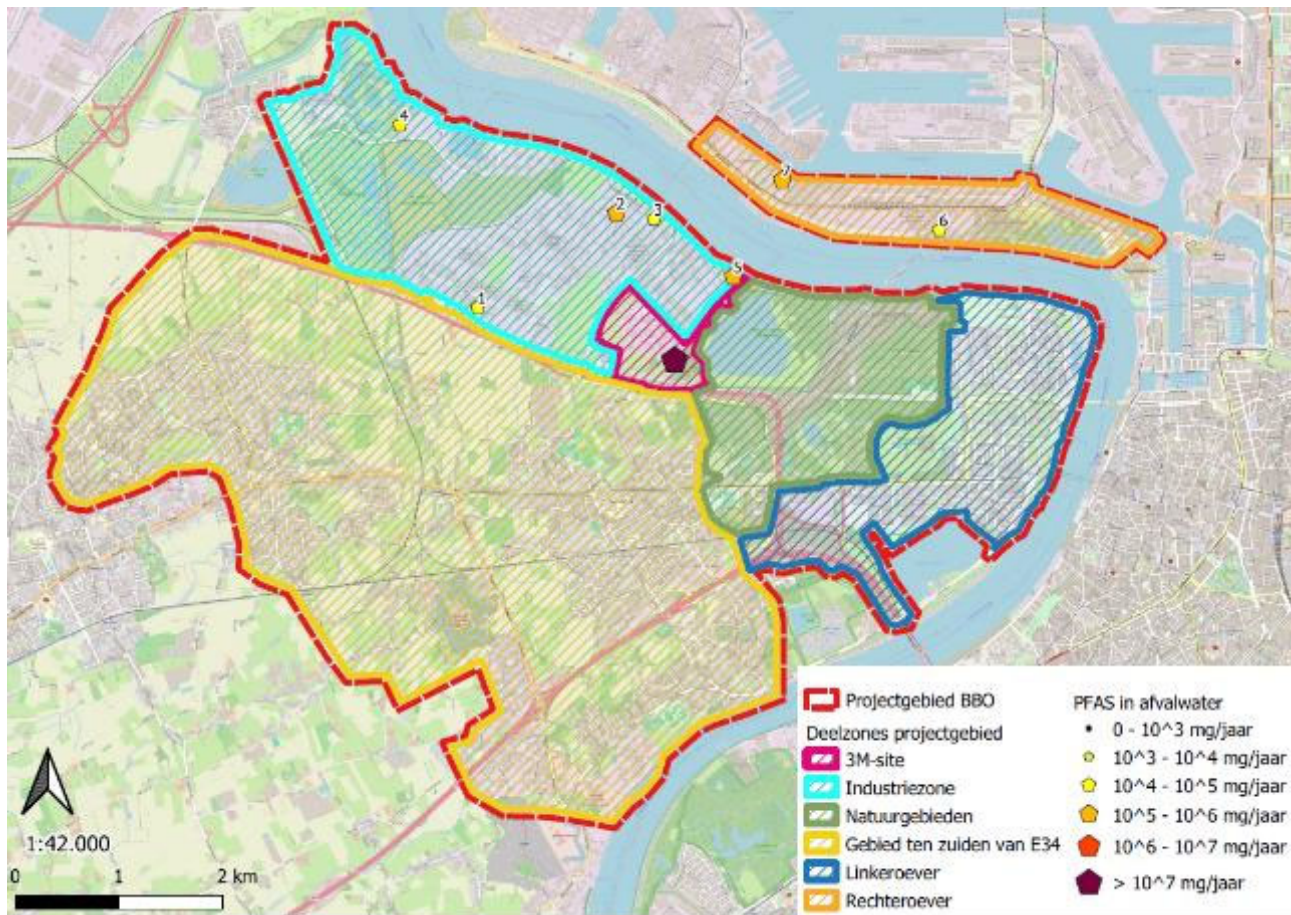
2.8.2 AANWEZIGHEID VAN PFAS IN AFVALWATER

In de op de DOV-website gepubliceerde PFAS-viewer zijn de volgende bedrijven binnen het projectgebied geïdentificeerd met PFAS-verbindingen in hun afvalwater²⁰, volgens een laatste controle op 1 december 2023. Deze bevinden zich hoofdzakelijk binnen de industriezone rondom de 3M-site. De ligging van deze bedrijven is te vinden op onderstaande illustratie. In de oplijsting onder deze illustratie is de nummer van het bedrijf zoals weergegeven op de illustratie tussen haakjes weergegeven.

¹⁹ Leren van interventies – Case study: Schuiminjectie in magazijn gevaarlijke stoffen – manschappen verloren in het schuim. [retex_schuimincident - katoen_natie_dd20.04.2018.pdf \(civiele-bescherming.be\)](#)

²⁰ PFAS-viewer en bijbehorende informatie inzake lozing kunnen worden geraadpleegd op de webpagina [PFAS \(vlaanderen.be\) \(dd. 01/12/2023\)](#)

ILLUSTRATIE 2-22 LOCATIES MET PFAS IN AFVALWATER (DOV-VIEWER)



- Van Moer Cleaning & Repair, gevestigd op Vitshoekstraat 7, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 2.070 mg PFOS/jaar, 20.100 mg PFAS/jaar, in 2019)(1);
- Ineos, gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 714.000 mg PFOS/jaar, 943.000 mg PFAS/jaar, in 2019) (2);
- Exxon Mobil Petroleum & Chemical bv - Antwerp Polymer plant, gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 13.000 mg PFAS/jaar, in 2011) (3);
- DEME Contractors, - slibverwerkingscentrum 'Krankeloon', dichtstbijzijnde adres is Kapeldijkstraat 2X, 9120 Beveren (gerapporteerde lozing van 4.380 mg PFOS/jaar, 35.600 mg PFAS/jaar, in 2018) (4);
- Arlanxeo Belgium, gevestigd op Canadastraat 21, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 63.300 mg PFOS/jaar, 104.000 mg PFAS/jaar, in 2018) (5);
- TotalEnergies Polymers Antwerp, gelegen aan Scheldelaan 4, 2030 Antwerpen (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 23.600,00 mg PFAS/jaar in 2012) (6); en
- Columbus-HTC, gelegen aan Zwarteweg, 2030 Antwerpen (gerapporteerde lozing van 2.610,00 mg PFOS/jaar, 196.000,00 mg PFAS/jaar in 2019) (7).

Voor de volledigheid, de gepubliceerde PFOS-lozing van de 3M-locatie op dezelfde website bedroeg 325.000 mg PFOS/jaar, 88.300.000 mg PFAS/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.

2.8.3 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 OVAM²¹. De stortplaatsen zijn aangegeven op Figuur 3.

2.8.4 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 binnen de projectzone 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);
- Wascenter Netezon (Waterhoenlaan 20, Linkeroever, Antwerpen);
- Wassalon Raja (Pieter Doorlantlaan 11A, Linkeroever, Antwerpen);
- Wassalon Lavanet (Waterhoenlaan 20, Linkeroever, Antwerpen); en
- Wassalon Linkeroever (Pieter Doorlantlaan 7, Linkeroever, Antwerpen).

2.8.5 RUIMEN VERONTREINIGD SLIB

Ruimingswerken van oppervlaktewaters en grondverzet kunnen zorgen voor verspreiding van PFAS-houdend sediment en gronden binnen het projectgebied. Analyses uitgevoerd op het slib in de Palingbeek hebben bijvoorbeeld aangetoond dat er PFAS-componenten aanwezig zijn.

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. Volgens informatie bekomen van de Provincie Antwerpen worden slibruiming van de waterlopen enkel per uitzondering, in het geval van een schadelijke ophoping, uitgevoerd. Hierbij worden steeds stalen genomen om de verontreinigingsgraad van het slib te bepalen. Het geruimde slib en sediment wordt indien nodig afgevoerd naar een erkend verwerker. Het is evenwel niet bekend of in dat kader PFAS-analyses zijn uitgevoerd op het slib.

Naast het ruimen van het slib wordt er elk jaar ook minstens één kruidruiming gedaan, waarbij het kruid uit de waterloop wordt verwijderd. Dit kruid wordt binnen de 5 m zone langsheen de waterloop gedeponereerd, tenzij dit om specifieke redenen niet kan. De laatste kruidruiming van de Palingbeek was in 2011. Sommige beken, zoals de Rotbeek en de Laarbeek krijgen in de

²¹ [Kaart stortplaatsen in Vlaanderen](#)

zomer een extra kruidruiming om waterlast te voorkomen. Het is niet uit te sluiten dat deze vegetatie die op de oever wordt gedeponeerd PFAS houdend is

Volgens informatie van de Provincie Antwerpen is de Palingbeek voor het laatst geruimd in 2012 door de gemeente Zwijndrecht. Deze ruiming zou echter niet volgens de geldende procedure uitgevoerd zijn waardoor verontreinigd slib in het natuureservaat Blokkersdijk terecht kwam. In een artikel in de Gazet van Antwerpen van 28 februari 2012²² is melding gemaakt van deze ruiming. De gemeente zorgde later voor de opkuis van deze verontreiniging. Het slib werd destijds bemonsterd maar niet op PFAS onderzocht.

Een soortgelijke ruiming van andere waterlopen in het projectgebied (waaronder de Rotbeek, Laarbeek, de Vlietbosbeek, ...), kan niet uitgesloten worden. Hierover is geen informatie verstrekt door de Provincie Antwerpen of de VMM.

Volgens een artikel in Het Laatste Nieuws van 21 mei 2020²³ bevindt zich in de visvijver nabij de schans Halve Maan ruim 10.000 m³ slib dat verontreinigd is met PAK's en zware metalen. Het is evenwel onduidelijk of in het verleden ruiming van dit slib plaatsvond waarbij de oevers mogelijk gecontamineerd werden.

In opdracht van de OVAM zijn er grond- en oppervlaktewaterstalen ²⁴genomen van de Karperreed, een gracht die parallel loopt met de Keetberglaan, ten noorden van de E34 langsheen de bedrijfsterreinen. In deze grondstalen net naast de waterloop 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 éénvoudig 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.

Tot slot heeft de provincie in januari 2022 een schepstaal laten nemen door het PIH van regenwater dat via een betonnen leiding in de Karperreed geloosd wordt. Deze leiding is aanwezig ter hoogte van het rond punt aan de Keetberglaan en de Nieuwe weg. Het Schepstaal is onder andere geanalyseerd naar PFAS door het laboratorium van PIH. De analyseresultaten tonen aan dat verschillende PFAS-componenten aanwezig zijn, met PFOS als belangrijkste component met 1.250 ng/l. daarnaast zijn ook PFBA, PFHxA, PFOA, PFBS, PFHxS, PFBSA en PFHxSA aangetoond boven de rapportagegrens. Het PIH besluit in zijn rapport²⁵ dat het watermonster naast regenwater mogelijk ook grondwater bevat: het arseen gehalte in het staal is hoog voor regenwater en kan in de gemeten concentraties voorkomen in grondwater, en PFAS is gekend aanwezig in het grondwater in Zwijndrecht.

2.8.6 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 terechtkomen. PFAS worden toegepast in formuleringen pesticiden en beschermingsmiddelen, en kunnen ook aanwezig zijn in

²² [Vervuild slib op oever Palingbeek in Zwijndrecht \(Zwijndrecht\) | Gazet van Antwerpen \(gva.be\)](#)

²³ [Gemeente koopt schans Halve Maan aan, visclub mag blijven | Zwijndrecht | hln.be](#)

²⁴ In het gewijzigd tweede gefaseerd BBO was melding gemaakt van sediment en oppervlaktewaterstalen, maar intussen is het duidelijk dat het om grondstalen gaat en niet om sedimentstalen

²⁵ Afvalwater Karperreed Provincie Antwerpen Dienst Integraal Waterbeleid. Opgesteld door PIH op 31 januari 2022, met referentie AW/DOV/22/01.

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, wat gebruikt wordt tijdens de het productieproces. Het uitrijden van mest afkomstig uit beerputten op landbouwakkers kan mogelijks aanleiding geven tot een aanrijking met 6:2 diPAP, het is geweten dat dit ester verder kan afbreken naar andere PFAS-verbindingen zoals PFHxA, PFHpA en PFBA.

Naast bovenvermelde activiteiten, zijn er ook nog andere activiteiten bekend waar PFAS is gebruikt. Op basis van de OVAM-richtlijn 'PFAS-onderzoek' van 4 april 2022 zijn activiteiten ingedeeld volgens de kans op vrijkomen van PFAS in het milieu. Het betreft onder meer 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 een inventarisatie gemaakt van het bestaan van dergelijke mogelijke risico-activiteiten binnen het industriële deel van het projectgebied. Een beknopt overzicht van de omliggende bedrijven en hun voornaamste activiteiten in deze deelzone wordt gegeven in Tabel 2-6. Voor de rest van het projectgebied is deze oefening niet gedaan, gezien het over het algemeen kleinere industriële bedrijven zijn die daar gevestigd zijn. De ligging van deze bedrijven is aangeduid op Illustratie 2-23 onderaan de tabel.

Op basis van de beschikbare informatie zou slechts één van de naburige bedrijven activiteiten uitvoeren welke volgens de OVAM-richtlijn kunnen leiden tot een verhoogd risico op vrijzetten van PFAS in het milieu. Het gaat hier om het 'Normec ISEC' trainingscentrum, gelegen aan Keetberglaan 1065 te Beveren, waar industriële blusopleidingen georganiseerd worden. Hoewel de hoofdactiviteit van de andere industriële burens niet uit rechtstreekse risicoactiviteiten bestaat, is er steeds de mogelijkheid voor het vrijkomen van PFAS ten gevolge van bijvoorbeeld blusoefeningen of brandbestrijding. Concreet betekent dit dat er wel nog PFAS-verontreiniging in de bodem kan aanwezig zijn, ontstaan door activiteiten op de site zelf, ondanks in onderstaande tabel een site als PFAS-onverdacht staat vermeld. Zo staat bijvoorbeeld Arlanxeo in de lijst als 'niet PFAS-verdacht', terwijl deze site ingekleurd staat als PFAS-verdacht op de PFAS-verkenner. Beschikbare informatie rond het gebruik van blusschuim is opgenomen in paragraaf 2.8.1.

Bijkomend aan de industriële activiteiten in deze zone kan ook grondverzet zorgen voor verspreiding van PFAS-houdende gronden. Hierover is echter weinig informatie gekend.

TABEL 2-6 EVALUATIE PFAS-VERDACHTE ACTIVITEITEN VAN INDUSTRIËLE BUREN (DEELZONE INDUSTRIE) VOLGENS RICHTLIJNEN OVAM

Naam	Adres	Activiteiten	PFAS verdacht (OVAM) ²⁶
Mexico Natie (Blue star storage)	Canadastraat 13, 2070 Zwijndrecht	Logistiek: containers (oa melkpoeders), staal, etc.	Nee
Arlanxeo Belgium nv	Canadastraat 21, 2070 Zwijndrecht	Verwerkende chemie: productie synthetische rubbers	Nee

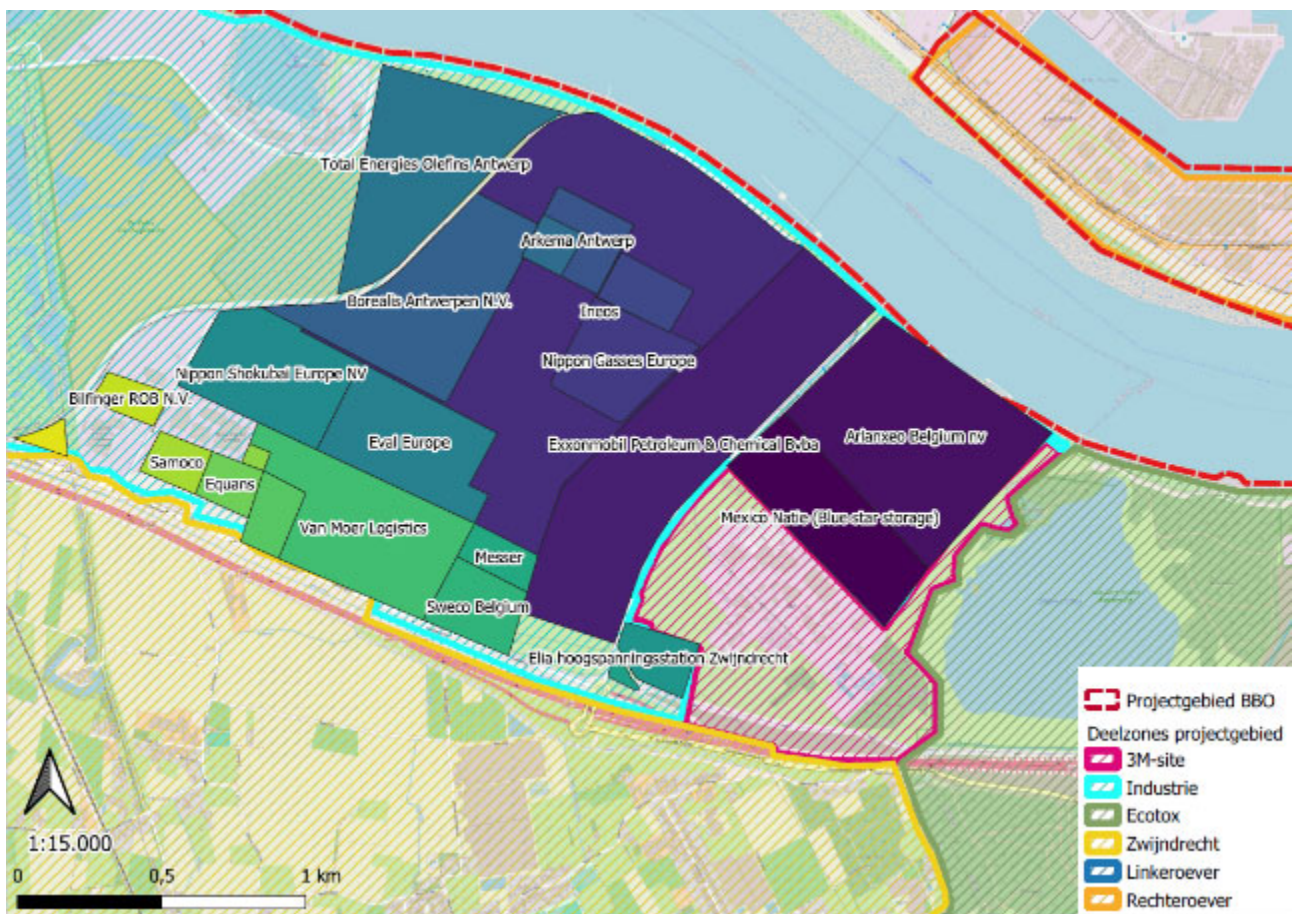
²⁶ Richtlijn PFAS-onderzoek - herziening april 2022 - Grondbank

Naam	Adres	Activiteiten	PFAS verdacht (OVAM) ²⁶
Exxonmobil Petroleum & Chemical Bvba	Canadastraat 20, 2070 Zwijndrecht	Petrochemie: olieproducten, chemische solventen, intermediären	Nee
Ineos	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Petrochemie oxide installatie: ethyleen, oxo-alcoholen	Nee
Nippon Gasses Europe	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Industrial gas supply: oxygen, nitrogen, etc.	Nee
Toptech Europe	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Automatie en datamanagement	Nee
Arkema Antwerp	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Basischemie: alkoxyaten productie	Nee
Borealis Antwerpen N.V.	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Basischemicaliën: polyolefinen	Nee
CECA Belgium	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Deel van Arkema groep: alkoxyaten	Nee
Total Energies Olefins Antwerp	Scheldelaan 10/N101, 2030 Antwerpen	Olefinen productie: naftakrakers	Nee
Eval Europe (Kuraray)	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Productie Ethyleen-vinylalcohol (EVOH)	Nee
Nippon Shokubai Europe NV	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Productie superabsorberende polymeren	Nee
Metalon	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Industriële logistiek (vooral plastic korrels voor Kuraray)	Nee
Elia hoogspanningsstation Zwijndrecht	Canadastraat 11, 2070 Zwijndrecht	Transformatoren voor hoogspanning	Nee
Messer	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Verdeling en opslag van industriële en medische gassen	Nee
Sweco Belgium	Nieuwe Weg 1, 2070 Zwijndrecht	Engineering consulting	Nee
Van Moer Logistics	Keetberglaan, Haven 1054, Vitshoekstraat 11, 2070 Zwijndrecht	Logistiek: bulk en vloeistofcontainers, paletten	Nee
Katoennatie LIS (liquid services)	Vitshoekstraat 7, 2070 Zwijndrecht	Logistiek	Nee
Equans	Vitshoekstraat 5, 2070 Zwijndrecht	Design, installatie en onderhoud van technische infrastructuur	Nee
Mennens Belgium NV	Vitshoekstraat 10, 2070 Zwijndrecht	Levering en onderhoud van kranen en hijsmateriaal	Nee
Samoco	Vitshoekstraat 1, 2070 Zwijndrecht	Industriële montage en verhuis, kraandiensten	Nee

Naam	Adres	Activiteiten	PFAS verdacht (OVAM) ²⁶
Bilfinger ROB N.V.	Boereveldseweg 4, 2070 Zwijndrecht	Mechanische werkzaamheden en pijpleidingprojecten	Nee
Normec ISEC	1065, Keetberglaan, 9120 Beveren	Industriële opleidingen, waaronder brandbestrijding	Ja

*Uitvoering van grondverzet is niet opgenomen in het overzicht van risico-activiteiten in de 'Richtlijn PFAS-onderzoek (OVAM 2022)'

ILLUSTRATIE 2-23 LIGGING BEDRIJVEN IN DEELZONE INDUSTRIEZONE (VOLGENS TABEL 2-6)



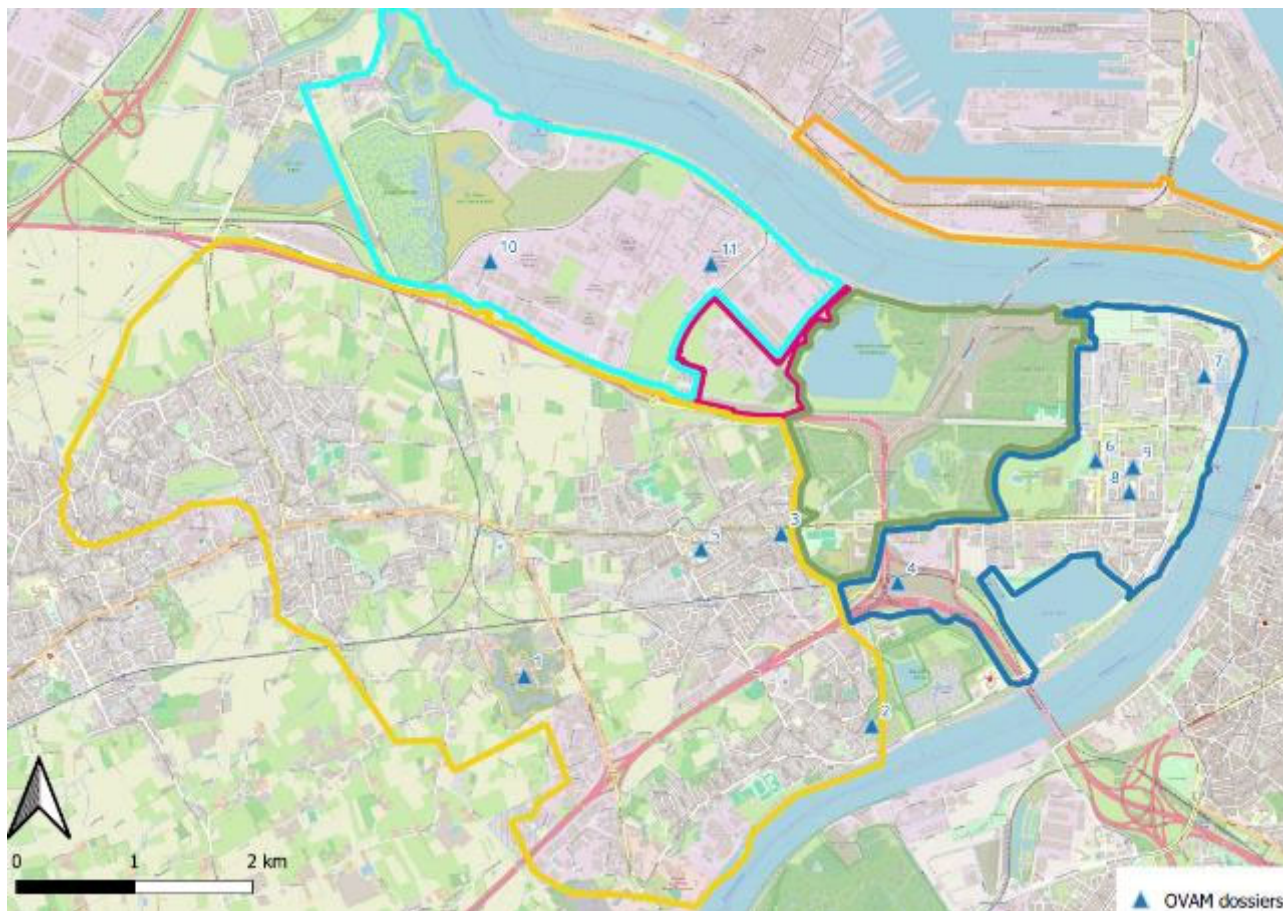
2.8.7 BIJ OVAM BEKENDE DOSSIERS

Binnen het projectgebied zijn meerdere locaties bekend waar bodemonderzoeken hebben aangetoond dat PFAS aanwezig is in grond en/of grondwater door activiteiten op die locatie die losstaan van de activiteiten van 3M Belgium.

Op 5 juli 2023 heeft OVAM een lijst bezorgd met opdrachten in de gemeenten Zwijndrecht, Beveren en Antwerpen Linkeroever waarin analyses op PFAS zijn opgenomen en die sinds 1 januari 2022 zijn ingediend bij de OVAM. De rapporten van deze lijst die binnen het projectgebied van het BBO liggen zijn samen met de dossiers voormalige luchtvaartschool Linkeroever, voormalige directeurswoning Sidal en Garden center Holding, dewelke niet in die

lijst voorkomen, in deze sectie besproken. De ligging van deze dossiers is aangeduid op de illustratie hieronder.

ILLUSTRATIE 2-24 LIGGING BIJ OVAM GEKENDE DOSSIERS & DOSSIERS MET PFAS



Het laatste rapport dat opgenomen is in dit BBO is opgevraagd op 5 december 2023 en betreft het dossier van Basisschool De Krinkel, waarvan de gegevens en het rapport pas later beschikbaar waren. De analysegegevens van dit dossier zijn niet mee opgenomen in de databank, en dus niet mee verwerkt bij de algemene evaluatie van de gegevens binnen het projectgebied.

In de volgende paragrafen is een beknopt overzicht gegeven van de bekende PFAS gerelateerde dossiers en hun conclusies, per zone van het projectgebied.

2.8.7.1 ZONE ZWIJNDRECHT

Fort Brosius

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

De verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging, gezien de ouderdom van de vestiging op de onderzoekslocatie 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.

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 BBO lopende, in opdracht van de OVAM, voor een VOCl verontreiniging in het grondwater (D-95224).

Gezien de onderzoekslocatie zich in de gemeente Zwijndrecht bevindt, is door de OVAM gevraagd 2 bodemmonsters 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 (perfluorbutaanzuur (PFBA)).

Op het naastliggende terrein, perceel 500H3, was in het verleden een aluminiumfabriek aanwezig (periode 1933-1993). Het is niet geweten of er daarbij PFAS-houdende stoffen zijn 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.

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 bodemmonsters 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 zijn door de bodemsaneringsdeskundige ABO beschouwd 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 is gedempt op het perceel en dat de loop van deze beek is 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 gemeten is. De 2de peilbuis PBS1-1-1 die op dit kleine perceel is geanalyseerd, heeft een veel lagere som PFAS totaal gehalte van 804 ng/l, met daarvan slechts 8 ng/l PFOS.

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 bodemonsters genomen en in twee ondiepe peilbuizen zijn grondwatermonsters genomen.

De maximale gemeten PFOS-concentratie in grond is 5,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds. De maximale gemeten concentratie in grondwater is 51 ng/l (voor het fluortelomeer 6:2 FTS).

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

Knoop E17-R1 te Zwijndrecht

Naar aanleiding van de 'Infrastructuurwerken Linkeroever' is door Sweco Belgium bv, in opdracht van Lantis, een gefaseerd BBO uitgevoerd op de locatie autosnelweg knoop E17-R1 (Antwerpen-West). De oorzaak voor dit BBO bestaat uit de mogelijke interferentie tussen de sanering van de regionale verontreinigingsproblematiek met PFAS in de bodem, en de realisatie van de Infrastructuurwerken Linkeroever. De onderzoekslocatie beslaat meerdere percelen. Voor geen van de betrokken percelen waren reeds PFAS-dossiers bekend bij OVAM.

De maximaal gemeten concentraties in grond voor PFAS-totaal, PFOS en PFOA zijn respectievelijk 36,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds, 35 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds en 1,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. De gemiddelde concentratie in de top laag over het volledige onderzoeksgebied (tussen maaiveld en 0,5 m-mv) is voor PFOS 3,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds en voor PFAS 3,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds. De hoogste concentraties zijn gemeten op een diepte van 0-0,5 m-mv.

In het grondwater is een maximale concentratie van 210 ng/l gemeten voor de som 20 PFAS. In de geclusterde peilbuizen is weinig onderscheid vastgesteld tussen de concentraties in het freatische water en deze gemeten aan de basis van de tweede watervoerende laag.

Tijdens dit onderzoek zijn geen duidelijke verontreinigingsbronnen voor PFAS geïdentificeerd binnen het projectgebied. De verontreiniging binnen de onderzoekslocatie wordt beschouwd als deel uitmakend van de regionale PFAS-verontreiniging. Hierbij is de PFAS-verontreiniging ter hoogte van de 3M-site als de voornaamste bronzone beschouwd. Eventuele co-mingling met lokale PFAS-bronnen wordt evenwel niet uitgesloten noch bevestigd.

Er komt een gemengde overwegend historische bodemverontreiniging voor met vnl. PFOS in het vaste deel van de aarde en met PFAS-verbindingen in het grondwater ter hoogte van de onderzoekslocatie. Uit de risico-evaluatie is gebleken dat van deze verontreiniging geen humane en/of ecotoxicologische bedreiging uitgaat. Tevens wordt geen ernstige bedreiging door verspreiding, betreffende de criteria "uitloging" en "verwaaiing", vastgesteld. De aangetoonde bodemverontreiniging geeft geen aanleiding tot bodemsanering.

Basisschool De Krinkel

In opdracht van OVAM heeft Talboom Milieu in de periode februari 2022 – september 2022 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd naar PFAS op het terrein gelegen aan Schoolstraat 30 te 2070 Zwijndrecht (1ste afdeling, sectie B, perceelnummers 847C3 en 847E3). Het onderzoek kaderde in bestek R0210605 – PFAS-onderzoek op hoog risico-locaties in Vlaanderen.

Dit verkennend bodemonderzoek heeft tot doel om uit te maken of er duidelijke aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van een bodemverontreiniging met PFAS en een eventuele noodzaak tot BBO bestaat. Dit onderzoek is uitgevoerd volgens de voorschriften zoals opgenomen in de 'Onderzoeksprotocol verkennend bodemonderzoek naar PFAS-verontreiniging door fluorhoudend blusschuim en thv PFAS-verdachte risicolocaties' (OVAM, versie april 2022).

De onderzoekslocatie komt voor in een woonzone waarin ook winkels en horecazaken gevestigd zijn. Op de locatie zelf zijn er geen activiteiten gekend die een verontreiniging met PFAS kunnen veroorzaken. De onderzoekslocatie ligt binnen een 'no regret'-zone met perimeter 3-5 km waarvoor reeds preventieve maatregelen gelden. Het onverharde deel van het perceel wordt beschouwd als gevoelige receptor voor atmosferische depositie, afkomstig vanaf de site van 3M.

Tijdens voormalige onderzoeken uitgevoerd door Arcadis Belgium NV in 2021 is de streefwaarde voor PFOS in het vaste deel van de aarde overschreden. De richtwaarde en de bodemsaneringsnorm zijn niet overschreden.

Voor het huidige onderzoek zijn in totaal 4 boringen voorzien, waarvan er 3 zijn afgewerkt tot peilbuis met diepte tot 4m-mv. De locaties van deze boringen zijn gekozen op de onverharde delen van het perceel welke ingericht zijn als speelplaats van de basisschool. In het vaste deel van de aarde is een maximale PFAS-concentratie van 6,2 µg/kg ds gemeten met PFOS en PFOA-concentraties van respectievelijk 4,7 µg/kg en 0,6 µg/kg ds.

In het rapport is de strengste toetsingswaarde gebruikt aangezien het een school betreft waar kinderen op onverharde locaties spelen en zo regelmatig in contact kunnen komen met de eventueel verontreinigde bodem. Onder deze omstandigheden is de toetsingswaarde BSN voor PFOS (3,8 µg/kg ds) overschreden. Voor PFOA en som PFAS is de richtwaarde voor geen enkel staal overschreden.

In grondwater is een maximale concentratie voor som 20 PFAS en som totaal PFAS van respectievelijk 650 ng/l en 669 ng/l gemeten. Hierdoor is de toetsingswaarde BSN voor zowel som 20 PFAS en som totaal PFAS overschreden. Bovendien is de detectielimiet van verscheidene kwantitatieve parameters overschreden met als hoogste uitschieters PFBA (140 ng/l), PFBS (160 ng/l) en PFBSA (89 ng/l).

Op basis van bovenstaande resultaten is besloten dat er geen duidelijke aanwijzingen zijn voor een ernstige bodemverontreiniging in het vaste deel van de aarde. In het grondwater is echter wel sprake van een DAEB.

De verontreiniging is niet ontstaan op het perceel zelf. De verontreiniging wordt gelinkt aan atmosferische depositie afkomstig van de 3M-site. De verontreiniging is als gemengd overwegend historisch beschouwd.

Er bestaat voor dit perceel de noodzaak tot uitvoering van een BBO. De prioriteitsklasse van het perceel is vastgelegd op 2c.

Voor de bodemverontreinigingen aan PFAS zijn geen voorzorgsmaatregelen of veiligheidsmaatregelen noodzakelijk.

2.8.7.2 ZONE LINKEROEVER

Brandweer Linkeroever

In opdracht van OVAM heeft Talboom Milieu een evaluatie gemaakt van de eerste resultaten in het onderzoek naar mogelijke PFAS-verontreinigingen op de terreinen van de oude brandweerkazerne, gelegen aan de Halewijnlaan 86 te Antwerpen (Antwerpen, afdeling 13, sectie N, perceel 855L). Dit onderzoek heeft tot doel om te bepalen of op basis van vroegere onderzoeken aanwijzingen bestaan voor de aanwezigheid van een PFAS-bodemverontreiniging. In het kader van dit onderzoek zijn geen bijkomende stalen verzameld voor analyse.

De gebruikte resultaten zijn afkomstig uit een verkennend bodemonderzoek opgemaakt door ABO, in opdracht van de stad Antwerpen, op 15 oktober 2021. Hierbij zijn 3 grondstalen met diepte van 0-0,2 m-mv geanalyseerd op aanwezigheid van PFAS. In het kader van dit onderzoek zijn geen peilbuizen geplaatst of bemonsterd.

De voormalige saneringsnorm voor PFOS (18 µg/kg ds) is overschreden in elk van de 3 stalen waarbij de maximaal gemeten concentratie 65,4 µg/kg ds bedroeg. De richtwaarde voor PFOA (3 µg/kg ds) is overschreden in 2 van de stalen waarbij de maximaal gemeten concentratie 25 µg/kg ds bedroeg. De totale concentratie voor de som PFAS loopt op tot 924,3 µg/kg ds.

Volgens de beoordeling van Talboom milieu is het uitgevoerde onderzoek onvolledig waardoor geen besluit DAEB en prioriteitsklasse bepaald kan worden. Bijkomende bemonstering van het vaste deel van de aarde en het grondwater wordt aangeraden. Bovendien is het noodzakelijk om de risicolocaties binnen het perceel in kaart te brengen en voor elk van deze locaties een minimum van 1 boring en peilbuis, met bemonstering van het grondwater, te voorzien om te voldoen aan het protocol inzake PFAS-verontreinigingen.

Vrije basisschool Sint-Anna Goethe

In opdracht van OVAM heeft Talboom Milieu in de periode februari 2022 – mei 2022 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd naar PFAS op het terrein gelegen aan Goethestraat 1 te 2050 Antwerpen (13de afdeling, sectie H, perceelnummer 735G6). Het onderzoek kaderde in bestek R0210605 – PFAS-onderzoek op hoog risico-locaties in Vlaanderen.

Dit verkennend bodemonderzoek heeft tot doel om uit te maken of er duidelijke aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van een bodemverontreiniging met PFAS en een eventuele noodzaak tot BBO bestaat. Dit onderzoek is uitgevoerd volgens de voorschriften zoals opgenomen in de 'Onderzoeksprotocol verkennend bodemonderzoek naar PFAS-verontreiniging door fluorhoudend blusschuim en thv PFAS-verdachte risicolocaties' (OVAM, versie april 2022).

Op de locatie zelf zijn er geen activiteiten gekend die een verontreiniging met PFAS kunnen veroorzaken. De onderzoekslocatie ligt binnen een 'no regret'-zone met perimeter 3-5 km waarvoor reeds preventieve maatregelen gelden. De locatie is beschouwd als een gevoelige receptor binnen de perimeter vanaf de site van 3M.

In totaal zijn 4 boringen voorzien, waarvan er 3 zijn afgewerkt tot peilbuis. De locaties van deze boringen zijn gekozen op de onverharde delen van het perceel welke ingericht zijn als speelplaats van de basisschool. In het vaste deel van de aarde is een maximale PFAS-concentratie van 9,1 µg/kg ds gemeten met PFOS en PFOA-concentraties van respectievelijk 4,4 µg/kg en 1,8 µg/kg ds.

In het rapport is de strengste toetsingswaarde gebruikt aangezien het een school betreft waar kinderen op onverharde locaties spelen en zo regelmatig in contact kunnen komen met de eventueel verontreinigde bodem. Onder deze omstandigheden is de toetsingswaarde BSN overschreden.

In grondwater is een maximale concentratie voor som 20 PFAS en som totaal PFAS van respectievelijk 413 ng/l en 421 ng/l gemeten. Hierdoor is de toetsingswaarde BSN voor som 20 PFAS overschreden.

Door overschrijding van de BSN in grond en grondwater is besloten dat er duidelijke aanwijzingen van een ernstige bodemverontreiniging zijn. De verontreiniging is niet ontstaan op het perceel zelf. De bron van de verontreiniging is niet bekend. De verontreiniging is worst-case als nieuw beschouwd.

Er bestaat voor dit perceel de noodzaak tot uitvoering van een BBO. De prioriteitsklasse van het perceel is vastgelegd op 2a.

Voor de bodemverontreinigingen aan PFAS zijn geen voorzorgsmaatregelen of veiligheidsmaatregelen noodzakelijk.

Basisschool De Dobbelsteen

In opdracht van OVAM heeft Talboom Milieu in de periode februari 2022 – september 2022 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd naar PFAS op het terrein gelegen aan Emile Verhaerenlaan 19 en +19 te 2050 Antwerpen (13de afdeling, sectie N, perceelnummers 811M3 en 811N3). Het onderzoek kaderde in bestek R0210605 – PFAS-onderzoek op hoog risico-locaties in Vlaanderen.

Dit verkennend bodemonderzoek heeft tot doel om uit te maken of er duidelijke aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van een bodemverontreiniging met PFAS en een eventuele noodzaak tot BBO bestaat. Dit onderzoek is uitgevoerd volgens de voorschriften zoals opgenomen in de 'Onderzoeksprotocol verkennend bodemonderzoek naar PFAS-verontreiniging door fluorhoudend blusschuim en thv PFAS-verdachte risicolocaties' (OVAM, versie april 2022).

De onderzoekslocatie betreft een basisschool. Er komen enkele onverharde zones voor. Er zijn geen risico-activiteiten uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Op de locatie zelf zijn er geen activiteiten gekend die een verontreiniging met PFAS kunnen veroorzaken.

De onderzoekslocatie ligt binnen een 'no regret'-zone met perimeter 3-5 km waarvoor reeds preventieve maatregelen gelden. De locatie wordt beschouwd als een gevoelige receptor binnen de perimeter vanaf de site van 3M. Ter hoogte van de volledige onderzoekslocatie kan een homogeen verspreide verontreiniging voorkomen ten gevolge van atmosferische depositie.

Op 10 november 2007 heeft er een brand plaatsgevonden in een oud gebouw van de vliegtuigbouwschool, aan de overzijde van de Emile Verhaegenlaan, ten noordwesten van de onderzoekslocatie. Hier is één peilbuis voorzien om na te gaan of de verontreinigingen aan PFAS in het vaste deel van de aarde en in het grondwater te linken zijn aan de brand.

In totaal zijn 4 boringen voorzien, waarvan er 3 zijn afgewerkt tot peilbuis. De locaties van deze boringen zijn gekozen op de onverharde delen van het perceel welke ingericht zijn als speelplaats van de basisschool. In het vaste deel van de aarde is een maximale PFAS-concentratie van 6,3 µg/kg ds gemeten met een PFOS-concentratie van 3,8 µg/kg. Voor PFOA is de detectielimiet niet overschreden.

De verhoogde concentratie aan 6:2 FTS en algemeen verschillende samenstelling van de gemeten componenten in het noordwestelijke staal wijzen op een gedeeltelijke impact ten gevolge van de brand in de nabijgelegen vliegtuigbouwschool.

In het rapport is de strengste toetsingswaarde gebruikt aangezien het een school betreft waar kinderen op onverharde locaties spelen en zo regelmatig in contact kunnen komen met de eventueel verontreinigde bodem. Onder deze omstandigheden is de toetsingswaarde BSN overschreden.

In grondwater is een maximale concentratie voor som 20 PFAS van 310 ng/l gemeten. Hierdoor is de toetsingswaarde BSN voor som 20 PFAS overschreden.

Door overschrijding van de BSN in grond en grondwater is besloten dat er duidelijke aanwijzingen van een ernstige bodemverontreiniging zijn. De verontreiniging is niet ontstaan op het perceel zelf. De verontreiniging wordt gelinkt aan de bedrijfsactiviteiten van 3M en de brand in de vliegtuigschool in 2007. De verontreiniging wordt als overwegend historisch beschouwd.

Er bestaat voor dit perceel de noodzaak tot uitvoering van een beschrijvend bodemonderzoek. De prioriteitsklasse van het perceel is vastgelegd op 2a.

Voor de bodemverontreinigingen aan PFAS zijn geen voorzorgsmaatregelen of veiligheidsmaatregelen noodzakelijk.

Voormalige luchtvaartschool Linkeroever

Door Witteveen+Bos Belgium N.V. is een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd op het terrein gelegen aan de Louis Paul Boonstraat 22 te Antwerpen naar aanleiding van een screening van PFAS-verdachte activiteiten. Deze activiteiten betreffen het éénmalige gebruik van fluorhoudend blusschuim ten gevolge van een zware brand in de voormalige luchtvaartschool in 2007. Bij de herontwikkeling van het perceel zijn de aanwezige gebouwen gesloopt voor de bouw van een nieuw woonzorgcentrum. Hierbij is de grond grotendeels afgegraven voor het plaatsen van een ondergrondse garage en kelders. Sinds 2020 is dit woonzorgcentrum actief.

De bemonsteringsstrategie per zone is opgesteld op basis van het "Onderzoeksprotocol verkennend bodemonderzoek voor PFAS-verontreiniging thv risicoactiviteiten met blusschuim" (OVAM, 12 augustus 2021). In totaal zijn 5 boringen voorzien tot 0,5 m-mv, waarbij de toplaag (0-15 cm-mv) telkens geanalyseerd is op PFAS. Bijkomend zijn 2 peilbuizen geplaatst, waarvan één stroomafwaarts gelegen.

In het vaste deel van de aarde is een maximale PFAS-concentratie van 1,3 µg/kg ds gemeten met PFOS en PFOA-concentraties van respectievelijk 0,7 µg/kg en 0,6 µg/kg ds. Voor geen van de boringen overschrijden de gemeten concentraties de richtwaarden.

In grondwater is een maximale concentratie voor de totale som PFAS van 225 ng/l gemeten. De hoogste concentratie is gemeten in de stroomafwaartse peilbuis. De normen voor de totale som PFAS in grondwater zijn niet overschreden.

Op basis van bovenstaande resultaten is besloten dat er voor grond en grondwater geen DAEB is vastgesteld. Er is dan ook geen prioriteitsklasse bepaald voor de site.

Er zijn geen voorzorgsmaatregelen of veiligheidsmaatregelen noodzakelijk ten opzichte van de geldende no regret maatregelen.

2.8.7.3 ZONE INDUSTRIE

Afvalbrand drugslab

Door Witteveen+Bos Belgium N.V. is in 2022 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd op het terrein gelegen aan de Boerenveldseweg 3, 2070 Zwijndrecht. Aanleiding voor dit onderzoek betreft het éénmalige gebruik van fluorhoudend blusschuim ten gevolge van een zware brand in september 2013.

Bij het blussen van de brand is gebruik gemaakt van zowel PFAS-houdend als niet PFAS-houdend blusschuim (klasse A-schuim en klasse B-schuim). In totaal is 40 liter schuim gebruikt. De vrachtwagencontainer die brand vatte, stond op een onverharde strook aan de rand van de baan. Er is een riolering aanwezig waarin afwatering van het bluswater plaatsvond.

In 2013 zijn volgende onderzoeks- en beheersmaatregelen uitgevoerd, onder milieukundige begeleiding van ABO, ten gevolge van het schadegeval. Er is een afgraving gebeurd van de visueel zichtbare verontreiniging die ontstaan is door de brand (afvalstoffen Aceton, Ethylamine, Piperonyl Methyl Keton (=PMK's)). Bovendien zijn de straatkolken en rioleringen gereinigd en is de zintuigelijke verontreiniging op het oppervlak van de nabijgelegen gracht, de Karperreed, opgezogen. Al deze maatregelen zijn uitgevoerd binnen een periode van 1 week na de brand. Destijds is een eventuele PFAS-verontreiniging ten gevolge van de brand niet onderzocht.

De bemonsteringsstrategie per zone is opgesteld op basis van het "Onderzoeksprotocol verkennend bodemonderzoek naar PFAS-verontreiniging door fluorhoudend blusschuim en t.h.v. PFAS-verdachte risicolocaties" (OVAM, 14 december 2021). In totaal zijn 2 boringen (B1 en B2) voorzien in de groenstroken aan de rand van de baan, waarbij de toplaag (B1: 0-0,2 m-mv, B2: 0-0,1 m-mv) geanalyseerd is op PFAS. Bijkomend is stroomafwaarts 1 peilbuis geplaatst. Bij installatie van de peilbuis is eveneens de toplaag (0-0,1 m-mv) geanalyseerd op PFAS. De boringen en peilbuis bevinden zich in de zone van de afgravingen. Volgens beschikbare informatie is in 2013 geen nieuwe grond aangevuld na afgraving waarvoor stalen van de toplaag nog steeds representatief zijn.

In het vaste deel van de aarde is een maximale PFAS-concentratie van 5,2 µg/kg ds gemeten met PFOS en PFOA-concentraties van respectievelijk 4,9 µg/kg en 0,6 µg/kg ds. Voor één van de drie boringen is de richtwaarde voor PFOS overschreden. De richtwaarden voor som PFAS en PFOA zijn niet overschreden.

In grondwater is een maximale concentratie voor de totale som PFAS van 2.302 ng/l gemeten. De belangrijkste componenten, gerangschikt naar afnemende concentratie, zijn PFFPA, 6:2 FTS,

PFHxA en PFOS. Deze zijn samen goed voor ongeveer 80% van de gemeten concentratie. De norm voor de totale som PFAS in grondwater is overschreden.

Op basis van bovenstaande resultaten is besloten dat er voor de verontreiniging met PFAS in het vaste deel van de aarde geen DAEB is vastgesteld. In het grondwater is er echter sprake van een duidelijke aanwijzing voor een ernstige bodemverontreiniging. Aangezien deze verontreiniging mogelijk het gevolg is van het gebruik van blusschuim in 2013 is deze als nieuwe verontreiniging beschouwd. Evenwel wordt een beperkte bijdrage, via atmosferische depositie, van de verontreinigingsbron ter hoogte van de nabijgelegen 3M-site niet uitgesloten.

Op basis van de prioriteitsindex is aan deze verontreinigingen een prioriteitsklasse 5c toegekend.

Voor de bodemverontreiniging met PFAS zijn geen voorzorgsmaatregelen of veiligheidsmaatregelen noodzakelijk.

ExxonMobil – schadegeval slop spill lijn E

Door Arcadis is een evaluatierapport opgesteld voor het onderzoek, de saneringswerken en de milieukundige begeleiding uitgevoerd op de site van ExxonMobil Petroleum & Chemical bv – Antwerp Polymers Plant, gelegen aan Canadastraat 20 te 2070 Zwijndrecht, ten gevolge van een schadegeval met slop (vinylacetaathoudende smeeroilie van een compressor) ter hoogte van reactorlijn E dd. 07/09/2022.

Op 7 september 2022 heeft het schadegeval zich voorgedaan als gevolg van het overlopen van de leksigaar ter hoogte van E-lijn. Er zou volgens de exploitant minder dan 25 kg slop zijn vrijgekomen. Het slop bestaat uit vinylacetaathoudende smeeroilie van een compressor.

Tijdens de behandeling van het schadegeval is de verontreinigde zone in de mate van het mogelijk afgegraven tot een diepte van 75 cm-mv, onder begeleiding van Arcadis Belgium nv.

Analyseresultaten van de aanvulgrond tonen aan dat deze PFAS-concentraties bevat welke de waarden voor vrij gebruik overschrijden. De aanvulgrond zal op latere datum vervangen worden door nieuwe gronden en afgevoerd worden naar een erkend verwerker.

Op basis van de gemeten concentraties aan minerale olie in het vaste deel van de aarde zijn er bijkomende maatregelen noodzakelijk. Er is aldus de noodzaak tot het uitvoeren van een BBO. Bovendien is de gebruikte aanvulgrond, op basis van de aanwezige PFAS-concentratie, geclassificeerd als nieuwe verontreiniging. Deze verontreiniging wordt niet gelinkt aan het schadegeval met slop. Het is aannemelijk dat andere bronnen, waaronder mogelijk atmosferische depositie vanaf de 3M-site, de aanwezige gronden op de site contamineerden alvorens deze als aanvulgrond gebruikt zijn.

2.8.7.4 STAD ANTWERPEN

ABO-groep is door de stad Antwerpen aangesteld voor de uitvoering van een oriënterend bodemonderzoek (Verkennend bodemonderzoek PFAS, opgemaakt door ABO op 15/10/2021 met referentie 31677/SBL) naar aanleiding van de aanwezigheid van verhoogde PFAS-concentraties in de oppervlakkige bodemlagen en het grondwater. Dit onderzoek is uitgevoerd in drie verschillende fases. Tijdens de eerste fase zijn 3 grondstalen uit de bovenste bodemlaag in duplicaat verzameld op 4 locaties in linkeroever. Tijdens fase 2 zijn 17 grondstalen uit de bovenste bodemlaag verzameld op verscheiden locaties in Antwerpen,

Linkeroever, Ekeren, Merksem, Deurne en Wilrijk. Bijkomend is bronwater, afkomstig van gemeenschappelijke moestuinen op 5 plaatsen getest. Tenslotte zijn tijdens fase 3 peilbuizen geplaatst op 3 locaties waarbij verhoogde PFAS-concentraties zijn aangetoond in het grondwater. Hierbij zijn op elk van deze locaties grondstalen genomen van de laag onder de bovenste bodemlaag en van de bodemlaag nabij de grondwatertafel. Bijkomend zijn op deze 3 locaties ook verschillende gewasstalen verzameld.

De analyseresultaten zijn vergeleken met de toetsingswaarden zoals opgenomen in de richtlijn "Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en grondwater (Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties) uitgegeven door OVAM op 05/03/2021".

De hoogste PFAS-concentraties in Linkeroever zijn gemeten aan de brandweerkazerne op de Halewijnlaan 82. De gemeten concentraties in de bodemstalen zijn getoetst aan de op die moment geldige normen voor bestemmingstype III Residentieel gebruik. De voormalige saneringsnorm voor PFOS (18 µg/kg ds) is overschreden in elk van de 3 stalen waarbij de maximaal gemeten concentratie 65,4 µg/kg ds bedroeg. De richtwaarde voor PFOA (3 µg/kg ds) is overschreden in 2 van de stalen waarbij de maximaal gemeten concentratie 25 µg/kg ds bedroeg. De saneringsnorm voor PFOA is niet overschreden. Verhoogde concentraties zijn vastgesteld voor andere niet-genormeerde parameters waarbij de totale concentratie aan PFAS in één van de geteste bodemstalen opliep tot 1.100 µg/kg ds.

De stalen afkomstig uit de 'Biodroom' gemeenschapstuin, gelegen aan de August van Cauwelaertlaan te Linkeroever, zijn getoetst aan de op die moment geldige normen voor bestemmingstype II landbouwkundig gebruik. De richtlijnen voor PFOS en PFOA zijn niet overschreden voor deze stalen. De bodemsaneringsnormen voor PFOS en PFOA zijn eveneens niet overschreden. In het grondwater is de bodemsaneringsnorm voor PFOS en PFOA niet overschreden. De grondwaterstalen bevatten een PFOS-concentratie van 45 ng/l, PFOA is niet gedetecteerd. De niet-genormeerde parameters PFBA, PFPeA, PFHpA, PFHxS en PFBS zijn eveneens gedetecteerd.

Stalen afkomstig van de 'Lekkeroever' gemeenschapstuin, aan de Gloriantlaan, zijn getoetst aan de op die moment geldige normen voor bestemmingstype II landbouwkundig gebruik. De bodemsaneringsnormen voor PFOS (3,8 µg/kg ds) zijn overschreden in elk van de 3 stalen afkomstig uit de ondiepe bodemlaag, waarbij de maximale concentratie tot 14,4 µg/kg ds bedroeg. De bodemsaneringsnorm voor PFOA (4,3 µg/kg ds) is overschreden in één van de stalen waarbij de concentratie 4,4 µg/kg ds bedroeg. Tijdens de tweede fase van het onderzoek zijn grondmonsters verzameld uit de diepere bodemlagen. De bodemsaneringsnorm voor PFOS en de richtwaarde voor PFOA zijn overschreden in de bodemlaag tussen 0,2 en 0,5 m-mv. In één van de stalen is een verhoogde concentratie aan PFBA waargenomen in de zone tussen 0,2 en 0,5 m-mv. In de stalen genomen ter hoogte van de grondwatertafel, op een diepte van 2,2 tot 2,7 m-mv, zijn geen PFAS of PFOA-concentraties boven de detectielimiet aangetoond.

Tijdens fase 3 van het onderzoek heeft ABO een peilbuis geplaatst. Hierin zijn geen waarden boven de bodemsaneringsnorm gemeten voor PFOS of PFOA. De grondwaterstalen bevatten een concentratie van 16 ng/l voor PFOS en 26 ng/l voor PFOA. Volgende niet-genormeerde parameters zijn eveneens gedetecteerd; PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFBS, PFPeS en PFHxS. Bijkomend zijn gewasstalen verzameld voor analyse. Hierin zijn geen PFOS of PFOA-concentraties gedetecteerd met uitzondering van de stalen van de Amerikaanse blauwe bes

(zowel gewassen als ongewassen) en de zuring (enkel ongewassen). Bovendien zijn de niet-genormeerde parameters PFBS, PFBA en PFPeA vastgesteld in de Amerikaanse blauwe bes en zuring.

De stalen afkomstig uit drie verschillende recreatiegebieden rondom het Antwerpse stadsdeel Linkeroever zijn getoetst aan de op die moment geldige normen voor bestemmingstype IV recreatieve zone. Deze gebieden omvatten een speeltuin bij Jachthaven, de Zee Scouts' aan de Thonetlaan en een speeltuin aan het Federik Van Eedenplein. In de jachthaven overschreden twee stalen de richtwaarden voor PFOS met als maximale concentratie 5,8 µg/kg ds. Bij de Zeescouts is de streefwaarde voor PFOS in 2 stalen overschreden met als maximale concentratie 12,2 µg/kg ds. Twee van de stalen genomen in de speeltuin op het Frederik Van Eedenplein bevatten concentraties boven de richtwaarde voor PFOS, met als maximale concentratie 7,2 µg/kg ds. Op elk van deze locaties vonden staalnames plaats in zandbakken, welke materiaal bevatten dat niet van nature in deze regio voorkomt. De bodemstalen welke de normen overschreden waren allen afkomstig uit de natuurlijk voorkomende bodem.

In het ABO-rapport zijn volgende aanbevelingen gedaan in verband met gebruik putwater en eten van gewassen:

- *Gelet op de overschrijding van de bodemsaneringsnorm op verschillende locaties met agrarisch terreingebruik (de volkstuintjes) waar er gewassen worden gecultiveerd voor menselijke consumptie, gelet op het feit dat er geen PFOS- of PFOA-concentraties, maar wel enkele niet-genormeerde PFAS-parameters zijn gedetecteerd in de gewassen, gelet op het feit dat een aantal van deze niet-genormeerde PFAS-parameters in verhoogde concentraties worden teruggevonden in de grond en het grondwater, adviseren wij om het gebruik van putwater voorlopig te vermijden in afwachting van verdere toxicologisch onderzoek en/of een normenkader omtrent deze niet-genormeerde PFAS-parameters.*
- *Inzake consumptie van de gewassen, constateren wij op heden dat er geen duidelijke aanwijsbare redenen zijn om de consumptie hiervan te beperken.*
- *Ten slotte adviseren wij aan de betrokken instanties (OVAM), om verder onderzoek uit te voeren naar de oorsprong en risico's van de niet-genormeerde PFAS-parameters waarvan PFBA en PFBS de hoogste uitschieters zijn.*

Wat betreft de verhoogde PFOS-concentraties die zijn aangetoond op Linkeroever in de top laag van de bodem, besluit ABO dat de bodem waar **de PFOS-impact niet aanwezig of beperkt is**, met grote zekerheid heraangelegd is (of bestaat uit recent aangebrachte teelaarde) na stopzetting van de PFOS-productie bij 3M in 2002. ABO concludeert verder dat dit het vermoeden ondersteunt dat de bron van verspreiding luchtdepositie is, afkomstig van de PFAS-productiesite bij 3M.²⁷

2.9 ATMOSFERISCHE DEPOSITIE

2.9.1 INLEIDING

In deze sectie is een overzicht weergegeven van de relevante informatie met betrekking tot atmosferische depositie, één van de verspreidingsmechanismen voor de PFAS-verontreiniging naar de omgeving. De eerste sectie beschrijft de dominante windrichting, vervolgens zijn resultaten toegelicht van modelleringen die uitgevoerd zijn voor de 3M-site in de voorbije

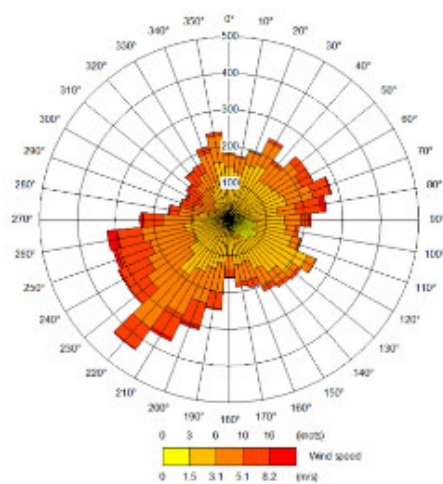
²⁷ Deze conclusie zal verder in het rapport worden toegelicht

jaren. Daarnaast zijn ook resultaten weergegeven van emissiemetingen ter hoogte van de TO (thermal oxidizer), en depositiemetingen op de 3M-site. Na het bespreken van de resultaten van PFAS in grondstalen genomen wind afwaarts volgens de dominante windrichting is een conclusie weergegeven rond atmosferische depositie en hoe deze gebruikt zal worden in het kader van de afperking van de PFAS-verontreiniging in dit BBO.

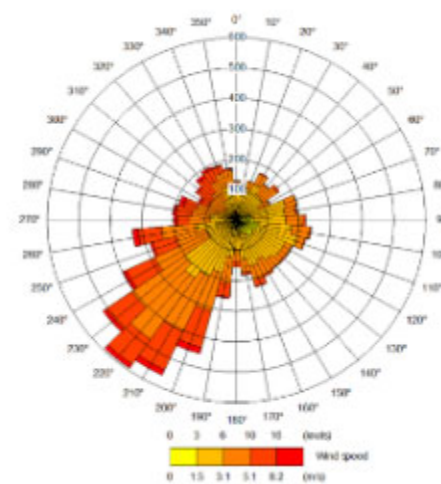
2.9.2 WINDROOS RESULTATEN

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 & 2022²⁸ in Illustratie 2-25. 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 4 laatste jaren is 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 2de meest dominante windrichting is.

ILLUSTRATIE 2-25 WINDROOS RESULTATEN VOOR MEETPUNT IN DEURNE

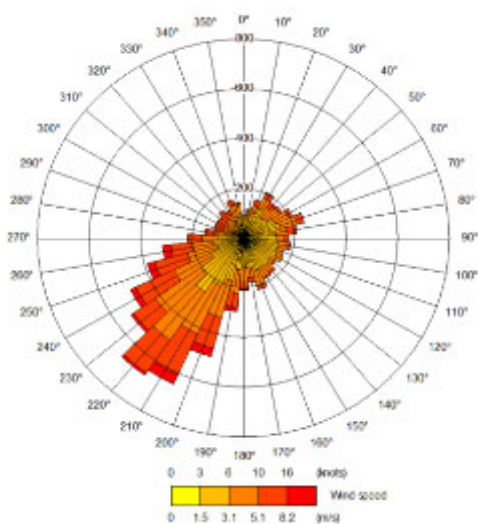


2018

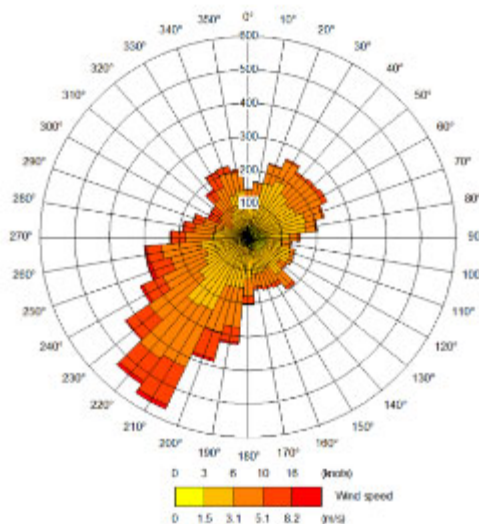


2019

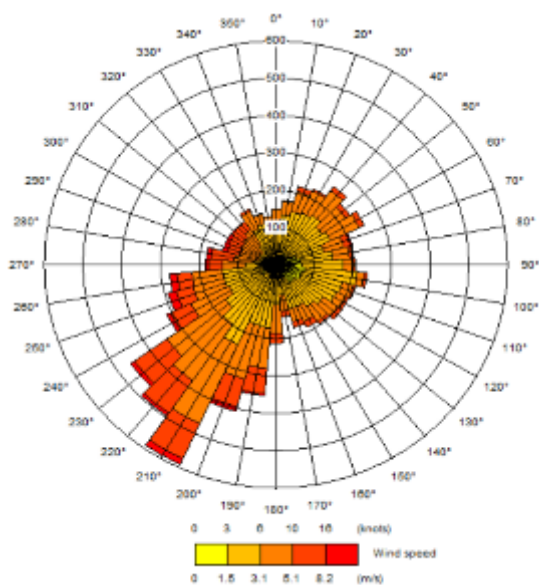
²⁸ Gegevens verkregen via [Met Data Search - ADM](https://www.aboutair.com/) (aboutair.com), voor het meetstation in Deurne, bij Antwerpen. De ruwe gegevens zijn gebruikt in AERMET-software om windroos te creëren.



2020



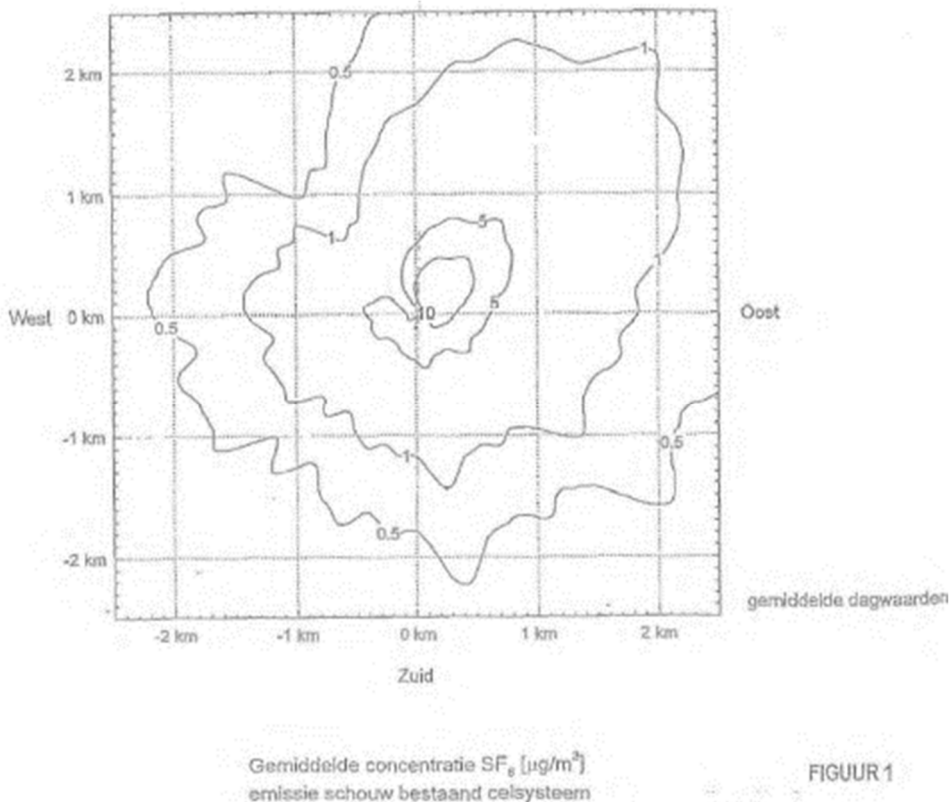
2021



2022

2.9.3 STUDIE ATMOSFERISCHE DEPOSITIE BBO 2006

In het eerste BBO dat voor de 3M-site is opgesteld (Arcadis 2006), is een evaluatie gebeurd van mogelijke atmosferische depositie van PFAS afkomstig van de 3M-site. In dat BBO-rapport is verwezen naar de dispersieberekeningen die Protec Engineering in 1999 heeft uitgevoerd (opgenomen in Bijlage 6). 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 immisies zullen worden aangetroffen binnen een straal van 1 km van de 3M-site. Op basis van dezelfde berekeningen blijkt ook dat de immisies 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 SF6 in Illustratie 2-26 hieronder).

ILLUSTRATIE 2-26 RESULTAAT VAN SF₆-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 grond- en grondwaterkwaliteit na te gaan. Het resultaat van dat beschrijvend onderzoek is samengevat in sectie 2.10.1 van dit gefaseerd BBO-rapport.

2.9.4 STUDIE ATMOSFERISCHE DEPOSITIE VITO 2022

In opdracht van de stad Antwerpen heeft VITO een studie atmosferische depositie uitgevoerd²⁹ (Bijlage 6) 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.

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 is een dispersiepatroon bepaald voor de PFOS-concentraties in de bovenste bodemlaag (0-20 cm).

De resultaten van deze dispersiemodellering (met inbegrip van de interpolatieoefening) zijn geïllustreerd in Illustratie 2-27.

²⁹ Predictions of PFOS concentrations in soil from Antwerp, VITO, reference 2022/RMA/R/2780, van oktober 2022

ILLUSTRATIE 2-27 RESULTATEN DISPERSIEMODELERING VITO (2022)

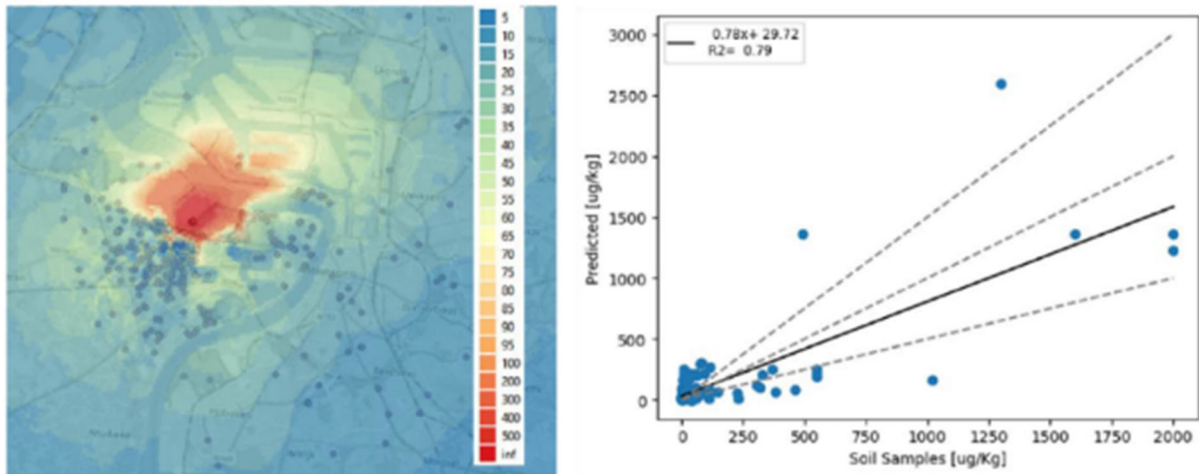


Figure 9. Left - PFOS concentration in soil after data fusion with the samples. Right - Scatter plot comparison of the samples with the modeled results

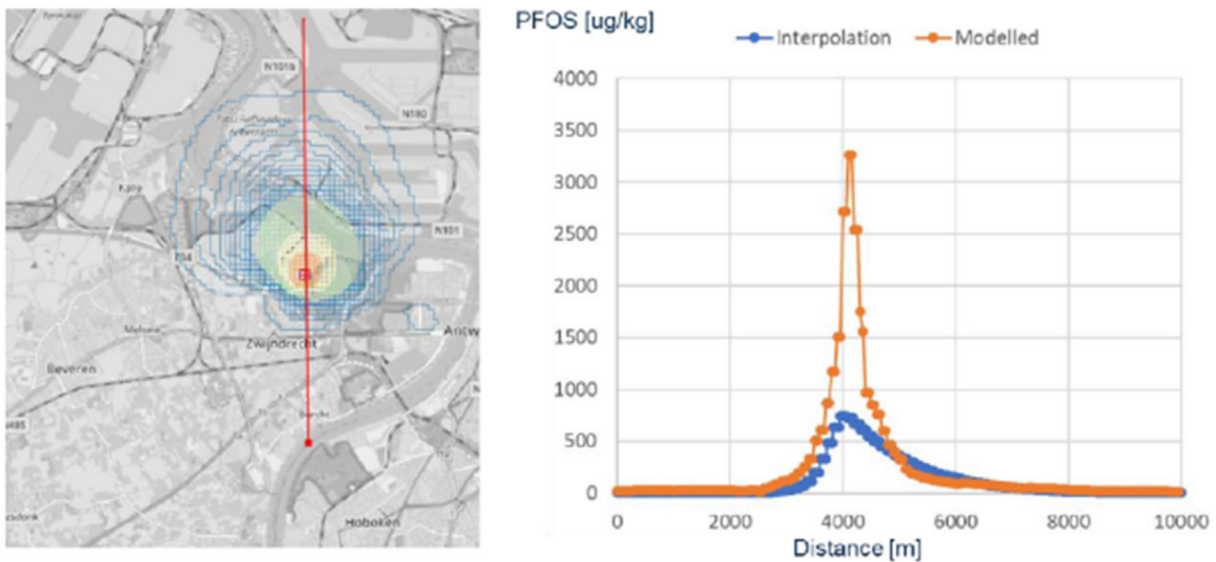


Figure 10. Concentration profiles for the 2 different approaches

Op basis van de resultaten van het door de VITO opgestelde dispersiemodel, waarbij de Kalman filter voor data fusie is 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 is 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.

Op basis van deze studie kan verwacht worden dat er een impact van de 3M activiteiten zal zijn ter hoogte van de industriële burens in het noorden en het westen, en het natuurgebied ten oosten van de 3M-site. De impact naar het zuiden toe, richting het woon- en landbouwgebied in Zwijndrecht en Beveren lijkt eerder beperkt. Ook de impact op het meer oostelijk gelegen woongebied Linkeroever lijkt nagenoeg onbestaande.

2.9.5 EMISSIEMETINGEN 3M-SITE I.K.V. VEILIGHEIDSMATREGEL

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.

De consultant Arche is door 3M en de betrokken overheden/administraties 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. Deze risicobeoordeling bestaat uit de volgende onderdelen:

- het kwantificeren van emissies en het voorspellen van hun impact op blootstellingsniveaus en oppervlakteaccumulaties met behulp van een Gaussisch pluimmodel;
- het toetsen van de gemodelleerde luchtmissies aan beschikbare inhalatielimiets;
- het berekenen van de accumulatie van PFAS-emissies naar bodem en grondwater; en
- het vergelijken van de accumulaties met bodem- en grondwatercriteria.

Voor onderhavig BBO zijn voornamelijk de depositiemetingen van toepassing, de aanrijking in de bodem en het toetsen van deze accumulatie concentraties aan de bodemsaneringsnorm, wat verder in deze sectie is toegelicht.

Arche heeft berekeningen uitgevoerd van het iMix-, het Mil- en het NOVEC 1230 proces en ook emissies via de waterzuivering zijn 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.

2.9.5.1 RELEVANTE RESULTATEN PRODUCTIEPROCES SIMULATIE

In het rapport van Arche 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.

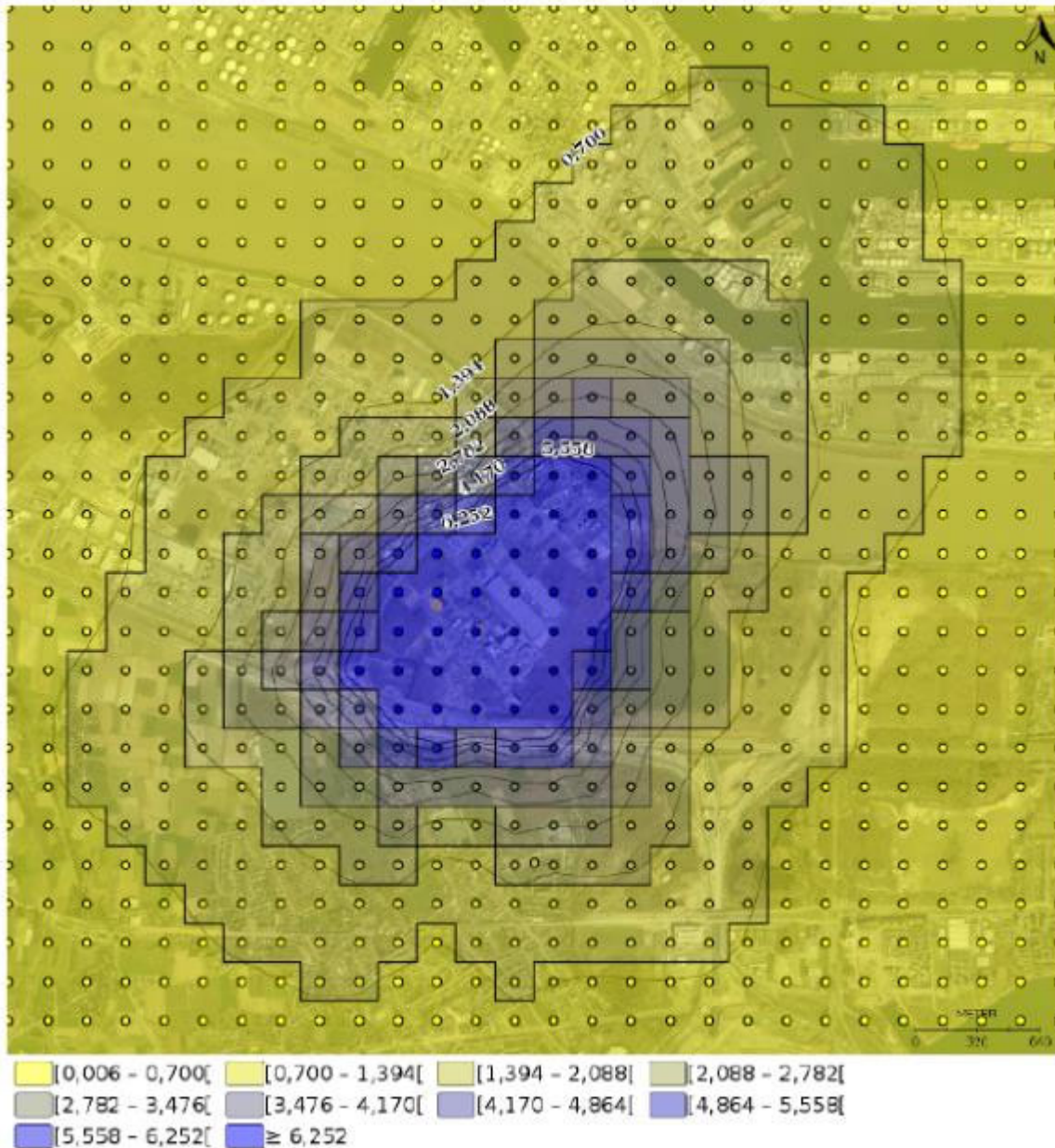
In onderstaande illustratie van de gelopen simulatie is de contour zichtbaar van de mogelijke PFAS-depositie afkomstig van het FLM24332-proces, waaruit blijkt dat deze beperkt is tot die zone waar de hoogste PFOS-bodemconcentraties zijn gemeten (de 3M-fabriek en zijn directe omgeving).

Deze resultaten bevestigen dat, naar analogie met de studie van het VITO, er allicht een impact zal zijn geweest op de omliggende industriële terreinen ten noorden, noordoosten en het aangrenzende natuurgebied Blokkersdijk, maar dan voornamelijk het westelijk deel van dit

natuurgebied. Deze impact zet zich ook door naar het zuiden, maar lijkt beperkt tot het noordelijke deel van de gekende zone 1A, net aan de overkant van de E34. Dit betekent ook dat er nauwelijks of geen impact te verwachten is op het verder naar het oosten gelegen woongebied Linkeroever.

ILLUSTRATIE 2-28 CONTOUR PFAS DEPOSITIE FLM24332-PROCES (ARCHE, 2022)

PM10 (Concentratie Gemiddelde pg/m^3)



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

2.9.5.2 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 beluchtingstanken en geanalyseerd naar PFAS. De hoogste PFAS-concentraties zijn net boven het wateroppervlak gemeten. Uit deze resultaten blijkt dat PFOS als parameter in de hoogste concentratie, van 0.00122 mg/m³, gemeten is. Deze waarde is gebruikt om de depositieflux met het IMPACT-model te berekenen.

In onderstaande illustratie is het resultaat van de simulatie van de PFOS-depositieflux, uitgedrukt in µg/m²/dag. Hieruit blijkt dat de mogelijke atmosferische depositie impact op de bodem ook hier eerder beperkt is tot die zone waar de hoogste PFOS-bodemconcentraties zijn gemeten (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.

Op basis van deze resultaten kan een analoge conclusie gemaakt worden zoals voor het productieproces, met name dat er (1) allicht een impact zal zijn geweest op de omliggende industriële terreinen ten noorden, noordoosten en het aangrenzende natuurgebied Blokkersdijk, maar dan voornamelijk het westelijk deel van dit natuurgebied, (2) deze impact zich ook doorzet naar het zuiden, maar beperkt lijkt tot het noordelijke deel van de gekende zone 1A, net aan de overkant van de E34 en (3) nauwelijks of geen impact te verwachten is op het verder naar het oosten gelegen woongebied Linkeroever.

ILLUSTRATIE 2-29 PFOS-DEPOSITIEFLUX VANUIT DE WATERZUIVERING (ARCHE, 2022)



Figuur 4: Jaargemiddelde van PFOS-depositie flux in µg/m²/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_{local} 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 invloedsperimeter te achterhalen van de zone die via atmosferische depositie geïmpacteerd is ten gevolge van de (historische) activiteiten op de 3M-fabriek.

2.9.6 EMISSIEMETINGEN EMSD-PROCES

Op vraag van 3M heeft Arche een risicobeoordeling uitgevoerd van de PTPA/PTBA processen in gebouw 16, algemeen aangeduid als EMSD-productie. Deze risico evaluatie is uitgevoerd volgens dezelfde methode als voor de iMix-, het Mil- en het NOVEC 1230 processen, zoals toegelicht in sectie 2.9.5.1. Ook nu is enkel de depositie, aanrijking en evaluatie van de accumulatieconcentratie aan normen relevant voor dit BBO.

Deze risicobeoordeling is gebaseerd op reële emissiemetingen ter hoogte van 2 schouwen op gebouw 16 (EG-08 en EG-09). Deze metingen vonden plaats in augustus 2022, waarbij een staal genomen is gedurende een periode van 30 minuten. Tijdens deze meting was de electrochemische fluorinatie van PTBA en PTPA lopende, en de fractionering van PTPA en PIPM. De resultaten van de chemische analyses van deze metingen zijn opgeleverd in juli 2023.

Voor de impactberekening, opnieuw uitgevoerd met het IMPACT-model voor de luchtconcentraties op grondniveau (1.5 m) en de depositieflux, is rekening gehouden met de werkelijk gelopen productiedagen, en niet met een continu proces waarbij alle stoffen 365 dagen worden geproduceerd. Enkel voor stoffen die partitioneren naar de bodem is een berekening uitgevoerd, dus niet voor de stoffen PTBA en PTPA zelf met een halfwaardetijd van circa 1 dag voor vervluchtiging in landbouwgrond (respectievelijk 28.1 uur en 25.6 uur) maar wel voor PFPrA (C3), PFBA en PFBS (C4), PFPeA (C5), PFOA en PFOS (C8), stoffen die via het PTPA/PTBA proces in de omgeving kunnen terechtkomen.

In het finale rapport van 12 december 2023 heeft Arche voor de stoffen PFPrA (C3) en PFBA (C4) de depositieflux berekend op 0,17, 0,6 km, 1 km en 2 km ten zuiden van de 3M-site, uitgedrukt in µg/m²/dag en gebruik makend van de meteorologische data van 2007-2011 en een droge depositiesnelheid van 5 cm/s. Voor PFBA en PFPrA is een residentiële depositieflux berekend van respectievelijk >0.57 µg/m²/dag en >0.88 µg/m²/dag. Beide stoffen zijn veruit het meest belangrijk qua bijdrage aan de depositie. Voor de overige hierboven vermelde PFAS-componenten ligt de residentiële depositieflux tussen 9.2^{E-6} µg/m²/dag (PFOA) en 1.2^{E-5} µg/m²/dag (PFOS).

Op basis van deze depositieflux is een worst case accumulatie grondwaterconcentratie berekend voor PFBA en PFPrA na 0.5 jaar, 1, 2, 5 en 10 jaar. Hierbij heeft Arche de K_d-waarde gebruikt van zandige leem, en is de grondwaterconcentratie berekend uit de poriënwaterconcentratie door een verdunningsfactor van 1.17 toe te passen.

Volgens deze berekening zou de PFBA-concentratie na 10 jaar gestabiliseerd zijn, aangezien de berekende concentraties na 5 & 10 jaar nagenoeg gelijk zijn. Volgens onderstaande illustratie zou op 170, 600, 1.000 en 2.000 m afstand een stabiele PFBA-concentratie bereikt zijn van respectievelijk ongeveer 6.400, 970 ng/l, 445 ng/l en 150 ng/l.

ILLUSTRATIE 2-30 BODEM EN GRONDWATER ACCUMULATIE PFPrA & PFBA UIT ARCHE STUDIE

Tabel 25. Jaarlijkse gemiddelde residentiële depositiefluxen en berekende accumulatie naar het grondwater in functie van de afstand en de tijd (jaren). De Kd-waarde werd gebruikt voor zandige leem om de meest realistische omstandigheden na te bootsen. De depositieflux werd berekend met behulp van een droge depositiesnelheid van 5 cm/s. De grondwaterconcentratie werd berekend uit de poriënwaterconcentratie door een verdunningsfactor van 1.17 toe te passen.

PFAS-verbinding	Afstand (m)	Accumulatie in de bodem (µg/kg-dw)					Grondwater accumulatie (ng/L)				
		0.5	1	2	5	10	0.5	1	2	5	10
PFPrA	170	2.0	3.3	4.7	5.6	5.7	2940	4833	6837	8156	9659
PFBA		1.3	2.1	2.9	3.4	3.4	2100	3395	4684	5431	6404
PFPrA	600	0.42	0.69	0.97	1.2	1.2	521	856	1211	1445	1462
PFBA		0.27	0.44	0.60	0.70	0.71	372	601	830	962	969
PFPrA	1000	0.19	0.32	0.45	0.53	0.54	239	393	557	664	672
PFBA		0.12	0.20	0.28	0.32	0.32	171	276	381	442	446
PFPrA	2000	0.065	0.11	0.15	0.18	0.18	81	133	188	224	226
PFBA		0.042	0.07	0.09	0.11	0.11	58	93	128	149	150

Aangezien de C4 productieprocessen gestart zijn rond 2002 en dus al meer dan 20 jaar gelopen hebben, kunnen de gemeten PFBA-concentraties in het grondwater rondom de 3M-site verzameld in het kader van dit BBO vergeleken worden met deze berekende, worst case accumulatie concentratie. Dat wordt verder toegelicht in hoofdstuk 6. Zoals eerder al toegelicht, bestaat er voor PFPrA nog geen erkende meetmethode, maar heeft ERM enkele stalen laten analyseren bij Eurofins naar deze parameter om een eerste inzicht te verkrijgen in hoeverre deze stof aanwezig is in het grondwater.

In het kader van de risicobeoordeling heeft Arche een drinkwaternorm berekend voor PFBA van 7.000 ng/l, vertrekkende van een chronische oral Reference dose (oRfD) van 0,001 mg/kg bw/d voor PFBA (US EPA, 2022) en een allocatiefactor (AF) van 20%, een default AF door US EPA en Health Canada in he leven geroepen voor contaminanten. Eerder heeft Arche een drinkwaterlimiet afgeleid voor PFPrA van 3.700 ng/l. Deze individuele drinkwaternormen liggen ver boven de normen die gehanteerd worden voor grondwater van 100 ng/l voor 20EU DWRL en 500 ng/l voor som PFAS, waar PFBA van deel uitmaakt.

2.9.7 STOFMETINGEN IN KADER VAN DE VOORZORGSMATREGEL

Omwille van verhoogde PFAS-concentratie vastgesteld in het stof van meetpunt ZD-08 ter hoogte van de Neerstraat in juni 2023, heeft de OVAM een voorzorgsmaatregel opgelegd om stof te beperken afkomstig van de 3M-site. Hiertoe heeft ERM in opdracht van 3M een stofbeheersplan ingediend bij de OVAM op 14 augustus 2023, dat momenteel in uitvoering is.

Om de oorsprong van de verhoogde PFAS-concentratie na te gaan heeft 3M stofdepositiemetingen uitgevoerd op haar site. Met een Leckel toestel zijn stofstalen genomen die geanalyseerd zijn door de VITO. Deze metingen zijn gestart op 2 locaties, windopwaarts (3M_02) en windafwaarts (3M_01) van de dominante windrichting. In een later fase is een extra meetpunt toegevoegd 3M_03, om het eventuele effect van opwaaiend stof van onverharde delen van het terrein op meetpunt 3M_01 te kunnen uitsluiten, zoals weergegeven op onderstaande illustratie. Op dezelfde illustratie staan ook het meetpunt ZD08, windopwaarts in de Neerstraat en ZD11, windafwaarts in het natuurgebied Blokkersdijk weergegeven. De 5 meetlocaties staan nagenoeg op 1 lijn volgens de dominante windrichting.

ILLUSTRATIE 2-31 LOCATIE STOFMEETTOESTELLEN OP DE 3M-SITE



Uit de evaluatie van de meetresultaten, die 3M aan de VMM heeft overgemaakt, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Bij de dominante windrichting zijn steeds de hoogste PFAS-concentraties gemeten in 3M_01, in vergelijking met 3M_02 en 3M_03. Op basis hiervan is afgeleid dat aerosolen ontstaan door beluchting in het bekken van de waterzuivering de oorzaak zijn van deze PFAS-concentraties;
- PFOS is de belangrijkste component in het stof, wat doet vermoeden dat het opgepompte grondwater van de lopende sanering dat in de bedrijfszuivering behandeld wordt hiervan

de oorzaak is. Sinds eind oktober 2023 wordt het opgepompte grondwater apart opgevangen, zodat er geen PFOS-houdend grondwater meer in het beluchtingsbekken toekomt;

- Evaluatie van de windgegevens in combinatie met de resultaten van de stofmetingen in deze 3 locaties doet besluiten dat de verhoogde PFAS-concentraties gemeten in ZD08 in juni zeer waarschijnlijk het gevolg zijn aerosolen uit de waterzuivering die door een strakke noordoostenwind richting het zuidwesten zijn geblazen; en
- De stofmetingen in ZD11 vertonen gelijkaardige componenten als 3M_01 indien wind uit het zuidwesten komt, maar in beduidend lagere concentraties.

Op basis van deze bevindingen kan geconcludeerd worden dat er ten gevolge van de behandeling van het grondwater in de bedrijfseigen zuivering depositie van PFAS-componenten buiten de 3M-site kan plaats vinden bij bepaalde meteorologische omstandigheden. Nu dit grondwater niet meer zonder voorbehandeling in de beluchtingsbekkens terecht komt, is deze verspreiding allicht niet meer van toepassing. Dit zal verder opgevolgd worden in het kader van de lopende voorzorgsmaatregel, waarvoor per kwartaal een voortgangsrapport wordt ingediend bij de OVAM.

2.9.8 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 tuinbouwserrres in de Blauwe Hoevestraat een mogelijk verstrend 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 hebben 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.

2.10 CONCLUSIES VAN EERDERE BODEMONDERZOEKEN

2.10.1 BBO 2006

2.10.1.1 AANWEZIGE BRONZONES OP SITE EN LUCHTDEPOSITIEONDERZOEK

In het BBO van 2006 heeft Arcadis verschillende bronzones voor de ontstane PFAS-verontreiniging geïdentificeerd, waarbij PFAS zijn aangetoond in de bodem op het 3M-terrein. Deze zijn reeds besproken in paragraaf 2.7.4.

In het BBO van 2006 zijn ook verontreinigingen met PFAS aangetoond 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, toonden dat de verontreinigende stoffen die op het 3M-terrein werden uitgestoten omliggende bodems zouden bereiken via depositie in de lucht. Er zijn toen bodemmonsters 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 aangetoond die ruim onder de normen lagen die in het BBO-rapport van 2006 zijn gehanteerd, dewelke voor industriële gebieden destijds zijn 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 was onderzoek buiten het terrein onnodig geacht en bijgevolg was 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.

2.10.1.2 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, PFHxS, PFOSA en TFA.

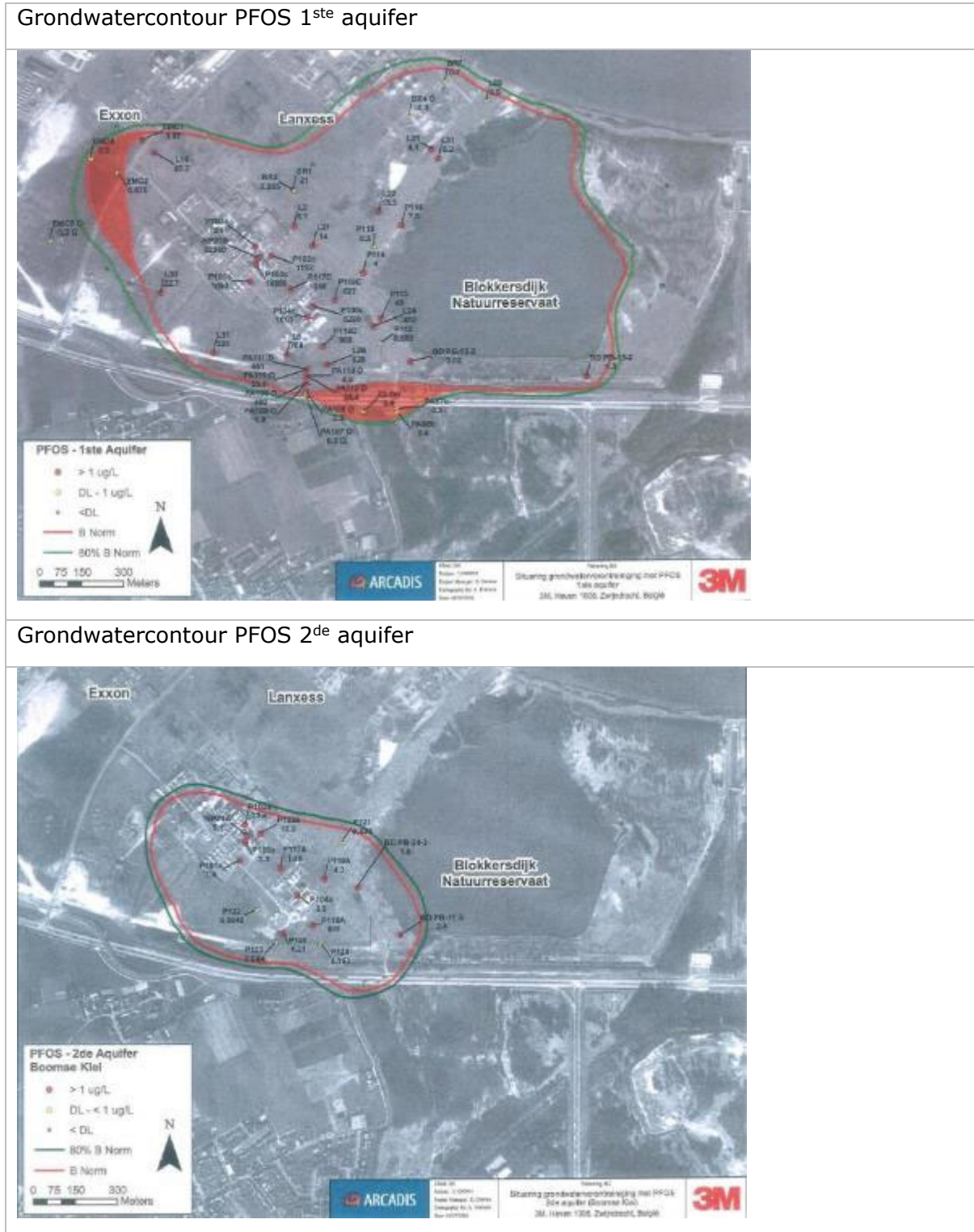
Een saneringsplan is nodig voor de grondwaterverontreiniging met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA op het 3M-terrein. Ook voor de verontreiniging in het grondwater buiten het terrein zijn maatregelen nodig.

Voor het vaste deel van de aarde is geen saneringsnoodzaak bepaald, zo ook niet voor de grondhopen/bovengrondse dijken die in het BBO op de site van 3M geïnventariseerd zijn. Enkel

voor de hoop bestaande uit grond verontreinigd met kwik, dient de afdichting op regelmatige basis gecontroleerd te worden.

In onderstaande illustratie is de grondwatercontour van PFOS in de 1^{ste} en 2^{de} aquifer weergegeven. De contourkaarten uit het BBO van 2006 voor de parameters PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA alsook andere informatie die relevant is voor het huidige BBO, is opgenomen in Figuur 4.

ILLUSTRATIE 2-32 PFOS CONTOUR GRONDWATER BBO 2006



2.10.2 SANERINGSPROJECT 2008

In 2008 heeft Arcadis een bodemsaneringsproject³⁰ (BSP) opgesteld voor de grondwaterverontreiniging op en buiten het terrein van 3M. 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.

2.10.2.1 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 sanerings-werkzaamheden 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.

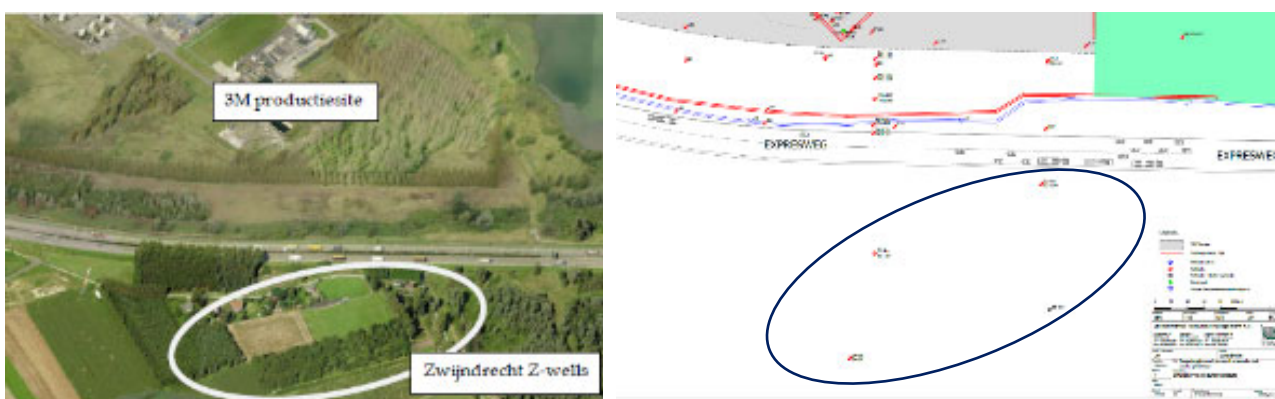
Voor de verontreiniging ter hoogte van de zuidelijke perceelsgrens van het terrein werd aangegeven dat de sanering zou beginnen na de voltooiing van het Oosterweelproject, aangezien de plannen voor de herinrichting van de Palingbeek nog niet klaar waren toen het BSP werd opgesteld.

2.10.2.2 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 2-33 LIGGING Z-WELLS



³⁰ Saneringsplan "Bodemsaneringswerken 3M Belgium nvba, 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.

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 eidevaluatierapport 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.

2.10.3 TUSSENTIJDSE RAPPORTAGE BODEMSANERINGSWERKEN (BSP 2008)

De saneringswerken zoals opgenomen in het BSP van 2008 zijn in juli 2011 opgestart. Verontreinigd grondwater ter hoogte van het productiegebied (gebouw 16) en het afvalwaterzuiveringsstation (WWTP) wordt opgepompt en gezuiverd (P&T).

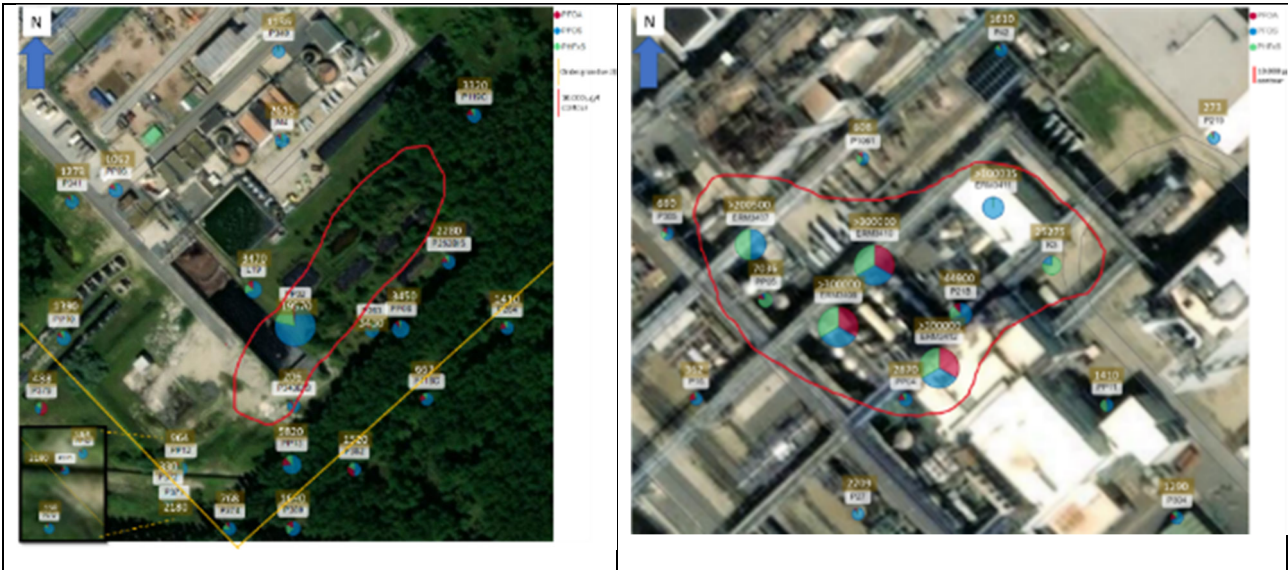
De verontreinigingssituatie van het grondwater wordt in de twee bronzones periodiek gemonitord. Daarnaast wordt de waterkwaliteit in het natuurgebied Blokkersdijk en de 2^{de} aquifer eveneens periodiek gemonitord om de potentiële migratie van PFAS ter hoogte het 3M-terrein op te volgen.

De opvolging van de sanering en monitoringsresultaten worden sinds start van de sanering periodiek aan OVAM gerapporteerd. Het meest recente tussentijds rapport (TTR11, ERM, 2023, referentie R01-0642081-v3.0) dat bij de OVAM is ingediend, beschrijft de saneringswerken en monitoringsresultaten over de periode november 2021 tot oktober 2022.

Op onderstaande illustratie is de 10.000 µg/l contour³¹ ter hoogte van de twee bronzones op het terrein van 3M weergegeven, en dit voor de som PFOS, PFHxS en PFOA zoals gerapporteerd in TTR11 (resultaten juli 2022).

³¹ De actieve sanering van de 1e aquifer zoals bepaald in 2008 is erop gericht om de verspreiding van verontreinigd grondwater vanuit de gedefinieerde bronzones tegen te gaan, met focus op het grondwater verontreinigd met PFAS in concentraties hoger dan 10.000 µg/l voor de som van PFOS, PFOA en PFHxS.

ILLUSTRATIE 2-34 SCHEMATISCHE VOORSTELLING SOM PFOS, PFHXS EN PFOA-CONCENTRATIES (µG/L) IN GRONDWATER T.H.V. BRONZONES (JULI 2022)



Enkele conclusies rond de opvolging van de waterkwaliteit in TTR 11 zijn:

- Er is een continue vuilvrachtverwijdering en de concentraties aan PFOS, PFOA en PFHxS zijn over het algemeen stabiel tot dalend, maar concentraties fluctueren. Naast deze parameters (BSP2008) zijn ook nog andere PFAS-componenten in een belangrijke concentratie in het grondwater gemeten;
- Er is geen statistisch significant stijgende trend voor de gemeten PFOS-concentraties in het oppervlaktewater van de Blokkersdijkvijver aangetoond. De overige peilbuizen/ oppervlaktewaterstalen vertonen eveneens geen significant stijgende trend in PFOS-concentratie, met uitzondering van peilbuis P115, hoewel de twee laatst gemeten concentraties terug lager zijn. De monitoringsresultaten geven op dit moment geen noodzaak voor bijkomende saneringsacties in de Blokkersdijkzone;
- 3M zal de oude chemische riolering ter hoogte van het 3M-pad, welke in het verleden als een mogelijke secundaire verontreinigingsbron is aangeduid, op korte termijn aanpakken; en
- De PFAS-concentraties in de Palingbeek (Tophatgracht) zijn het hoogste nabij het 3M-terrein en nemen af naarmate de afstand tot het 3M-terrein groter wordt.

De organofluorimpact ter hoogte van de zuidelijke perceelgrens en de Palingbeek wordt momenteel door middel van een grondwater- en oppervlaktewatermonitoring opgevolgd. Er was voorzien om na afronding van de Oosterweelwerken op Linkeroever een saneringsaanpak voor de grondwaterverontreiniging aan de zuidelijke perceelsgrens uit te werken. 3M heeft echter beslist om het einde van de Oosterweelwerken niet af te wachten en heeft eind 2022 reeds een pilootfase opgestart die geldt als tussentijdse maatregel om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater vanuit het 'zuidelijke terreingedeelte' van de 3M-site naar de Palingbeek te beheersen. Deze maatregel is uitgevoerd in de vorm van een kleine wijziging op het reeds goedgekeurde 1^{ste} gefaseerde BSP uit 2008. In november 2023 is vervolgens een

hydraulische barrière in deze zone opgestart, met als doel de vuilvracht die via de Palingbeek de Schelde bereikt te reduceren.

2.10.4 BEMONSTERING VOOR BOUWWERKZAAMHEDEN OOSTERWHEEL

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.

2.10.5 EERSTE GEFASEERD BBO 2022

ERM voert in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uit van het initiële BBO van 2006 voor de 3M-site in Zwijndrecht.

De eerste fase van dit BBO is gerapporteerd in februari 2022³² en omvat het bodemonderzoek voor een groot aantal PFAS-verbindingen in een 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 werkplan van deze eerste fase en zal uitgevoerd worden in voorliggend BBO.

2.10.5.1 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 op dat moment. 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.

³² 1st gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek: gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht – Initiële beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem (ref. 0540247), opgesteld door ERM, d.d. 10 februari 2022.

- 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 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.
- 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.

De PFAS-verontreiniging is als gemengd overwegend historisch beschouwd op basis van de productieperiode, waarbij rekening is gehouden met stopzetting van de C8 productie in 2002.

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.

2.10.6 EERSTE GEFASEERD BSP 2022

In 2022 heeft ERM een bodemsaneringsproject (BSP³³) 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.

2.10.6.1 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 onbeperkt 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.

2.10.6.2 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

³³ Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject: gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-fabriek Zwijndrecht – subzone 1A – deel aanpak humaan risico voor PFAS in de bodem (Referentie R001-0642375) opgesteld door ERM, d.d. 29 juli 2022

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.

2.10.6.3 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.

2.10.6.4 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 te allen tijde gezorgd worden dat er geen stofvorming kan optreden en in geval van grondwerkzaamheden is de grondverzetsregeling van toepassing.

2.10.7 GEWIJZIGD TWEDE GEFASEERD BBO 2023

ERM voert in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uit van het initiële BBO van 2006 voor de 3M-site in Zwijndrecht.

De tweede fase van dit BBO is gerapporteerd in maart 2023³⁴ en omvat het bodemonderzoek voor 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. 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 werkplan en zal uitgevoerd worden in voorliggend BBO.

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 km². Binnen deze contour is een zone bepaald waarvan de oorsprong volledig toe te schrijven

³⁴ Gewijzigd 2^{de} 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 (ref. 0540247), opgesteld door ERM, d.d. 31 maart 2023.

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.

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 is ingediend.

Op basis van de bekomen resultaten van het voorliggend tweede gefaseerd BBO zijn de volgende conclusies getrokken:

- De initiële observatie gemaakt in het eerste gefaseerd BBO is 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 is in het gewijzigd BBO afgebakend tot de richtwaarde zoals vereist is in een volwaardig BBO.
- De beschikbare gegevens binnen de studiezaak van dit BBO, 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 is 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 zijn nog PFOS-precursoren gemeten 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) zijn aangetroffen op enkele bodemstalen genomen ter hoogte van 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.
- 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 vastgesteld op verschillende concentratie profielen die zijn 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 mogelijk ook andere bronnen kunnen hebben bijgedragen tot de aangetoonde 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/km² voor zone 1A, 17,06 kg/km² voor zone 1B en 9,24 kg/km² voor de contour richtwaarde voor zone 2.
- De dichtheid 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 'samtotaal-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 zijn gedetecteerd zijn PFBA, PFOS, PFBS en PFPeA. De gemeten gehalten zijn meestal niet hoger dan 0,5 µg/kg (of ng/g). Het perfluorbutaanzuur (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 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 onder meer 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 is 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.

2.10.8 ONDERZOEKEN UNIVERSITEIT ANTWERPEN

De voorbije jaren heeft de Universiteit van Antwerpen vele onderzoeken uitgevoerd, waarvan het merendeel van de resultaten verwerkt zijn of zullen worden in thesis- en doctoraatsonderzoeken. Tijdens deze onderzoeken is naast grond- en oppervlaktewater ook

onderzoek verricht naar de aanwezigheid van PFAS in planten, insecten, eieren, zoogdieren, vissen en andere biota die aanwezig zijn in de natuurgebieden rondom de 3M-site, met focus op het natuurgebied Blokkersdijk. Deze onderzoeken zijn niet bij de OVAM ingediend, maar de gegevens zijn wel gebruikt door Arche met het oog op het opmaken van de ecotoxicologische risicoevaluatie voor onderhavig BBO.

2.10.9 ONDERZOEKEN UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN ANDERE PARTIJEN DAN 3M

Binnen het projectgebied zijn reeds verschillende onderzoeken bij de OVAM gekend waarin metingen naar PFAS zijn gedaan. In hoofdstuk 2.8.7 is van de gekende onderzoeken reeds een beschrijving opgenomen. Deze meetresultaten zijn toegevoegd aan de databank waarmee gewerkt wordt in voorliggend onderzoek.

2.11 KENMERKEN VAN DE VERONTREINIGING

2.11.1 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 2-7.

TABEL 2-7 VERDACHTE STOFFEN

		Chemische naam	CAS#
C8	PFOA	Perfluorocetaanzuur	335-67-1
	PFOS	Perfluorocetaansulfonaat	1763-23-1
	PFOSA	Perfluorocetaansulfonamide	754-91-6
C6	PFHxA	Perfluorhexaanzuur	307-24-4
	PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat	355-46-4
	PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide	41997-13-1
C4	PFBA	Perfluorobutaanzuur	375-22-4

		Chemische naam	CAS#
	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).

Naar aanleiding van de opmerkingen die de OVAM geformuleerd heeft op de voorgaande gefaseerde BBO's, is in voorliggend onderzoek op een selectie grond- en grondwaterstalen eveneens een non-target analyse uitgevoerd en een zogenaamde TOP (total oxidizable precursors) assay analyse.

Het is belangrijk op te merken dat een dergelijke analyse nog geen erkende labomethode is, en dat dit een destructieve methode is. Met een dergelijk analyse kan de aanwezigheid van PFAS-verbindingen (waaronder precursoren) aangetoond 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 Göckener³⁵ (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 zogenaamde ultrakorte keten PFAS-componenten zoals bijvoorbeeld PFPrA en PFPrS (C3 PFAS). Voor deze componenten bestaat nog geen erkende analysemethode. Het labo van 3M, alsook het labo van Eurofins in Zweden, biedt deze analyse al wel aan. Een eerste preliminaire screening op enkele ultrakorte PFAS-componenten is binnen het projectgebied meegenomen. Indien een meetmethode op punt gesteld en gevalideerd wordt en de erkende labo's dit kunnen uitvoeren, kan hier bijkomend onderzoek naar uitgevoerd worden. Er dient te worden opgemerkt dat deze ultrakorte keten PFAS zeer mobiel, uitloogbaar en wateroplosbaar zijn.

2.11.2 KENMERKEN VAN DE COC'S

In onderstaande tabel zijn de fysische eigenschappen van de 9 weerhouden PFAS-componenten weergegeven. De bronnen waaruit deze eigenschappen zijn overgenomen staan onder de tabel vermeld.

³⁵ 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

TABEL 2-8 KENMERKEN COC'S

	Chemische naam	Vluchtigheid (dampdruk > 10 Pa : Ja)	Dichtheid ¹ (g/cm ⁻³)	Oplosbaarheid (mg/L)	Uitloging (LogKoc)(log koc tussen 1 en 2: kans op uitloging)
PFOA	Perfluorooctaanzuur	Nee (1.7 10 ⁻²)	1,8	9.500	2,06
PFOS	Perfluorooctaansulfonaat	Nee (3.31 10 ⁻⁴)	1,84-1,85	370	2,57
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide	Te weinig literatuur	1,78-1,79	Te weinig literatuur	4,2-4,5 ³
PFHxA	Perfluorhexaanzuur	Ja (121) ⁴	1,762-1,789	15.700 ⁴	3,0
PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat	Nee (1.08 10 ⁻⁶) ⁴	1,84	243 ⁴	2,31
PFHxA	Perfluorhexaansulfonamide	Te weinig literatuur	1,62-1,79	Te weinig literatuur	Te weinig literatuur
PFBA	Perfluoroboterzuur	Ja (707) ⁴	1,606-1,651	300.000 ⁴	1,9
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	Nee (7) ⁴	1,81-1,85	510 ⁴	2,2
PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide	Ja (280) ⁵	1,68-1,77	Te weinig literatuur	Te weinig literatuur

¹ [PhysChemProp_Table_July2023-FINAL.xlsx \(live.com\)](#)

² [24a04e36-4094-ba6e-f2c9-72a13eb99b17 \(vlaanderen.be\)](#)

³ [\[Title\] \(diva-portal.org\)](#)

⁴ Uit het eerste gefaseerd BBO van 10 februari 2022

⁵ [Perfluorobutanesulfonamide | C4H2F9NO2S | ChemSpider](#)

2.11.3 TOELICHTING ROND PFAS-PRECURSOREN

2.11.3.1 INLEIDING

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

Met de term PFAS-precursoren worden de verbindingen bedoeld die eens ze buiten de productieomgeving terecht komen 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 Deltares³⁶ heeft opgemaakt in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in Nederland waarin de aanwezigheid van PFAS-precursoren in water en sediment is nagegaan. Relevante resultaten uit deze studie zijn verder in deze sectie toegelicht. Deze studie bevat onder andere een mogelijke afbraakroute voor C8-precursoren die finaal omgezet worden naar PFOS via biotransformatieprocessen.

2.11.3.2 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, 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 COC's zijn gedefinieerd in het voorliggend BBO. Ter herinnering, zoals besproken in sectie 2.7.1, bestond blusschuim uit de PFAS-houdende foamer en filmer. Foamer was gebaseerd op C6-sulfonaat dat uiteindelijk degradeert tot PFHxS en filmer op het C8-sulfonaat, dat uiteindelijk degradeert tot PFOS.

De opdeling voor alle parameters van de CMA zijn weergegeven in Bijlage 7.

TABEL 2-9 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.

2.11.3.3 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 via biotransformatieprocessen. Deze producten zijn

³⁶ Literature study n PFAS precursors in sediments and surface water, Deltares, ref 11208091-003, from 19-12-2022

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 terechtkomt, 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 zijn 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 MePOSE 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 gemeten zullen worden.

Een overzicht van de vermoedelijke afbraak van precursoren van PFOS is weergegeven in onderstaande illustratie, afkomstig uit het bovenvermelde artikel van Deltares.

ILLUSTRATIE 2-35 VERMOEDELIJKE AFBRAAKROUTE PFOS-PRECURSOREN

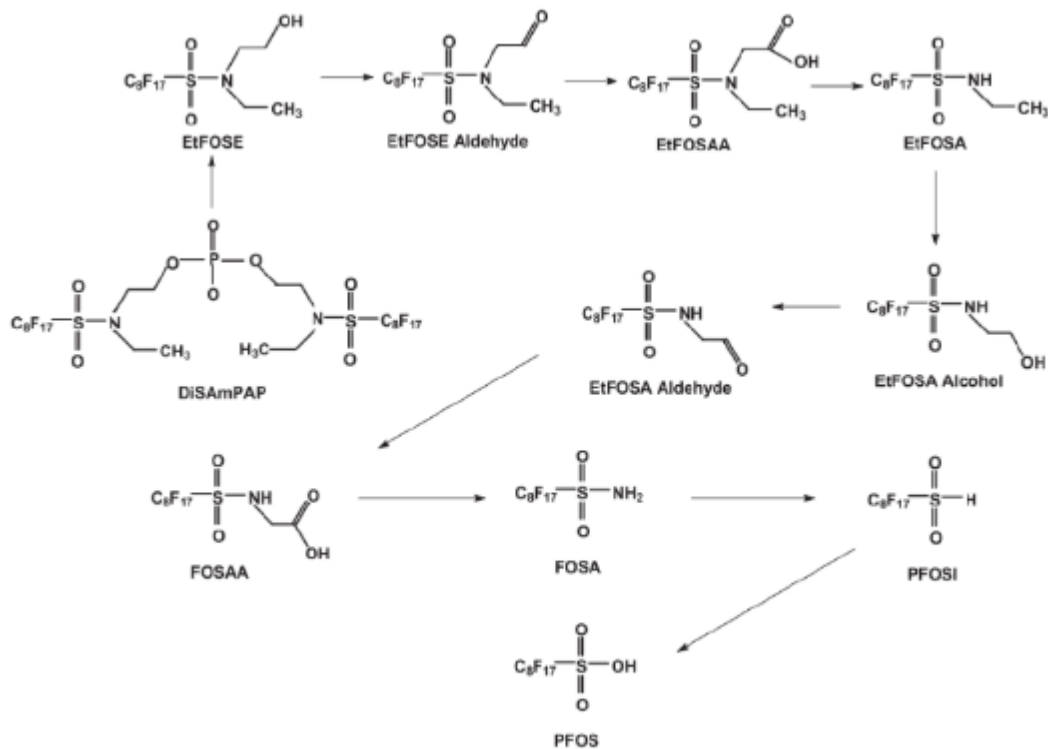


Figure 3.4: Proposed metabolic pathways for biotransformation of FOSAMs (from Zhang et al. 2021).

Omwille van deze redenen is dan ook geopteerd om deze stoffen niet te analyseren binnen het onderhavig BBO. Wel zijn er enkele TOP-assay testen uitgevoerd in voorliggend onderzoek, ondanks het feit dat deze test nog niet is gecertificeerd en geregulariseerd.

2.11.3.4 PRECURSOREN IN KADER TOP ASSAY

De hierboven vermelde studie van Detares bespreek de vermoedelijke omzetting van precursoren naar sulfonzuren via biotransformatieprocessen die zich in de vrije natuur afspelen, onder natuurlijke omstandigheden.

Bij een TOP-assay worden sterke oxidatieve omstandigheden gecreëerd die van nature niet voorkomen: het waterstaal wordt in basisch milieu geoxideerd door hydroxyl radicalen die gevormd worden door thermolyse van persulfaat.

In de studie van Arche over de bepaling van achtergrondwaarde van PFAS-componenten in onder andere grond- en oppervlaktewater in opdracht van VMM³⁷, staat vermeld dat een bovenstaande C8-precursoren ook kunnen afbreken naar PFOA. De studie verwijst daarvoor naar een artikel van Plumlee et al uit 2009³⁸.

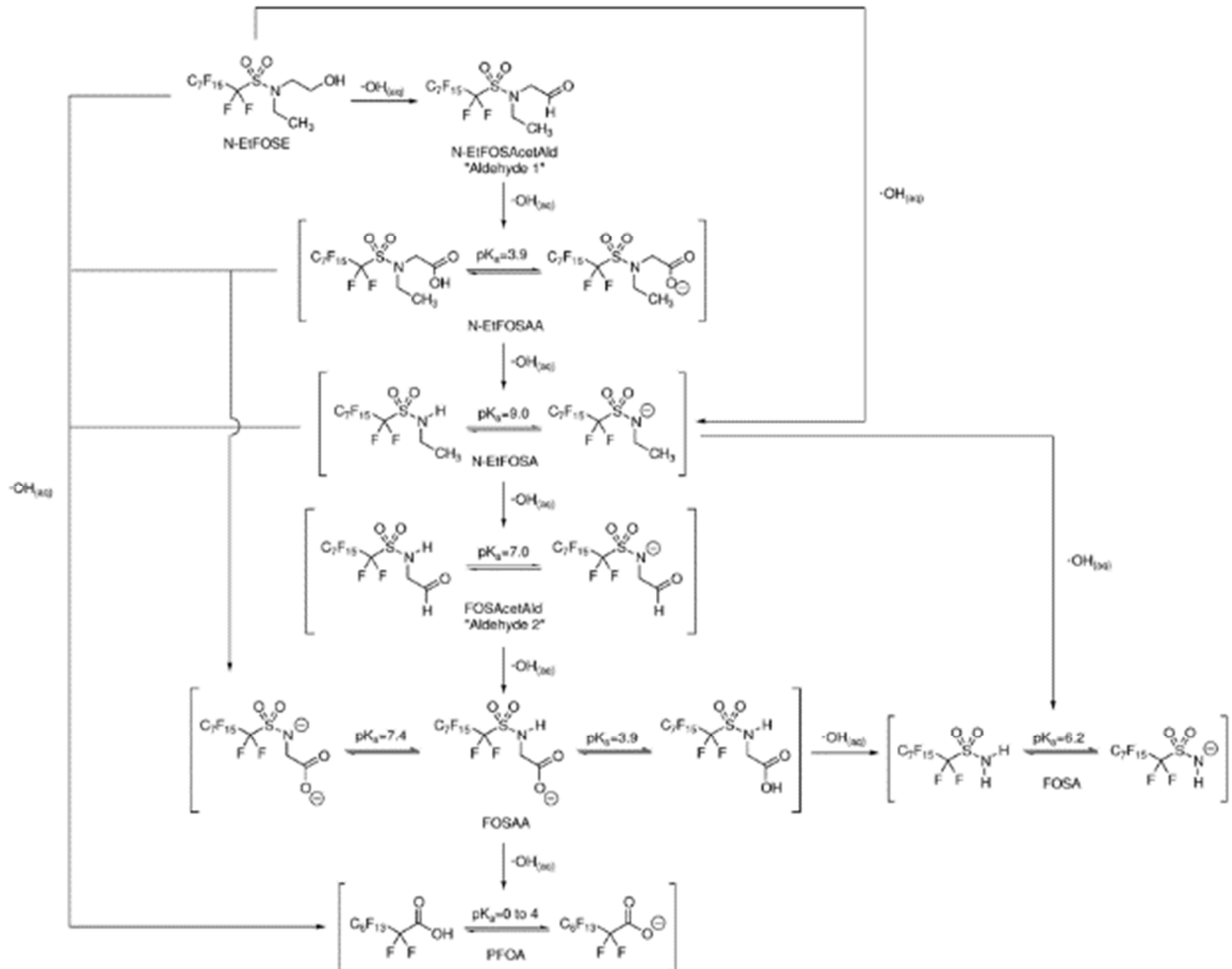
Deze studie uit 2009 beschrijft de indirecte photolyse in water van precursoren via hydroxyl radicalen. In een artikel van Sierra Rayne en Kaya Forest die opmerkingen formuleren op deze

³⁷ Oriënterend onderzoek naar verspreiding PFAS in Vlaanderen. Afvalwater, oppervlaktewater, waterbodembiota & grondwater. Arche Consulting, 20 maart 2023, met referentie D/2023/3241/110

³⁸ Plumlee, M.H., McNeill, K., Reinhard, M., 2009. Indirect photolysis of perfluorochemicals: Hydroxyl radical-initiated oxidation of N-ethyl perfluorooctane sulfonamido acetate (N-EtFOSAA) and other perfluoroalkanesulfonamides. Environ Sci Technol 43, 3662–3668. <https://doi.org/10.1021/es803411w>

studie van Plumlee is een gewijzigd afbraakschema opgenomen, wat weergegeven is in Illustratie 2-36. Uit dit afbraakschema blijkt dat FOSAA door hydroxyl radicalen omgezet wordt naar PFOA en FOSA. Uit het eerder afbraakschema dat in de studie van Deltares aangehaald is, wordt die FOSA verder omgezet via PFOSI naar PFOS onder eerder 'natuurlijke omstandigheden'.

ILLUSTRATIE 2-36 GEWIJZIGD AFBRAAKSCHEMA PRECURSOREN VOOR INDIRECTE FOTOLYSE MET HYDROXYL RADICALEN



Bij de interpretatie van de TOP-assay resultaten is het dus van belang rekening te houden met het feit dat bovenstaande C8-precursoren dus ook naar PFOA kunnen en allicht zullen omgezet worden gelet op het sterk oxidatieve milieu van deze reactie.

In de literatuur is zeer weinig terug te vinden over C6-precursoren of C4-precursoren. Maar het is niet onlogisch te verwachten dat de C6 precursor PFHxSA ook in sterk oxidatief milieu omgezet wordt naar het PFHxA in plaats van het sulfonzuur.

2.12 VOORZORGSMATREGELEN/VEILIGHEIDSMATREGELEN EN GEBRUIKSADVIEZEN

2.12.1 VOORZORGSMATREGELEN/VEILIGHEIDSMATREGELEN

2.12.1.1 VOORZORGSMATREGELEN OFF-SITE – ZONE 1B EN 2

Zoals eerder in de inleiding toegelicht heeft de OVAM op 3 maart 2023 voorzorgsmaatregelen opgelegd voor het landbouw- en woongebied in Zwijndrecht waarvoor op die datum nog geen beslissing was. Het gaat om de zogenaamde 'gele zone', of beter bekend als zone 1B en 2 zoals door de OVAM bepaald na het eerste gefaseerd BBO van 10 februari 2022.

Op 15 maart heeft ERM een plan van aanpak voor het uitvoeren van deze voorzorgsmaatregelen bij de OVAM ingediend, wat vervolgens door de OVAM is goedgekeurd op 23 maart 2023.

Deze aanpak bestond in het opstellen van een vragenlijst met als doel het in kaart brengen van blootstellingsroutes via dewelke de bewoners binnen de zone nog blootgesteld zijn aan PFAS aanwezig in de bodem. Tegelijkertijd is nogmaals benadrukt dat de no-regretmaatregelen bestaan en de naleving ervan de blootstelling aan PFAS kan vermijden. Wat de vragenlijsten betreft, is zowel een vragenlijst voor de gebruikers van landbouwgebieden als voor de gebruikers van woongebieden opgesteld.

De vragenlijsten zijn in de loop van juli 2023 aan de bewoners van zone 1B en 2 overgemaakt. Midden augustus is ERM gestart met de verwerking van deze gegevens, op basis van het aantal ingevulde vragenlijsten op dat moment. Circa 10% van het aantal brieven dat is uitgestuurd is ingevuld ontvangen, wat een goede respons is en op basis waarvan maatregelen uitgewerkt zijn die representatief zijn voor de ganse zone.

De resultaten van deze bevraging, met uitwerking van maatregelen om deze blootstelling te vermijden in afwachting van eventuele bodemsaneringswerken zijn aan de OVAM overgemaakt op 31 oktober 2023 en kan men terugvinden in Bijlage 8.

Concreet gaat het om volgende maatregelen die uitgewerkt zijn voor zone 1B en zone 2, maar ook zullen doorgevoerd worden in zone 1A omdat de saneringswerken in deze zone nog niet gestart zijn:

- Voor de blootstelling via eieren uit eigen tuin: correct financieel voorstel voor de bewoners om de nog aanwezige kippen op te kopen, rekening houdend met gemaakte kosten en gebruiksduur. Daarnaast is deze financiële vergoeding ook van toepassing voor bewoners in deze zones die bij uitvaardiging van de no-regret maatregelen op dat moment hun kippen hebben verwijderd;
- Voor de blootstelling via eigen gekweekte groenten: een drietal oplossingen worden voorgesteld aan de bewoners, gaande van (1) het aanbieden van plantenbakken met potgrond, (2) het infrezen van biochar om de biobeschikbaarheid van PFAS-componenten te reduceren en de uitloging naar grondwater te verminderen en (3) het verwijderen van de moestuin en aanbrengen van graszoden; en
- Voor de blootstelling via grondwater als drink/drenkwater: hoewel het niet meteen duidelijk is of er effectief nog grondwater als drinkwater wordt gebruikt, zal er gezorgd worden dat, in samenwerking met de watermaatschappijen, elke bewoner een aansluiting

heeft op het drinkwater net. Voor grondwater dat als drinkwater wordt gebruikt, zal een gepaste regeling uitgewerkt worden met de betrokken landbouwer.

In haar schrijven van 30 november 2023 (met referentie BB-BEDR-BVG-20230826514) is OVAM akkoord gegaan met deze maatregelen, en verwacht zij een update van de implementatie ervan voor 1 mei 2024. De voorbereiding voor de uitvoering van de concrete maatregelen om deze blootstelling op te heffen is lopende, de werkelijke implementatie zal allicht van start gaan in het eerste kwartaal van 2024.

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

2.12.1.2 VOORZORGSMAATREGELEN ON SITE

Op 14 augustus 2023 heeft ERM een stofmitigatieplan opgesteld naar aanleiding van een schrijven van de OVAM, afdeling bodembeheer (referentie: BB-BEDR-PCE-20230546699, dossier 732) waarin de OVAM, overeenkomstig artikel 70 van het Bodemdecreet, bijkomende voorzorgsmaatregelen oplegt voor de vastgestelde bodemverontreiniging met PFAS-componenten in het vaste deel van de aarde op de 3M-site. Het doel van dit stofmitigatieplan is het maximaal beperken van de diffusie emissies van potentieel PFAS houdend stof vanuit het bedrijfsterrein van 3M via de atmosfeer. De directe aanleiding was de verhoogde PFAS-concentratie vastgesteld in het stof in VMM-meetpunt ZD-08 ter hoogte van de Neerstraat in juni 2023.

Het stofmitigatieplan voorziet in een plan van aanpak voor de huidige braakliggende delen op de 3M-site, met uitzondering van het foerageergebied van de bruine kiekendief, en een plan van aanpak voor bodem verstorende werkzaamheden op de 3M-site die potentieel kunnen leiden tot stofvorming en/of ontstaan van braakliggende gronden. Tot slot is ook monitoringsprogramma voorgesteld om stofvorming op de randen van de 3M-site op te volgen.

Op 1 december 2023 heeft ERM een eerste kwartaalrapport met de voortgang van de opvolging van het stofbeheersplan bij de OVAM ingediend. Dit rapport kan men terugvinden in Bijlage 9. De belangrijkste bevindingen in het rapport zijn:

- nagenoeg alle onverharde delen van de 3M-site zijn aangepakt zodat geen stofvorming meer kan ontstaan, door het aanbrengen van geotextiel en kiezel;
- voor het forageergebied van de bruine kiekendief is door een onafhankelijk ecooloog geadviseerd om dit gebied zoveel mogelijk te beschermen tegen verstoring, op basis van de aanwezige vegetatie;
- de te saneren oppervlakte voorafgaand aan de bouw van de nieuwe waterzuivering, of delen die voor de sanering bebouwd zullen worden zijn afgedekt met geotextiel, die makkelijk verwijderd kan worden bij start van de graafwerken. Zones die door begroeiing niet met geotextiel bedekt kunnen worden, worden vochtig gehouden door het vernevelen van water;
- stofmetingen tijdens de voorbereidende werken voor deze saneringswerken op de site, tonen aan dat er geen stofvorming is opgetreden, de uitgewerkte maatregelen om stof te voorkomen hebben gewerkt; en
- het permanente netwerk om continu het stof te monitoren op de randen van de 3M-site zijn geplaatst op 23 november 2023, en is operationeel sinds dezelfde dag. De

meetgegevens van deze meettoestellen zijn online te volgen op het fijnstof meetnet Zwijndrecht–Antwerpen Linkeroever van de Vlaamse Milieumaatschappij³⁹.

2.12.2 GEBRUIKSADVIEZEN

In het gewijzigd tweede gefaseerd BBO zijn onderstaande gebruiksadviezen opgenomen. Deze zijn van toepassing binnen de contour richtwaarde.

TABEL 2-10 GELDENDE GEBRUIKSADVIEZEN

GA code + zone	Omschrijving van werken	Standaardzinnen	Mogelijke impact	Mogelijke Maatregel
GA1a Grotere project-gebied	Grondverzet	Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Extra kosten als de afgevoerde bodem gereinigd moet worden. ■ Impact op het nieuw ontwerp. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Opmaak technisch verslag: bijkomende staalname en analyse nodig, inclusief een her-evaluatie van de gekende verontreiniging in functie van de geplande werken. ■ Hergebruik van gronden binnen of buiten de kadastrale werkzone – te bepalen op basis van het technisch verslag. ■ Afvoer en verwerking van bodem – te bepalen op basis van het technisch verslag. ■ Actualisatie van de risico-evaluatie uitvoeren om mogelijkheden voor hergebruik van bodem te evalueren – te bepalen op basis van het technisch verslag. ■ Ontwerp afstemmen op de gekende resultaten (bijvoorbeeld: locatie van de te ontgraven zone / kelder aanpassen).
GA2a Grotere project-gebied	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"> ■ Verspreiding verontreiniging in het grondwater (horizontaal/verticaal). ■ Lozing van verontreinigende stoffen in riolering of op oppervlaktewater. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Uitvoering maatregelen om verspreiding verontreiniging tegen te gaan. ■ Opsplitsen van de bemalingsstreng (deel binnen en deel buiten de verontreiniging). ■ Gebruik maken van een waterzuivering. ■ Opvolgen van concentraties in opgepompt en/of geloosd water door erkend bodemsaneringsdeskundige. ■ Aanvragen van een lozingsvergunning. ■ Nagaan of andere maatregelen mogelijk zijn voor ontgraving: beperken

³⁹ [Fijnstofmeetnet Zwijndrecht–Antwerpen Linkeroever — Vlaamse Milieumaatschappij \(vmm.be\)](http://fijnstofmeetnet.zwijndrecht-antwerpen.linkeroever.vlaamse-milieumaatschappij.be)

GA code + zone	Omschrijving van werken	Standaardzinnen	Mogelijke impact	Mogelijke Maatregel
				diepte en/of vermijden bemaling.
GA2b Grotere project-gebied	Oppompen van grondwater voor eigen gebruik voor consumptie en persoonlijke hygiëne (drinkwater en drenkwater)	Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken als drinkwater of voor persoonlijke hygiëne. Ook gebruik als drenkwater voor vee is af te raden.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Blootstelling door dermaal contact bij gebruik water (douche, bad). ■ Blootstelling door inname van verontreinigd water (drinken). ■ Blootstelling door inname van groenten besproeid met verontreinigd water of vlees van dieren gedrenkt met verontreinigd water. ■ Verspreiding verontreiniging in het grondwater (hor./vert.). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Uitvoering nieuwe risico-evaluatie – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan de saneringsnoodzaak wijzigen en kan alsnog sanering nodig zijn. ■ Bijkomende controle grondwater op andere parameters i.k.v. gebruik voor consumptie (brochure website VMM). ■ Nagaan mogelijkheden tot gebruik grondwater uit andere grondwaterlagen en/of op andere locaties – evaluatie impact op verontreiniging en gebruik grondwater.
GA2c Grotere project-gebied	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"> ■ Blootstelling door dermaal contact bij gebruik van water (poetsen, auto wassen,...). ■ Horizontale of verticale verspreiding van verontreiniging in het grondwater. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn. ■ Mogelijkheden voor gebruik van grondwater uit andere grondwaterlagen of op andere locaties nagaan – evaluatie van de impact op verontreiniging en gebruik van grondwater.
GA2d Grotere project-gebied	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"> ■ Aantasting materiaa.l ■ Blootstelling door inhalatie. ■ Blootstelling voor werknemers bij aanleg van het systeem. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Afstemmen ontwerp o.b.v. de gekende resultaten.
GA3b Grotere project-gebied	Aanleg moestuin	Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen op het perceel.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Blootstelling door ingestie van groenten. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn. ■ De locatie van de moestuin wijzigen.
GA3d Grotere project-gebied	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"> ■ Risico's door wijziging van het terreingebruik. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn. ■ De inplanting of locatie van gebouwen, tuin,... aanpassen. ■ De keuze voor een kelder herbekijken.

GA code + zone	Omschrijving van werken	Standaardzinnen	Mogelijke impact	Mogelijke Maatregel
				<ul style="list-style-type: none"> ■ Bij overschrijding van de beleidsmatige waarden moet een bodemsaneringsproject worden opgesteld.
<p>GA4</p> <p>Grotere project-gebied</p>	<p>Herontwikkeling met wijziging bodembestemming</p>	<p>Bij de herontwikkeling van het terrein met een bestemmingswijziging is een nieuwe risico-evaluatie aangewezen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Risico's door wijziging van het bestemmingstype. ■ Beperkingen bij bepaald type/gebruik. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Uitvoeren nieuwe risico-evaluatie - afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan de saneringsnoodzaak wijzigen en kan alsnog sanering nodig. ■ Aanpassen inplanting van gebouwen, recreatiezones, speelterreinen, industrie, ... ■ Evaluatie rekening houdend met de mogelijkheden vermeld bij GA3.

2.13 TERREINBEZOEK

Het projectgebied is in kader van het uitgevoerde veldwerk reeds verschillende keren bezocht. Een fotoreportage met een impressie van het gebied is opgenomen in Bijlage 3.

Zoals eerder vermeld, is er een voorzorgsmaatregel on-site – met betrekking tot stofvorming- en één off-site - met betrekking tot blootstelling van PFAS-verontreiniging via routes – opgelegd.

Voor de opvolging van de voorzorgsmaatregel op de site zelf, zijn er specifieke plaats bezoeken uitgevoerd. Tijdens deze bezoeken is specifiek controle uitgevoerd op het afdekken van onverharde delen van het terrein die stof kunnen veroorzaken enerzijds, en zijn werken in de grond opgevolgd om na te gaan dat de mitigerende maatregelen voorzien in het specifieke stofbeheersplan nauwgezet zijn toegepast. Het verslag van deze opvolging, en dus de plaats bezoeken, gedurende het eerste kwartaal na indiening stofmitigatieplan op 14 augustus 2023 (september – november 2023) is terug te vinden in Bijlage 9.

Wat betreft de voorzorgsmaatregel off-site, zijn de maatregelen nog niet geïmplementeerd, en zijn er bijgevolg nog geen plaats bezoeken geweest in dat kader.

2.14 TUSSENTIJD'S CONCEPTUEEL SITE MODEL OP BASIS VAN DE VOORSTUDIE

Op basis van de voorstudie, waar voormalige onderzoeken alsook de vorige onderzoeksfasen van dit BBO deel van uitmaken, is een tussentijds conceptueel site model opgemaakt.

In dit conceptueel site model zijn de verdachte parameters gerelateerd aan de productie-activiteiten van 3M reeds gekend. De 9 COC's die bepaald zijn, zijn: PFOA, PFOS, PFOSA, PFHxA, PFHxS, PFHxSA, PFBA, PFBS en PFBSA. Door wijziging in de Code van Goede Praktijk 'aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS' (d.d. 15 mei 2022) dient de bodemsaneringsdeskundige geen toetsingswaarde 'richtwaarde' of 'bodemsanering' te

ontwikkelen voor individuele groepen van PFAS-parameters. Bij de afperking en evaluatie van de PFAS-verontreiniging zal hiermee rekening worden gehouden. De individuele PFAS-componenten die als verdacht zijn beschouwd voor de productieactiviteiten van 3M zullen wel afzonderlijk in de evaluatie meegenomen worden, gezien dit informatie kan geven over hoever de eigenlijke impact op de omgevende gebieden gerelateerd aan de productieactiviteiten van 3M reikt.

De verschillende COC's hebben een dichtheid groter dan water, en kunnen bijgevolg de neiging hebben zich verticaal te verspreiden, in geval van overschrijding van de oplosbaarheid. Ze zijn middelmatig tot zeer mobiel, over het algemeen geldt dat de mobiliteit afneemt met toenemende koolstof ketenlengte. De korte keten PFAS zijn niet alleen mobiel, zij hebben ook een vluchtig karakter.

In het conceptueel site model zijn de verschillende media waarin de PFAS-verontreiniging aanwezig is, gekend: grond, grondwater, oppervlaktewater, waterbodembodem. PFAS is eveneens gemeten in sommige voedingsmiddelen die binnen het projectgebied geteeld worden.

De omvang van de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde is voor een groot deel van het projectgebied al in voorgaande fasen van dit BBO bepaald, met uitzondering van het deelgebied industrie in het noordwestelijke deel van het projectgebied van voorliggend rapport. Verdere verfijning is onder andere ook nodig op de grens van het Sint-Annabos met Antwerpen Linkeroever.

Voor de impact van de PFAS-verontreiniging op grondwater is in de vorige fasen van het BBO enkel een eerste screening gedaan, waarbij de contouren uit het BBO van 2006 opnieuw gecontroleerd zijn. On-site vindt periodiek een monitoring van de grondwaterconcentraties in zowel de ondiepe 1ste als de dieper gelegen 2de aquifer plaats, dit in het kader van het BSP van 2008. Op basis van deze grondwatermonitoring is er voldoende informatie over de bronzones op de 3M-site. Verder grondwateronderzoek over het volledige projectgebied is echter nog noodzakelijk.

Eveneens is voor waterbodembodem en oppervlaktewater de dataset nog te beperkt, om een gefundeerde uitspraak te doen over de interactie tussen bodembodem, grondwater en oppervlaktewater in het kader van voorliggend BBO. Ook de relatie tussen de verschillende bodemcompartimenten (vaste deel en grondwater) dient nog verder geëvalueerd te worden.

De blootstellingsroutes voor de PFAS-verontreiniging die het onderwerp zijn van voorliggend onderzoek, zijn reeds in vorige onderzoeken bepaald, alvast voor de verontreiniging in het vaste deel van de aarde:

- PFAS in stof;
- PFAS in eieren; en
- PFAS in gewassen.

In de vorige fasen van dit BBO is geconcludeerd dat de PFAS-verontreiniging in de bodembodem een "ernstige bodembodemverontreiniging" betreft, aangezien er humaan toxicologische risico's kunnen verwacht worden voor het bodembodemgebruik dat is omschreven in "woongebied" en "landbouwgebied". Er bestaat een risico voor de bewoners binnen het deelgebied Zwijndrecht/Beveren, meer bepaald voor de geïdentificeerde '3M impact' zone en voor de zone

waar indicaties van vermengde bodemverontreiniging zijn (deels 3M afkomstig en deels mogelijk andere externe bronnen).

De risico-evaluatie zal verder uitgebreid moeten worden rekening houdend met metingen in de andere bodemcompartimenten. Hierbij zal de interactie tussen grond, grondwater en oppervlaktewater en waterbodemp nader geëvalueerd worden.

Er zijn nog hiaten in het conceptuele site model om een gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de impact en de omvang van de PFAS-verontreiniging gerelateerd aan de productieactiviteiten van 3M op de omgevende gebieden te evalueren. Deze hiaten worden verder weggewerkt met de onderzoeksstrategie zoals in volgend hoofdstuk beschreven.

3. BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE

3.1 INLEIDING

Voor de voltooiing van voorliggend BBO heeft ERM een stapsgewijze aanpak toegepast om het initiële opgemaakte conceptueel site model verder te optimaliseren. In dit hoofdstuk zijn de verschillende stappen van de onderzoeksstrategie beschreven.

Voor een zone rondom de 3M-site zijn in 2022 en 2023 reeds twee gefaseerde BBO's ingediend bij OVAM, waar een uitgebreide voorstudie is gedaan wat betreft de historiek van de activiteiten van 3M met de daarbij horende verdachte parameters, en dit gerelateerd aan de PFAS-productie op de 3M-site in Zwijndrecht, die volledig zal worden stopgezet in 2024.

De onderzoeksstrategie voor voorliggend BBO is gericht op het afperken en meer gedetailleerd in kaart brengen van de PFAS-verontreiniging, en dit zowel in grond, grondwater, sediment, vaste waterbodem, oppervlaktewater en gewassen op en/of rond de 3M-site. Daarnaast is het belangrijk om het conceptueel sitemodel te vervolledigen door de geologie en hydrogeologie goed in 3 dimensies uit te karteren. Op deze manier wordt een robuust conceptueel site model bekomen en kunnen de eventuele risico's voor volksgezondheid en leefmilieu verder worden bepaald.

Naast de individueel PFAS-verdachte stoffen, zal de onderzoeksstrategie eveneens gericht zijn op een eerste preliminaire screening van de verschillende bodemmedia op enkele geselecteerde ultrakorte keten PFAS-componenten. Om een antwoord te bieden op de vraag of alle PFAS-componenten in beschouwing zijn genomen is eveneens een evaluatie gebeurd met non-target analyses enerzijds en een TOP-assay anderzijds, ook op verschillende media.

Onderstaande strategie is zo opgesteld dat de hiaten in het conceptuele site model zo goed als mogelijk worden weggewerkt binnen het beschikbare tijdsbestek voor het afwerken van het voorliggend BBO-rapport.

Tijdens uitvoering van de staalnames is de 'checklist PFAS-staalname' zoals opgenomen in de OVAM-richtlijn PFAS-onderzoek⁴⁰ gehanteerd. Door gebruik te maken van deze werkwijze is het risico op contaminatie van de stalen met PFAS geminimaliseerd.

3.2 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 samengevoegd en beheerd in een EquIS database, en samengebracht in QGIS voor visualisatie. De verzamelde gegevens omvatten:

- de doorlopende monitoringgegevens die door 3M zijn verzameld;
- de gegevens die door Arcadis (BBO 2006) zijn verzameld voor het onderzoek naar atmosferische depositie en andere studies rond atmosferische depositie, emissiemetingen zoals besproken onder sectie 2.9;
- de gegevens uit het eerste gefaseerd BBO (ERM, 2022, referentie 0540247 versie 1);

⁴⁰ PFAS (vlaanderen.be) – Richtlijn PFAS-onderzoek vanaf 19042022

- de gegevens uit het gewijzigd tweede gefaseerd BBO (ERM, 2023, referentie 0540247-gewijzigd 2de BBO offsite v1.0);
- de door BAM/Lantis verzamelde gegevens voor de Oosterweel werken; en
- de gegevens uit reeds gekende OVAM-dossiers en studies verkregen van derden (zie sectie 3.6). Studies verkregen van derden vindt men terug in Bijlage 15.

3.3 STAP 2 – CONVENTIONEEL BODEMONDERZOEK OM DE VERONTREINIGING IN KAART TE BRENGEN

De verontreiniging met PFAS in de media grond, grondwater, sediment, vaste waterbodem en oppervlaktewater is aan de hand van een conventioneel bodemonderzoek zowel horizontaal als verticaal verder in kaart gebracht. Hierbij is verder gewerkt op de al beschikbare data, waarbij de focus van de bemonsteringscampagnes in het kader van voorliggend onderzoek voornamelijk ligt op het uitbreiden van de dataset en op het verfijnen van de afperking van de verontreiniging in zowel grond als grondwater.

De staalnamelocaties en -diepte zijn bepaald aan de hand van de al beschikbare informatie rekening houdend met het belang van atmosferische depositie voor de verspreiding van verontreinigende stoffen, en de feedback die ERM mocht ontvangen van OVAM en andere adviesverlenende partijen op de voorgaande gefaseerde onderzoeksrapporten.

In het kader van de verticale afperking van PFAS in het vaste deel van de aarde, zijn grondmonsters genomen volgens het waargenomen bodemprofiel (bodemhorizonten; waar aanwezig en wanneer niet verstoord door grondwerken en/of ploegwerkzaamheden). Op sommige locaties waar diepere monitoringspeilbuizen zijn geplaatst, zijn soms grondmonsters over het ganse bodeminterval tot de Boomse klei genomen.

In het kader van de verticale afperking van PFAS in grondwater, zijn grondwatermonsters genomen op verschillende dieptes rekening houdend met de aanwezige geologie met een maximale bemonsteringsdiepte tot aan de Boomse klei.

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 grondstalen 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 grondstalen 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. Deze bevindingen zijn dan ook overgenomen in voorliggende bemonsteringsstrategie.

De onderzoeksstrategie omvat eveneens een bemonstering van de meest voorname (grootste) oppervlaktewaters binnen het projectgebied, met name de Rotbeek, Vlietbosbeek, Laarbeek, Palingbeek, Karperreed, Blokkersdijkvijver en de Middenvijver. Ter hoogte van deze oppervlaktewaters zijn zowel sediment, vaste waterbodem als oppervlaktewater bemonsterd.

De locaties voor het nemen van bodemmonsters zijn hoofdzakelijk gekozen met het oog op een goede dekking van het projectgebied Zwijndrecht, Linkeroever, natuurgebieden, industriële omgeving en de 3M-site. Het doel is tweevoudig: het achterhalen van de aanwezigheid van eventuele andere niet-3M-gerelateerde PFAS-bronnen binnen het projectgebied, en anderzijds

om te streven naar een voldoende onderbouwde afperking van de verontreiniging afkomstig van de 3M-activiteiten in het vaste deel van de aarde en het grondwater, al dan niet rekening houden met beschikbare toetsingswaarden. Bovendien is ernaar gewerkt om monsters te nemen in gebieden met zowel landgebruik industrie, agrarisch, residentie, recreatie en natuur.

De bemonsteringsstrategie ter hoogte van de industriezone ten noorden en oosten van de 3M-site is binnen het beschikbare tijdsbestek in eerste plaats gericht op een screening van zowel de grond-als grondwaterkwaliteit.

Voor de industriezone is ERM beperkt in de bemonstering tot de bedrijven die hun medewerking willen verlenen na aanschrijven, alsook tot de toegankelijke openbare domeinen. Met uitzondering van Arlanxeo, gaven de aangeschreven bedrijven hun goedkeuring voor een eerste screening van de grondwaterkwaliteit, waarbij gewerkt is met al bestaande peilbuizen op de betreffende sites. Het betreft hier voornamelijk ondiepe peilbuizen met een filterstelling in de eerste freatische aquifer. In een tweede fase zijn de bedrijven opnieuw gecontacteerd om toestemming te krijgen voor het verzamelen van grondstalen. Binnen het beschikbare tijdsbestek zijn er grondstalen genomen op de bedrijfsterreinen van Ineos, ExxonMobil en Kuraray. Op vraag van deze bedrijven zijn de boringen niet doorgezet door de Polderklei. Enkel op het braakliggend terrein in eigendom van ExxonMobil ten zuidoosten van hun productiesite zijn een aantal peilbuizen geplaatst met filterstelling in de diepere 2^{de} aquifer, gelegen onder de Polderklei.

Tot slot zijn er binnen het deelgebied industrie ook enkele grondstalen genomen op het openbaar domein.

Op het terrein van Mexico Natie heeft ERM zelf geen grond- of grondwaterstalen genomen, aangezien de site heeft aangegeven zelf een bodemonderzoek naar PFAS uit te voeren. Mexico Natie heeft zijn resultaten op 24 november 2023 met ERM gedeeld onder de vorm van tabellen en figuren en kort begeleidend schrijven. Deze resultaten zijn mee opgenomen in de databank van voorliggend onderzoek.

Tijdens de opmaak van voorliggend onderzoek zijn er eveneens stalen genomen met het oog op het opstellen van het tweede gefaseerd bodemsaneringsproject op de 3M-site zelf, die de werken beschrijft voorafgaand aan de bouw van de nieuwe waterzuivering. De uitgevoerde werken en resultaten hiervan worden in detail gerapporteerd in het tweede gefaseerd BSP (rapport met referentie R001-0661637-BSP Atlantis zone 2.1-v1.0 van 8 december 2022, conform verklaard door de OVAM op 9 maart 2023). De resultaten beschreven in dat gefaseerd BSP zijn eveneens in onderhavig rapport gebruikt om de conclusies van dit BBO verder te onderbouwen.

3.4 STAP 3 – SPECIFIEK ONDERZOEK IN VERBAND MET DE RISICO-EVALUATIE

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

Naast de bodem- en waterbodem/oppervlaktewater stalen zoals hierboven besproken, zijn door ERM eveneens gewassen verzameld op meerdere locaties in deelgebied Linkeroever en Zwijndrecht, waaronder verschillende groenten, fruit, gras en maïs. Het dient vermeld dat enkel gewassen bemonsterd zijn die oogstklaar zijn. Ter hoogte van beide woongebieden zijn ook eieren van kippen met vrije uitloop bemonsterd.

In tegenstelling tot in Zwijndrecht, waar het overgrote deel van de gewassen verzameld zijn in privé moestuinen zijn in deelgebied Linkeroever de gewassen verzameld in o.a. een

gemeenschapstuin, en de tuin van een woonzorgcentra/school/minigolf. Er zijn geen stalen genomen in een moestuin van een privaat perceel, omdat een dergelijk perceel voor staalname niet gevonden is tijdens de voorbereiding van het veldwerk, ondanks de samenwerking met de buurtcoördinator van Linkeroever.

Voor elk monster van groenten, kruiden, fruit en dierlijke producten is een bijhorend monster van de toplaag genomen.

In deze fase van het onderzoek was er ook de intentie om op enkele locaties poriewater te bemonsteren samen met nieuwe gewasstalen. Deze staalnames zijn bedoeld om het mogelijke verband tussen de gemeten PFAS-concentraties in de voedingsmiddelen en de aanwezige PFAS-concentraties in het poriewater na te gaan. Door een tekort aan poriewater tijdens het droge seizoen in de zomerperiode van 2023 wanneer deze activiteit is opgestart was het niet mogelijk voldoende water te verzamelen voor analyse.

Voor de ecotoxicologische risico-evaluatie zijn ook biota-stalen genomen in het projectgebied, voornamelijk in het deelgebied natuurgebieden en de Palingbeek. Deze stalen zijn onder leiding van ERM genomen in aanwezigheid van Arche die de ecotoxicologische risico evaluatie heeft uitgevoerd. Een gedetailleerde beschrijving is terug te vinden in het rapport van de ecotoxicologische studie in Bijlage 10.

Tot slot heeft ERM in samenwerking met VITO-stofmetingen uitgevoerd in het landbouwgebied in Zwijndrecht, met als doel om het effect van de landbouwactiviteiten op PFAS in zwevend stof na te gaan. De resultaten van deze stofmetingen zijn gebruikt in de humane risico-evaluatie.

3.5 STAP 4 - ONDERZOEK IN VERBAND MET HET GRONDWATERMODEL

ERM heeft een grondwatermodel ontwikkeld voor het 3M-terrein en zijn wijdere omgeving, waarvan een eerste versie beschreven is in een memo van ERM in opdracht van 3M naar OVAM⁴¹. Dit model is sinds 2022 op verschillende momenten verder verfijnd en aangepast, na het uitvoeren van bijkomend veldwerk om hiaten in het model te dichten.

Zo bracht het model het belang van de Polderklei naar voren in de afscheiding tussen de 1ste en de 2^{de} aquifer. Ten einde de spreiding en aanwezigheid van de Polderklei beter in kaart te brengen, zijn bijkomende boringen uitgevoerd. Verder is ook een hydraulische connectie-test uitgevoerd om na te gaan in welke mate beide aquifers effectief hydraulisch van elkaar zijn geïsoleerd.

Het grondwatermodel toonde ook aan gevoelig te zijn voor de hydraulische geleidbaarheid in beide aquifers, waarbij betrouwbare gegevens schaars waren. Daarom zijn in eerste fase slug testen en boorgat-verdunningstesten uitgevoerd in peilbuizen met filter in de 1^{ste} en 2^{de} aquifers. In een tweede fase zijn een zogenaamde 'step drawdown test' en een pompproef uitgevoerd op een peilbuis aan de zuidelijke perceelsgrens met filter in de 2^{de} aquifer, om zo een meer representatief beeld te krijgen van de hydraulische geleidbaarheid in de 2^{de} aquifer.

Verder heeft het grondwatermodel aangetoond dat de ondergrondse dijken een belangrijk effect kunnen hebben in de bepaling van de grondwaterstromingsrichting en vooral dan voor de stroming naar de Palingbeek aan de zuidelijke perceelsgrens. Daartoe heeft ERM in deze

⁴¹ 3M Zwijndrecht, België: kleine wijziging op het bodemsaneringsproject van 2008 - conceptueel ontwerp van een hydraulische barrière om de instroom van met PFAS verontreinigd grondwater naar de Palingbeek te beheersen. Ref. M001-0639659-v2.0, juni 2022

zone bijkomende peilbuizen geplaatst in de 1^{ste} en 2^{de} aquifer. Deze peilbuizen zijn niet alleen bemonsterd voor PFAS-analyse, maar tevens zijn passieve iFLUX cartouches in de peilbuizen gehangen om de grondwaterstroming en massa-stroming van PFAS naar de Palingbeek in te schatten. Tenslotte zijn ook manuele boringen uitgevoerd ter bevestiging van de locaties en structuur/architectuur van de ondergrondse dijken rond de 3M-site.

De grachten en andere oppervlaktewaters binnen het projectgebied hebben een belangrijke invloed op de grondwaterstroming. Er zijn metingen gedaan van oppervlaktewaterstanden in verscheidene grachten binnen het projectgebied. Ook was er een vermoeden dat de vroegere bedding van de historische Palingbeek in de ondergrond ter hoogte van het populierenbos (zuidoostelijke hoek van 3M-terrein) nog een rol kan spelen als preferentiële stromingsrichting voor het grondwater. Daarom zijn in deze regio bijkomende peilbuizen geplaatst in de 2^{de} aquifer om dit nader te onderzoeken.

Om het grondwatermodel verder te kalibreren zijn eveneens stijghoogtemetingen uitgevoerd in een zeer groot aantal peilbuizen verspreid over het projectgebied.

3.6 STAP 5 - 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, (gedeeltelijk) binnen of nabij het projectgebied waarop het onderhavige BBO betrekking heeft.

De relevante bodemonderzoeken zijn opgenomen in Tabel 3-1.

TABEL 3-1 BODEMONDERZOEKEN DERDE PARTIJEN GEÏNTEGREERD IN VOORLIGGENDE RAPPORT

Uitvoerder	Opdrachtgever	Titel	Referentie	Datum
PIH	Gemeente Zwijndrecht	Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater te Zwijndrecht, campagne 2	BO/IM/21/70	18/06/2021
ABO	Stad Antwerpen	Verkennend bodemonderzoek PFAS, 2050 Linkeroever	31187/SBL	14/06/2021
Arcadis	OVAM	Memo "Resultaten controlestaalname PFAS fase 1+2 - OVAM	BE01210005130120	12/07/2021
Artemis Milieu	Beveren	Verkennend bodemonderzoek naar aanwezigheid PFAS in bodem en grondwater binnen het grondgebied van de gemeente Beveren-Waas	2021/4048/VL	12/07/2021
ABO	Stad Antwerpen	Verkennend bodemonderzoek PFAS, 2000 Antwerpen, 2050 Linkeroever, 2060 Antwerpen, 2180 Ekeren, 2170 Merksem, 2100 Deurne, 2610 Wilrijk	31677/SBL	15/10/2021
RSK	OVAM	Verkennend bodemonderzoek PFAS, OVAM, Neusenbergh z/n/ te 2070 Zwijndrecht	95224	20/10/2021
Witteveen+Bos	OVAM	Verkennend bodemonderzoek PFAS – Voormalige luchtvaartschool Linkeroever, Louis Paul Boonstraat 22, 2050 Antwerpen	96882	28/10/2021

Uitvoerder	Opdrachtgever	Titel	Referentie	Datum
BOVA ENVIRO+ N	OVAM	Verkennend bodemonderzoek voor PFAS-verontreiniging t.h.v. risicoactiviteiten terrein defensie kwartier Brosius te Gavers, 2070 Zwijndrecht	93685	8/2/2022
SWECO/ Witteveen & Bos	Lantis/BAM	Digitale bestanden van meerdere milieuonderzoeken in het kader van de bouwwerkzaamheden Oosterweel	-	2017-2023
COTU	Lantis	Installatie peilbuizen en verzamelen grondwaterstalen in Blokkersdijk en Sint-Annabos voor de opvolging van de bemalingswerken	-	Eind 2022 - 2023
BOVA ENVIRO+	OVAM	Onderzoeksverslag Oeverstaalnames Karperreed ter hoogte van de Keetberglaan, 2070 Zwijndrecht	-	14/02/2021
PIH	Gemeente Zwijndrecht	Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater te Zwijndrecht - vervolg. Van dit onderzoek heeft ERM enkel de certificaten ontvangen en de antwoorden op deze drie vragen((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?), er is geen rapport opgesteld.	-	2/2022
Talboom Milieu	OVAM	Onderzoeksverslag Brandweer Linkeroever, Halewijnlaan 82 2050 Linkeroever	96724	25/3/2022
Witteveen+Bos	OVAM	Verkennend bodemonderzoek PFAS, Afvalbrand drugslabo Zwijndrecht Onderzoekslocatie: Boerenveldseweg 3, 2070 Zwijndrecht	97155	6/4/2022
ABO	Departement mobiliteit & openbare werken	Digitale bestanden uit het OBO Groot Rietveld Kallo	-	8/2022 - 10/2022
Talboom Milieu	OVAM	Verkennend bodemonderzoek PFAS: Basisschool De Dobbelsteen, Emile Verhaerenlaan 19 en +19 te 2050 Antwerpen	98144	28/9/2022
Arcadis	ExxonMobil	Evaluatierapport schadegeval - slop spill lijn E, ExxonMobil Petroleum & Chemical BV - Antwerp Polymers Plant, Canadastraat 20, 2070 Zwijndrecht	10622	7/4/2023
Talboom Milieu	OVAM	Verkennend bodemonderzoek PFAS Vrije basisschool Sint-Anna Goethe, Goethestraat 1, 2050 Antwerpen	98143	18/5/2023
Sweco/ Witteveen+Bos	Lantis	Gefaseerd Beschrijvend bodemonderzoek knoop 17 - R1 te Antwerpen / Zwijndrecht Deel PFAS knoop Antwerpen-West	101027	16/6/2023
Envirosoil	Garden Center Holding NV	Oriënterend bodemonderzoek, Garden Center Holding nv, hoefijzersingel 1 te 2070 Zwijndrecht	EB2110/030	12/1/2022

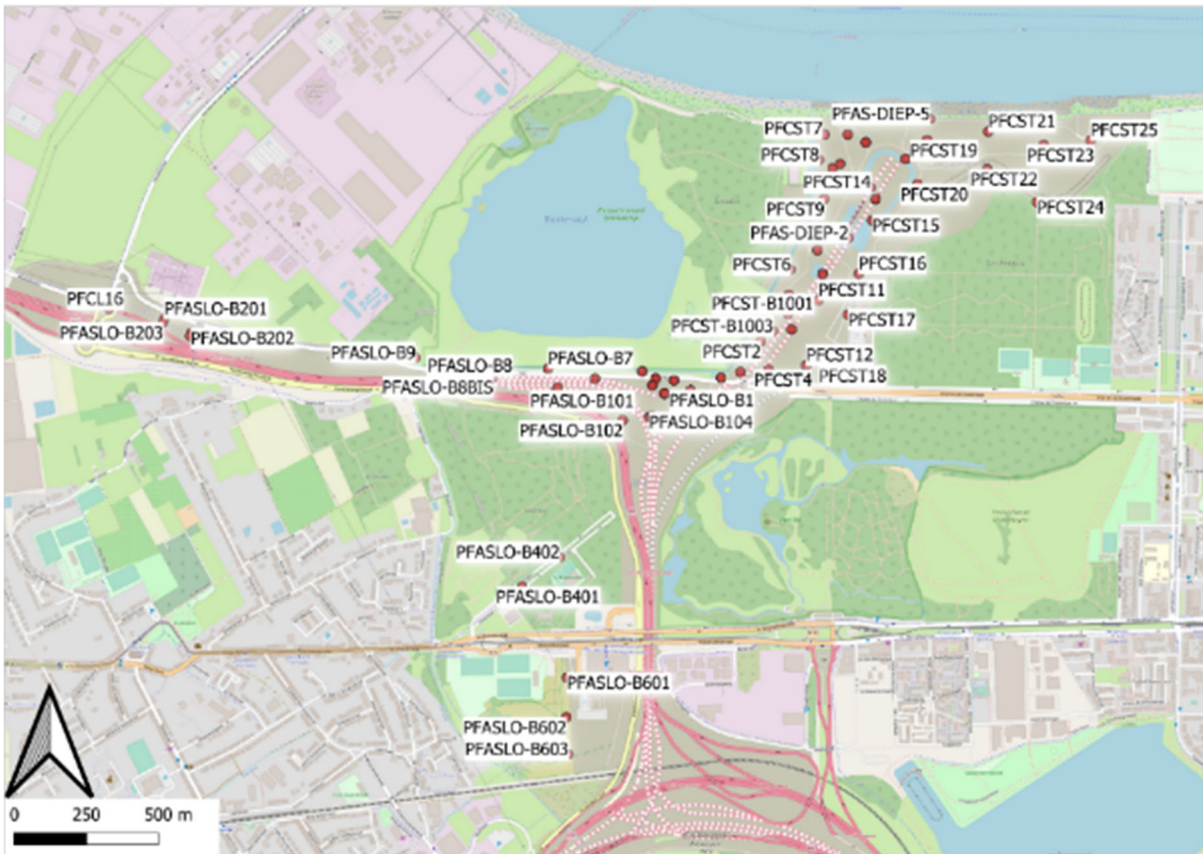
Uitvoerder	Opdrachtgever	Titel	Referentie	Datum
ABO	Lidl Zwijndrecht	Oriënterend bodemonderzoek voormalig tankstation, Bruchtsestraat 14, 2070 Zwijndrecht	32179.R.01	27/6/2022
-	Katoen Natie	Digitale bestanden aangeleverd door Katoen Natie Zwijndrecht.	-	9/2021 – 10/2021
TAUW	Katoen Natie	Digitale bestanden aangeleverd door Katoen Natie Zwijndrecht, met betrekking tot de site van Mexico Natie gelegen te Canadastraat, 2070 Zwijndrecht, in het kader van de opmaak van een OBO.	-	7/2023-8/2023

De resultaten van deze monsternames zijn opgenomen in de EquiS database en geïntegreerd in het voorliggend BBO-rapport. Er is aangenomen dat de aangeleverde data van derde correct is.

Enkele opmerkingen dienen te worden vermeld in verband met een deel van de resultaten afkomstig van stalen die genomen zijn in functie van de bouwwerkzaamheden Oosterweel in opdracht van Lantis/BAM, die meegenomen zijn in dit BBO, zoals weergegeven op Illustratie 3-1:

- stalen beginnend met 'PFAS-DIEP' zijn afkomstig van boringen geplaatst centraal in het traject van de toekomstige Scheldetunnel, tot aan de onderzijde van de wegenis. Diepere stalen zijn genomen dichtergelegen tegen de Schelde;
- stalen beginnend met 'PFASLO' zijn afkomstig van boringen geplaatst in functie van het Technisch Verslag Linkeroever (TV LO). De toplagen hiervan (de leeflaag) zullen meestal verwijderd worden. Diepere lagen zullen op sommige plaatsen plaatselijk worden verwijderd; en
- stalen beginnend met 'PFCST' zijn afkomstig van boringen geplaatst in functie van het Technische Verslag Scheldetunnel (TV ST). De toplagen hiervan (de leeflaag) zullen meestal verwijderd worden. Diepere lagen zullen op sommige plaatsen plaatselijk worden verwijderd.

ILLUSTRATIE 3-1 LOCATIES LANTIS/BAM MET EXTRA VERDUIDELIJKING



De technische verslagen die voor 1 december 2023 door ERM ontvangen zijn in het kader van het Sitebesluit en relevant geacht zijn voor voorliggend project voor het grondwater, zijn in onderstaande tabel opgenomen. Enkel de grondwaterresultaten uit deze rapporten zijn in de Equis database opgenomen en verder geïntegreerd in voorliggend BBO-rapport. Er is aangenomen dat deze verkregen data van derde partijen correct is.

TABEL 3-2 RELEVANTE TECHNISCHE VERSLAGEN ONTVANGEN IN KADER VAN SITE DECREET

Uitvoerder	Opdrachtgever	Titel	Referentie	Datum
Bodemkundige Dienst van België vzw	Zwijndrecht	Standaard technisch, verslag Bodem en Waterbodern, Binnenplein, Zwijndrecht	PMGPC22721	27/10/2023
Talboom Milieu	Fujifilm Electronic Materials (Europe)	Technisch verslag en nota Uitbreiding Fujifilm, Keetberglaan 1a, 2070 Zwijndrecht	220145/OB/v2 220145/LM/v1	23/01/2023 27/09/2023
Sweco	Zwijndrecht	Technisch verslag Verstocktstraat 2070 Zwijndrecht	STV01B-4012880013	21/11/2023

Tot slot dient ook vermeld dat binnen het projectgebied van onderhavig BBO verschillende hopen grond aanwezig zijn afkomstig van de grondwerken voor de Oosterweelwerken. Deze

hopen zijn niet afzonderlijk behandeld, maar vallen onder de algemene besluitvorming van dit onderzoek.

3.7 BEOORDELINGSKADER VASTE DEEL VAN DE AARDE, GRONDWATER, OPPERVLAKTEWATER EN WATERBODEM

3.7.1 ALGEMEEN

Bij de opmaak van onderhavig rapport is het tijdelijk handelingskader PFAS 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 2022⁴². De toetsingswaarde 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) voor PFOS en PFOA. 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 VITO⁴³, 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 gezondheidkundige grenswaarde (GGW) van 4,4 ng/kg lw/w voor som PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS. Dit bijgesteld normeringskader is op 16 december 2022 principieel goedgekeurd door de Vlaamse regering.

Het besluit 'Tijdelijk Handelingskader PFAS' is door de Vlaamse Regering definitief goedgekeurd op 7 juli 2023 en is in het Belgisch staatsblad bekendgemaakt op 10 oktober 2023. In het besluit is voorzien dat de Vlaamse minister van Omgeving de datum bepaalt waarop het besluit in werking treedt. Deze datum is nog niet bekend gemaakt, wat betekent dat op heden dit nieuwe kader nog niet in werking is.

3.7.2 TOETSINGSWAARDE BODEMSANERINGNORM VASTE DEEL VAN DE AARDE

Onderstaande tabellen tonen de huidig voorgestelde 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 in het Belgisch staatsblad bekendgemaakt op 10 oktober 2023 maar nog niet in werking gesteld. Voor woongebied is er een toetsingswaarde bodemsaneringsnorm voor PFOS en PFOA die van toepassing is voor tuinen met moestuin en kippen met vrije uitloop, en een toetsingswaarde bodemsaneringsnorm voor tuinen zonder moestuin en kippen met vrije uitloop.

⁴² Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en voor PFAS in grondwater, aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties, publicatiedatum 4 april 2022

⁴³ Bindend normenkader voor PFOS en PFOA, opgesteld door VITO van 5 oktober 2022

TABEL 3-3 HUIDIG VOORSTEL BODEMSANERINGSNORMEN VOOR HET VASTE DEEL (µG/KG DS) VOOR PFOS (OVAM, 2022)

Landgebruik (bestemmingstype)	I (Natuur) & II (landbouw)	III (Woongebied)	IV (Recreatie)	V (Industrieel)
Voorstel humaattox (µg/kg ds)	3,1	205	1.949	1.949
Voorstel ecotox (µg/kg ds)	3	18	110	9.100
Voorstel bodemsaneringsnorm (µg/kg ds)	3,8	3,8*/18	110	110

* bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en kippen met vrije uitloop

TABEL 3-4 HUIDIGE VOORSTEL BODEMSANERINGSNORMEN VOOR HET VASTE DEEL (µG/KG DS) VOOR PFOA (OVAM, 2022)

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

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

TABEL 3-5 BIJGESTELD TOEKOMSTIG NORMERINGSKADER VOOR PFOS EN PFOA VOOR HET VASTE DEEL (µG/KG DS) (NOG NIET IN VOEGE)

Landgebruik (bestemmingstype)	I (Natuur) & II (landbouw)	III (Woongebied)	IV (Recreatie)	V (Industrieel)
Bijgesteld voorstel bodemsaneringsnorm PFOS (µg/kg ds)	3,8	4,9	110	268
Bijgesteld voorstel bodemsaneringsnorm PFOA (µg/kg ds)	2,5	7,9	632	303

3.7.3 TOETSINGSWAARDE RICHTWAARDE VASTE DEEL VAN DE AARDE

VITO heeft in opdracht van de OVAM de 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 toetsingswaarde richtwaarde/waarde vrij gebruik bedraagt 3,0 µg/kg ds voor PFOS en 3,0 µg/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 µg/kg ds. Parameters waarvan de gemeten waarde onder de rapporteringsgrens ligt, worden in de sommatie niet meegenomen.

In het bijgesteld toekomstig normeringskader is de toetsingswaarde richtwaarde/waarde vrij gebruik van PFOA teruggebracht naar 2,0 µg/kg ds, voor PFOS blijft deze waarde behouden op 3 µg/kg ds.

3.7.4 TOETSINGSWAARDE STREEFWAARDE VASTE DEEL VAN DE AARDE

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

De toetsingswaarde streefwaarde bedraagt 1,5 µg/kg ds voor PFOS en 1,0 µg/kg ds voor PFOA. In het bijgesteld toekomstig normeringskader blijven deze waarden behouden.

3.7.5 TOETSINGSWAARDE BODEMSANERINGSNORM GRONDWATER

Als toetsingswaarde voor de bodemsaneringsnorm voor grondwater geldt de Europese limiet voor drinkwater (EU Richtlijn 2020/2184). Deze bedraagt 0,1 µg/l (100 ng/l) voor de som van 20 PFAS (kwantitatieve) en 0,5 µg/l (500 ng/l) voor de som van alle PFAS. In het bijgesteld toekomstig normeringskader blijven deze waarden behouden.

3.7.6 TOETSINGSWAARDEN WATERBODEM (SEDIMENT EN VASTE WATERBODEM)

Voor het 'Onderzoek van waterbodem en oevers' is een Code van Goede Praktijk (OVAM 31/05/2020) van toepassing. In deze Code van Goede Praktijk is aangegeven dat de analyseresultaten van het sediment en het vaste deel van de waterbodem getoetst dienen te worden aan de 'triggerwaarden' die zijn opgenomen in deze Code van Goede Praktijk.

Voor PFAS-verbindingen zijn er nog geen triggerwaarden gedefinieerd.

Op 18 augustus 2022 gaf het *Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER⁴⁴)* hun feedback op de ontwerp-milieukwaliteitsnormen voor prioritaire stoffen onder de Kaderrichtlijn Water, specifiek met betrekking tot PFAS. Een waarde van 13,5 µg/kg ds is door het Zwitserse Centrum voor Toegepaste Ecotoxicologie voorgesteld als kwaliteitsnorm voor PFOS in sediment met 5% organische koolstof (Casado-Martinez, 2020). Deze waarde is gebaseerd op een lange termijnwaarde voor één soort. Het SCHEER onderschrijft deze waarde. Bij gebrek aan een triggerwaarde voor PFAS, kan deze waarde als

⁴⁴ Scientific Opinion on "Draft Environmental Quality Standards for Priority Substances under the Water Framework Directive" PFAS (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks, Scheer, 18 August 2022)

een eerste referentiewaarde gebruikt worden bij de beoordeling van de gemeten PFOS-concentraties in het sediment en het vaste deel van de waterbodem.

Voor de overige PFAS-verbindingen waarvoor een toetsingswaarde in Vlaanderen bestaat, en die gemeten zijn in zowel sediment als vaste deel van de waterbodem, is een alternatieve toetsing uitgevoerd aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen die gelden voor het vaste deel van de aarde (zie paragraaf 3.7.2). Deze alternatieve toetsing is eveneens voor PFOS uitgevoerd.

Alle stalen van de waterbodem die onder het sediment genomen zijn, zijn als vaste deel van de waterbodem beschouwd.

3.7.7 TOETSINGSWAARDEN OPPERVLAKTEWATER

In Vlarem II - Bijlage 2.3.1 zijn voor diverse parameters basismilieukwaliteitsnormen opgenomen. Voor wat betreft PFAS-verbindingen zijn enkel voor de parameter PFOS dergelijke milieukwaliteitsnormen gedefinieerd. De milieukwaliteitsnormen voor PFOS (op basis van de indeling van de aanwezige oppervlaktewaters in de categorie 'rivieren en meren') zijn opgenomen in Tabel 3-6. In de praktijk zal enkel rekening gehouden worden met de milieukwaliteitsnorm uitgedrukt als jaargemiddelde.

TABEL 3-6 BASIS MILIEUKWALITEITSNORMEN PFOS IN OPPERVLAKTEWATER ($\mu\text{G/L}$)

Parameter	Milieukwaliteitsnorm gemiddelde (JG-MKN) ($\mu\text{g/l}$)	Milieukwaliteitsnorm maximum (MAC-MKN) ($\mu\text{g/l}$)
PFOS	0,00065	(36)

JG-MKN: milieukwaliteitsnorm uitgedrukt als jaargemiddelde

MAC-MKN: milieukwaliteitsnorm uitgedrukt als maximaal aanvaardbare concentratie (kortdurende verontreinigingspieken in continue lozingen)

Voor de overige PFAS-verbindingen waarvoor een toetsingswaarde in Vlaanderen bestaat, is een alternatieve toetsing uitgevoerd aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen die gelden voor grondwater (zie paragraaf 3.7.5). Deze alternatieve toetsing is eveneens voor PFOS uitgevoerd.

3.7.8 BEPALING VAN DE VOORGESTELDE BODEMSANERINGSNORMEN VOOR DE ANDERE VERDACHTE STOFFEN (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.

3.8 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 3-7⁴⁵. Deze Europese normen zijn gebaseerd op de EFSA 2020 gezondheidkundige grenswaarde (GGW) (TWI=4,4 ng/kg lw/w voor som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS).

TABEL 3-7 ACTIEWAARDEN VOOR LEVENSMIDDELEN VAN TOEPASSING VANAF 1/1/2023

µg/kg vers gewicht	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.

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 3-8 EAC UIT SPOEDRAADGEVING FAVV 10-2021

µg/kg vers gewicht	Som PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS
Vlees	0,07
Melk	0,02
Eieren	0,02
Vis	0,15
Fruit	0,04
Groenten	0,05

⁴⁵ Verordening (EU) 2022/2388 van de commissie van 7 december 2022: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2388/oj>

µg/kg vers gewicht	Som PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS
Zetmeelrijke wortels en knollen (aardappelen, zoete aardappelen,...)	0,08

4. VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES

4.1 ALGEMEEN

Vanaf november 2021 tot en met november 2023 heeft ERM veldwerk verricht ter uitbreiding van de dataset, ter verfijning van de afperking van de verontreiniging met PFAS in de verschillende onderzochte bodemcompartimenten, alsook om extra informatie te verzamelen in het kader van het grondwatermodel en de risico-evaluatie.

In totaal zijn binnen het gehele projectgebied circa 482 grondboringen voor grondstaalname uitgevoerd en voor het grondwater zijn circa 434 peilbuizen bemonsterd. Bijkomend zijn 38 oppervlaktewaterstalen, 37 sedimentstalen en 42 stalen van de vaste waterbodem genomen. Dit omvat het veldwerk uitgevoerd binnen alle deelgebieden van dit BBO, zowel op als buiten de site inclusief het veldwerk dat eerder als gerapporteerd is in het derde en vierde gefaseerd BBO, dewelke door OVAM afgekeurd zijn. Er zijn eveneens enkele stalen van voedingsmiddelen genomen.

In dit onderzoek zijn naast de nieuwe gegevens en de reeds beschikbare gegevens van ERM uit vorige fasen van het onderzoek, ook metingen van derden geïntegreerd. De gegevens van derden zijn geselecteerd op basis van de relevantie voor dit rapport.

In Hoofdstuk 4 is enkel het overzicht van het veldwerk opgenomen, uitgevoerd door ERM over de periode november 2021 – november 2023 met relevantie voor dit onderzoek en nog niet gerapporteerd in eerdere onderzoeken of saneringsprojecten. Meer details rond boordiepte per meetlocatie, staalnamediepte voor analyse, datum van uitvoering en X, Y, Z-coördinaten zijn opgenomen in de toetsingstabellen Bijlage 11.

De boringen in het kader van het BBO zijn uitgevoerd volgens de verplichte geldende CMA-procedure CMA/1/A.1 (versie mei 2020 en april 2022). De ondiepe boringen zijn manueel met een edelmanboor uitgevoerd. De diepere boringen zijn manueel voorgeboord tot een diepte van circa 2 m-mv, waarna verder mechanisch is geboord met behulp van een Sonic drill of een Geoprobe waarbij gewerkt is met 'liners' voor grondstaalname. Tijdens de grondstaalname is de opgeboorde grond gescreend met een PID meter.

Indien de Polderklei doorboord is, is er steeds de nodige aandacht besteed aan het verticaal correct afdichten van het boorgat, zodat een verticale migratie van een eventuele verontreiniging tot het minimum beperkt wordt. In de bronzone op de 3M-site is hiervoor gewerkt met een dubbele casing methode tijdens de installatie van de peilbuizen in de 2^{de} aquifer.

De grondwatermonsters in het kader van het BBO zijn genomen volgens de "micropurging/low-flow" staalnameprocedure conform CMA/1/A.2 (versie december 2018 en maart 2022). Tijdens de grondwaterbemonstering zijn de diepte van de grondwatertafel, de temperatuur, de pH en de conductiviteit gemeten.

Na installatie van nieuwe peilbuizen zijn deze schoon gepompt conform de geldende richtlijnen. Alle peilbuizen zijn afgewerkt met een vloeistofdichte straatpot of een stalen koker met afdichting.

De staalname van waterbodem en oppervlaktewater in het kader van het BBO zijn uitgevoerd volgens de verplichte CMA-procedures CMA/1/A.4 (versie maart 2022) en CMA/1/A.11 (versie maart 2022), conform de OVAM-richtlijnen.

Bij enkele staalnames diende er afgeweken te worden van de geldende CMA-procedures. Een overzicht en beschrijving hiervan is opgenomen in Bijlage 12.

Alle veldwerk en staalnames zijn steeds onder supervisie van ERM uitgevoerd.

Bij de initieel gefaseerde aanpak van het BBO is in de rapportage gewerkt met deelgebieden zoals de 3M-site (onsite), Zwijndrecht, natuurgebieden, Linkeroever en industrie. Deze deelgebieden zijn ook in dit hoofdstuk aangehouden; in elk deelgebied is een overheersend bestemmingstype van toepassing en de impact vanuit bijvoorbeeld atmosferische depositie verschilt per deelgebied, wat alvast relevant is om een onderscheid te maken bij de verdere beoordeling van de grondkwaliteit over het projectgebied.

4.2 VOORBEREIDING STAALNAMES

Voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek is een locatie-specifiek veiligheids- en gezondheidsplan opgesteld waarin de specifieke risico's verbonden aan de uitvoering van het onderzoek zijn beschreven. In dit veiligheids- en gezondheidsplan zijn eveneens de mitigerende maatregelen bij de geïdentificeerde risico's opgenomen. Dit plan is ondertekend door elke onderaannemer die aanwezig was op de dag van het veldwerk.

Tevens is een melding in het kader van het KLIP-decreet uitgevoerd en zijn indien aanwezig plannen van de private ondergrondse infrastructuur opgevraagd om de ondergrondse structuren in kaart te brengen. Voorafgaand aan het uitvoeren van de boringen is de ERM 'subsurface clearance'-procedure gevolgd en als van toepassing zijn de boorlocaties door derde partijen vrijgegeven om zo schade aan ondergrondse structuren tot een minimum te beperken.

4.3 UITVOERING VELDWERK – GROND- EN GRONDWATERSTAALNAMES

4.3.1 3M-SITE EN TERREINGEDEELTE ZUIDELIJK VAN DE 3M-SITE

4.3.1.1 ALGEMEEN

In de uitvoeringsperiode van dit beschrijvend onderzoek zijn eveneens andere deelprojecten op de 3M-site uitgevoerd, waarbij ook stalen zijn genomen voor o.a. PFAS-analyses. Dit bijvoorbeeld in het kader van

- een onderzoek dat gedaan is langsheen de oude chemische riolering van 3M, deels ter hoogte van het 3M-pad (reeks B/ERM23xx-reeks);
- een vooronderzoek dat heeft plaatsgevonden in het kader van de nieuwe waterzuiveringsinstallatie van 3M (ERM/M8xx-reeks);
- de opmaak van een BBO voor minerale olie en PAK ter hoogte van gebouw 16 (ERM34xx-reeks en PB6xx-reeks);
- een BSP voor het schadegeval met NaOH ter hoogte van tankenpark; en
- een uitbreiding van de periodieke monitoring voor opvolging saneringswerken BSP 2008.

Deze boorwerkzaamheden, inclusief grondwaterbemonstering, voor zover relevant voor het PFAS-onderzoek, zijn eveneens opgenomen in onderstaand overzicht. De boring met boorprofiel op zich kan al opgenomen zijn in een vorig onderzoek dat bij de OVAM is ingediend, maar de PFAS-analyses zijn nog niet gerapporteerd in vorige onderzoeken en zijn daarom in dit onderzoek opgenomen met uitzondering van de resultaten van de lopende monitoring in het kader van de grondwatersanering op de 3M-site op basis van het BSP van 2008.

Deze resultaten van de monitoring zullen wel meegenomen worden voor interpretatie in voorliggend BBO, de digitale upload van deze resultaten is voorzien in de tussentijdse rapportage. Bijgevolg zijn ze niet meegenomen in onderstaand overzicht. Een overzicht van alle staalnamelocaties van 2023 vindt men op Figuur 6.

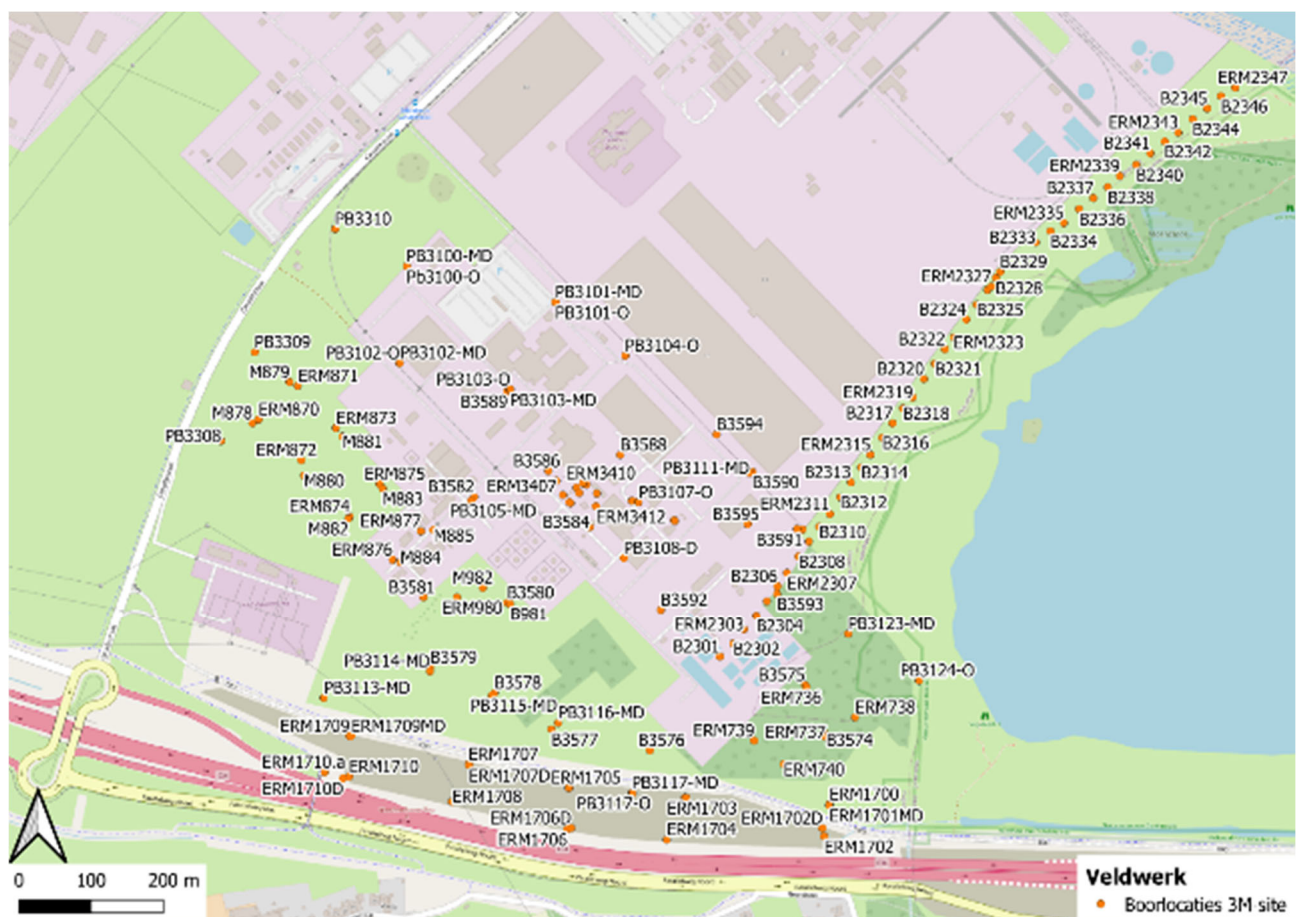
4.3.1.2 VASTE DEEL VAN DE AARDE

Op de 3M-site zijn in totaal 155 boringen uitgevoerd, hiervan zijn:

- 103 ondiepe boringen waarvan 48 afgewerkt tot peilbuis;
- 29 middeldiepe boringen waarvan 29 afgewerkt tot peilbuis;
- 9 diepe boringen waarvan 9 afgewerkt tot peilbuis; en
- 9 mengstalen van de toplaag.

De verschillende boorlocaties gelegen op de 3M-site zijn weergegeven in Illustratie 4-1 en samengevat in Tabel 4-1.

ILLUSTRATIE 4-1 BOORLOCATIES 3M-SITE



TABEL 4-1 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN 3M-SITE

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
B3575 – B3584; B3586 – B3595	2,00	Oktober 2023	Edelmanboor	Servaco
PB3100-O – PB3104-O; PB3107-O; PB3117-O; PB3124-O; PB3100-MD – PB3103-MD; PB3105-MD; PB3106-MD; PB3110-MD – PB3117-MD; PB3123- MD; PB3124-MD; PB3106-D; PB3108-D; PB3110-D; PB3115-D	2,00 t.e.m. 22,00	Mei, juni, juli en augustus 2023	Edelmanboor en sonic drill	ASA en Sialtech
PB3308 – PB3310	11,00	Oktober 2023	Geoprobe	Servaco
ERM736 – ERM740; ERM1700; ERM1702 – ERM1710; ERM1701MD; ERM1703MD; ERM1705MD; ERM1707MD; ERM1709MD; ERM1710A; ERM1702D; ERM1703D; ERM1706D; ERM1707D; EMR1710D	1,40 t.e.m. 23,50	Februari, maart, juni, juli en September 2022	Edelmanboor en sonic drill	Sialtech
ERM870 – ERM877; M878 – M885 (*)	0,10 t.e.m. 3,20	Maart 2022	Edelmanboor	ASA
B981; ERM980; M982 (**)	0,05 t.e.m. 3,20	Juli 2022	Edelmanboor	ASA
PB602; PB609; ERM3407 – ERM3413	3,00 t.e.m. 5,00	November 2021 en maart 2022	Edelmanboor	Servaco
B23XX-reeks; ERM23XX- reeks	2,00 t.e.m. 3,00	Oktober, november en december 2022 (ikv onderzoek oude riolering)	Edelmanboor	Servaco

(*) M878 – M885 zijn mengstalen die bestaan uit 10 grepen uit de bovenste 10 cm van de bodem; en

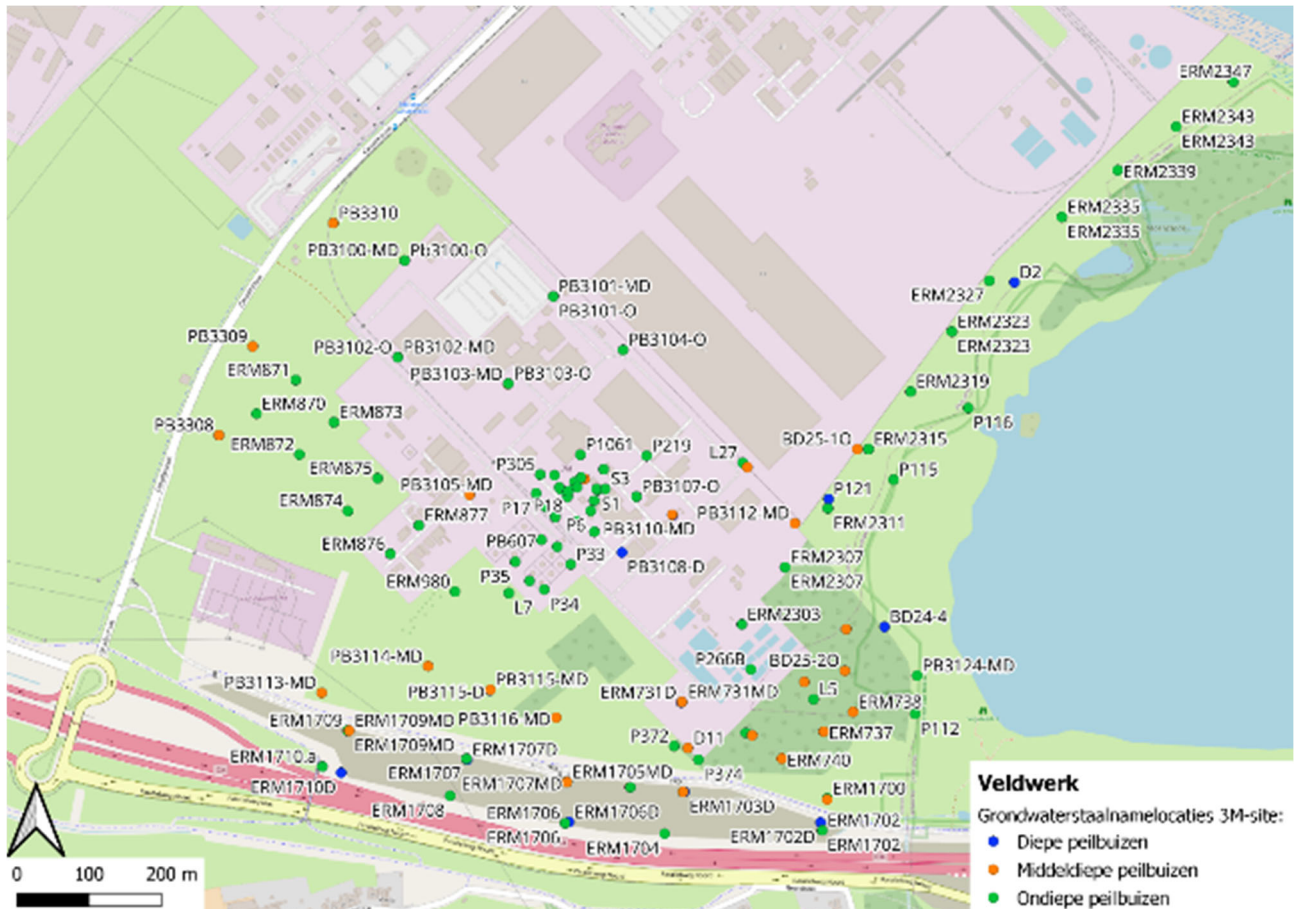
(**) M982 is een mengstaal dat bestaat uit 10 grepen uit de bovenste 5 cm van de bodem.

4.3.1.3 GRONDWATER

Er zijn in totaal 144 nieuw geplaatste of al bestaande peilbuizen bemonsterd op de 3M-site.

De locaties van deze bemonsterde peilbuizen zijn weergegeven in Illustratie 4-2. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-2.

ILLUSTRATIE 4-2 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES 3M-SITE



TABEL 4-2 GRONDWATERSTAALNAMES 3M-SITE

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
L27; L5; L7; P112; P115; P116; P121; P219; P266b; P305; P33; P34; P35; P372; P374; P382; BD24-4; BD25-10; BD25-20; D11; D2; S1	Juni, augustus, september en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer) en diep (2 ^{de} Aquifer)
ERM731D; ERM736 – ERM740; P120bis; ERM1700; ERM1702 – ERM1709; ERM1701MD; ERM1703MD; ERM1705MD; ERM1707MD; ERM1709MD; ERM1710A; ERM1702D; ERM1703D; ERM1706D; ERM1707D; ERM1710D	Mei, juli, september en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer); middeldiep en diep (2 ^{de} Aquifer)
ERM3407 – ERM3410; ERM3412; ERM3415	Maart 2022, juni 2023 en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
PB3100-O – PB3104-O; PB3107-O; PB3117-O; PB3124-O; PB3100-MD – PB3103-MD; PB3105-MD; PB3106-MD; PB3110-MD – PB3117-MD; PB3123-MD; PB3124-MD; PB3106-D; PB3108-D; PB3110-D; PB3115-D	Juni, augustus, september en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer); middeldiep en diep (2 ^{de} Aquifer)
PB3308 – PB3310	Oktober 2023	Middeldiep (2 ^{de} Aquifer)
PB602; PB603; PB605; PB607; PB609	December 2021 en juni 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
ERM870 – ERM877	Maart 2022	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)

Meetlocatie	Periode grondwater-staalname	Filterstelling (*)
ERM980	Juli 2022	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
PP05; P305; P6; P13; P15 – P18; P21B; S1; S3; P1061	December 2021 en maart 2022	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
ERM23XX-reeks	Februari, juni en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)

- (*) Ongedifferentieerd = er is geen Polderklei aanwezig;
 Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;
 Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
 Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.3.2 GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34

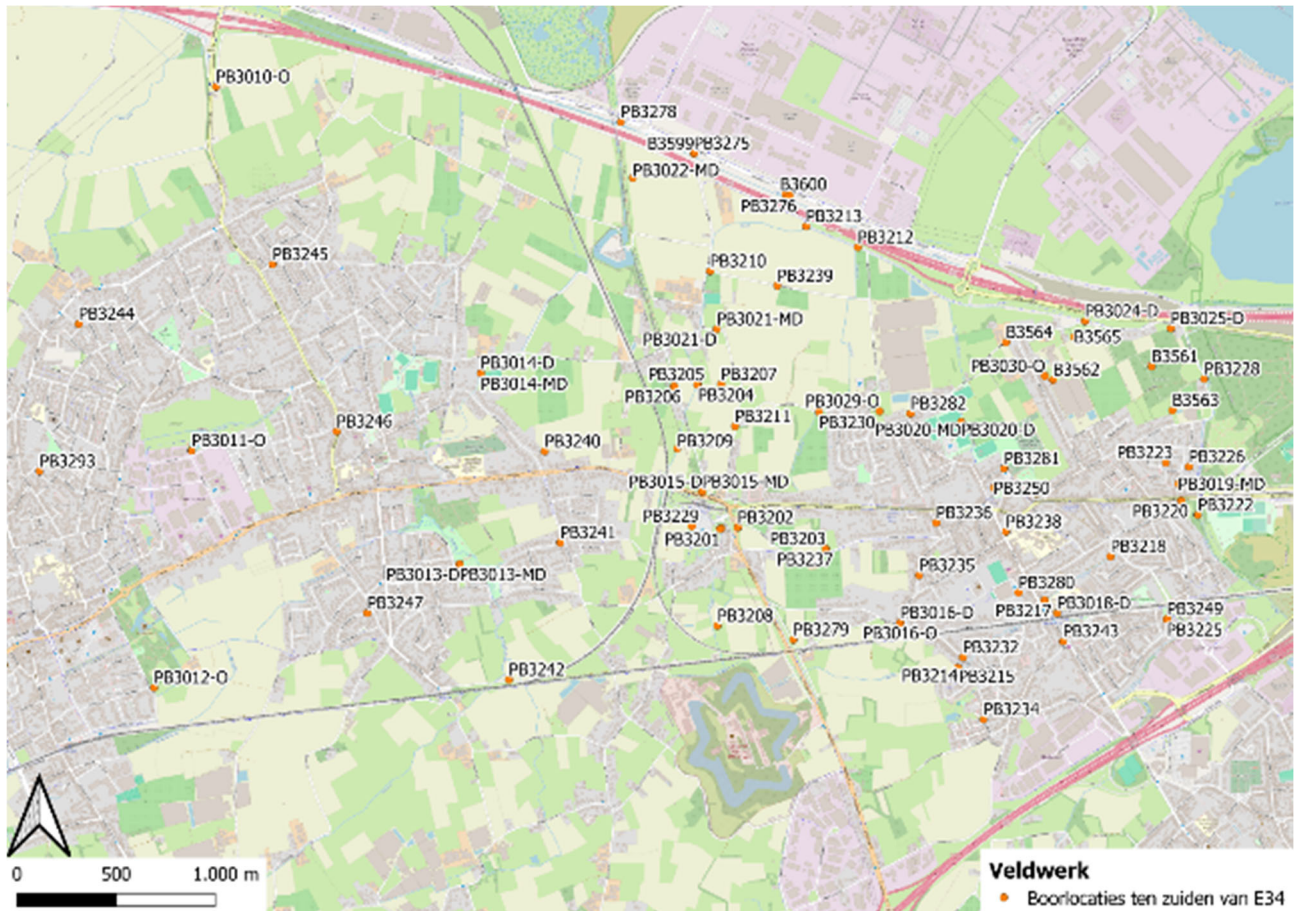
4.3.2.1 VASTE DEEL VAN DE AARDE

In het gebied ten zuiden van de E34 zijn in totaal 80 nieuwe boringen uitgevoerd, hiervan zijn:

- 61 ondiepe boringen waarvan 54 afgewerkt tot peilbuis;
- 10 middeldiepe boringen waarvan 10 afgewerkt tot peilbuis; en
- 9 diepe boringen waarvan 9 afgewerkt tot peilbuis.

De verschillende boorlocaties gelegen in het gebieden ten zuiden van de E34 zijn weergegeven in Illustratie 4-3 en samengevat in Tabel 4-3.

ILLUSTRATIE 4-3 BOORLOCATIES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34



TABEL 4-3 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
B3561 – B3565; B3599; B35600	1,50 t.e.m. 2,00	Oktober 2023	Edelmanboor	Sialtech en Servaco
PB3010-O – PB3012-O; PB3016-O; PB3029-O; PB3030-O; PB3013-D – PB3016-D; PB3018-D; PB3020-D; PB3021-D; PB3024-D; PB3025-D; PB3013-MD – PB3015-MD; PB3019-MD – PB3022-MD	2,60 t.e.m. 23,50	Mei 2023 en juli 2023	Edelmanboor en sonic drill	Sialtech
PB3200 – PB3215; PB3217; PB3218; PB3220 (*); PB3222; PB3223; PB3225; PB3226; PB3228 – PB3230; PB3232; PB3234 – PB3247; PB3250; PB3275; PB3276; PB3278 – PB3282; PB3293	2,00 t.e.m. 11,30	September en oktober 2023	Edelmanboor en sonic drill	Sialtech, ASA, Servaco, Bouten Geotron

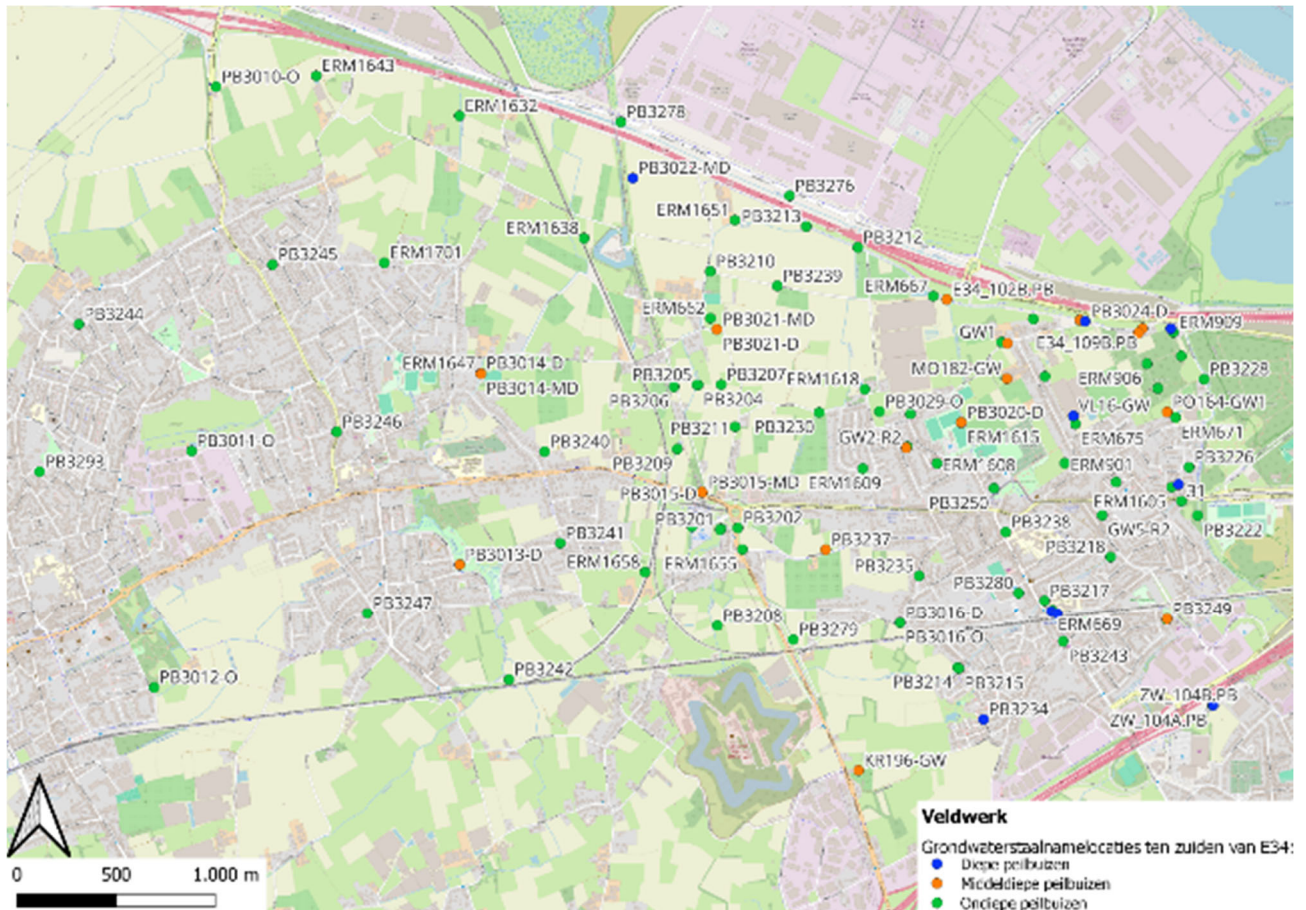
(*)Boring PB3220 is niet afgewerkt tot een peilbuis, de nabijgelegen bestaande peilbuis '13' is als vervanging bemonsterd.

4.3.2.2 GRONDWATER

In totaal zijn 112 nieuw geplaatste of al bestaande peilbuizen bemonsterd in het gebied ten zuiden van de E34.

De locaties van deze bemonsterde peilbuizen zijn weergegeven op Illustratie 4-4. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-4.

ILLUSTRATIE 4-4 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34



TABEL 4-4 GRONDWATERSTAALNAMES GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
E34_102A.PB; E34_102B.PB; E34_104A.PB; E34_104B.PB; E34_109A.PB; E34_109B.PB;	Mei, augustus en september 2023	Ondiep en middeldiep (ongedifferentieerd)
ERM1605; ERM1607 – ERM1609; ERM1615; ERM1618; ERM1632; ERM1638; ERM1643; ERM1647; ERM1651; ERM1655; ERM1658; ERM1701	Mei en juni 2023	Ondiep (ongedifferentieerd)
ERM662; ERM667 – ERM669; ERM671; ERM673; ERM675	Mei, juni en september 2023	Ondiep (ongedifferentieerd)
ERM901; ERM903; ERM906; ERM908; ERM909	Mei en september 2022	Ondiep (ongedifferentieerd)
GW1-R2 – GW6-R2; KR196-GW; MO182-GW; MO210-GW; NE12A-GW; PO164-GW1-BOS; PO164-GW1-HUIS; VL16-GW (**)	Mei 2023	Ondiep en middeldiep (ongedifferentieerd)

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
ZW_104A.PB; ZW_104 B.PB	Mei 2023	Ondiep en middeldiep (ongedifferentieerd)
PB3010-O – PB3012-O; PB3016-O; PB3029-O; PB3030-O; PB3013-D – PB3016-D; PB3018-D; PB3020-D; PB3021-D; PB3024-D; PB3025-D; PB3013-MD – PB3015-MD; PB3019-MD – PB3022-MD	Mei, juni, september, oktober en november 2023	Ondiep, middeldiep en diep (ongedifferentieerd)
PB3200 – PB3202; PB3204 – PB3215; PB3217; PB3218; PB3222; PB3225; PB3226; PB3228 – PB3230; PB3234 – PB3235; PB3237 – PB3247; PB3249; PB3250; PB3276; PB3278 – PB3280; PB3282; PB3293; 13 (***)	Oktober en november 2023	Ondiep en middeldiep (ongedifferentieerd)

(*) Ongedifferentieerd = er is geen Polderklei aanwezig;
 Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;
 Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
 Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

(**) Deze meetlocaties zijn private waterputten; VL16-GW is een regenwaterbassin.

(***) Peilbuis '13' is bemonsterd als vervanging voor de boring op locatie PB3220, die om deze reden niet afgewerkt is tot een peilbuis.

4.3.3 NATUURGEBIEDEN

4.3.3.1 VASTE DEEL VAN DE AARDE

In de verschillende natuurgebieden rondom de 3M-site zijn in totaal 91 boringen uitgevoerd, hiervan zijn:

- 78 ondiepe boringen waarvan 19 afgewerkt tot peilbuis;
- 10 middeldiepe boringen waarvan 9 afgewerkt tot peilbuis; en
- 3 diepe boringen waarvan 3 afgewerkt tot peilbuis.

De verschillende boorlocaties in de natuurgebieden zijn weergegeven in Illustratie 4-5 en samengevat in Tabel 4-5.

ILLUSTRATIE 4-5 BOORLOCATIES NATUURGEBIEDEN



TABEL 4-5 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN NATUURGEBIEDEN

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode uitvoering	Boortechniek	Uitvoerder
B3508; B3540 – B3557; B3553 – B3555; B3557 – B3560; B3596 – B3598	0,30 t.e.m. 2,50	Oktober 2023	Edelmanboor	ASA, Servaco en Sialtech
B802 – B832; B850; B851	1,50 t.e.m. 3,50	Maart en april 2022	Edelmanboor	ASA, Servaco
COTU_B03; COTU_B07; COTU_B08; COTU_B10; COTU_B12; COTU_B4; COTU_B5	2,50 t.e.m. 5,00	December 2022	Geoprobe	COTU/Lantis (*)
ERM2005 – ERM2008; ERM2005bis; ERM2007bis	3,50 t.e.m. 6,00	December 2022 en februari 2023	Edelmanboor en Geoprobe	Sialtech en BP ²
PB3026-D; PB3026-MD; PB3028-O; PB3125-MD; PB3125-O – PB3127-O	2,60 t.e.m. 22,00	Mei en augustus 2023	Edelmanboor en sonic drill	ASA en Sialtech

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode uitvoering	Boortechniek	Uitvoerder
PB3221; PB3227; PB3251 – PB3255; PB3258; PB3259; PB3261; PB3267; PB3268; PB3294; PB3295; PB3297; PB3304; PB3305; PB3307; PB3316	2,50 t.e.m. 13,50	September en oktober 2023	Edelmanboor, sonic drill en Geoprobe	Sialtech, BP ² , Sialtech, Servaco, Bouten Geotron

(*) Deze boringen zijn uitgevoerd in functie van de Oosterweelwerken in opdracht van Lantis/COTU, tijdens de uitvoering van deze boringen heeft ERM grondstalen genomen.

4.3.3.2 GRONDWATER

In totaal zijn 70 nieuw geplaatste of al bestaande peilbuizen bemonsterd in de natuurgebieden. De locaties van de bemonsterde peilbuizen in de natuurgebieden zijn weergegeven op Illustratie 4-6. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-6.

ILLUSTRATIE 4-6 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES NATUURGEBIEDEN



TABEL 4-6 GRONDWATERSTAALNAMES NATUURGEBIEDEN

Meetlocatie	Periode bemonstering grondwater	Filterstelling (*)
BDPB 3.3; BDPB-18.2; BDPB-18.3; BDPB-18.4; BDPB-5.2; BDPB-5.3; BDPB-5.4	December 2022	Ondiep (1 ^e Aquifer); middeldiep en diep (2 ^e Aquifer)
Bos10; ERM2000 – ERM2008; ERM2007bis	December 2022, februari 2023 en augustus 2023	Ondiep (1 ^e Aquifer)
COTU_B05d; COTU_B05O; COTU_G07O; COTU_G11O; COTU_G13O; COTU_G17O; COTU_G20D; COTU_G20O	September en oktober 2023	Ondiep (1 ^e Aquifer); middeldiep en diep (2 ^e Aquifer)
LO_002A; LO_002B; LO_003A; LO_003B; LO_004A; LO_004B; LO_005A; LO_005B	Oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer) en middeldiep (2 ^{de} Aquifer)
LOO12B; LOPB48-3; Noriant 41A; Noriant 41B; Noriant 42A; Noriant 42B; Noriant 43B; Noriant 31B; Noriant 33B	December 2022, mei 2023, juli 2023, september 2023 en oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer); middeldiep en diep (2 ^{de} Aquifer); middeldiep (ongedifferentieerd)
PB3125-O – PB3128-O; PB3125-MD; PB3026-D; PB3026-MD; PB2020_19	Mei, juli, augustus en september 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer); middeldiep en diep (2 ^{de} Aquifer); ondiep, middeldiep en diep (ongedifferentieerd)
PB3221; PB3227; PB3251; PB3252; PB3253 – PB3255; PB3258; PB3259; PB3261; PB3267; PB3268; PB3294; PB3295; PB3297; PB3304; PB3305; PB3307; PB3316	Oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer); middeldiep en diep (2 ^{de} Aquifer); ondiep en middeldiep (ongedifferentieerd)

(*) Ongedifferentieerd = er is geen Polderklei aanwezig;

Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;

Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en

Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.3.3.3 KWELWATER

Westelijk van de Blokkersdijk vijver en nabij de Palingbeek zijn op verschillende plaatsen het kwelwater bemonsterd voor analyse naar PFAS. Illustratie 4-7 geeft deze locaties weer.

ILLUSTRATIE 4-7 STAALNAMELOCATIES KWELWATER



Het kwelwater is telkens bemonsterd door een put te maken van ongeveer 50x50x50 cm met behulp van een schop. Via de low-flow staalnametechniek is het kwelwater in deze put bemonsterd.

In Tabel 4-7 is een samenvatting van de bemonstering van het kwelwater weergegeven, met de bijhorende opmerkingen die tijdens het veldwerk zijn genoteerd.

TABEL 4-7 SAMENVATTENDE INFORMATIE KWELWATER STAALNAME

Meetlocatie	Periode staalname	Uitvoerder	Opmerking tijdens staalname
Kwelwater 1	Juni 2023	Natuurpunt & ERM	-
Kwelwater 2	Juni 2023	Natuurpunt & ERM	-
Kwelwater 3	Juni 20233	Natuurpunt & ERM	-
Kwelwater 4 (*)	November 2023	ASA	Omwille van neerslag tijdens de staalname, werd een plastic folie over de put gelegd om te voorkomen dat regenwater gemengd werd met het kwelwater. De plastic folie was tijdens de staalname losgekomen waardoor het kwelwater gemengd is met regenwater. Bijkomend was de gegraven put dicht gelegen bij het moerassig gebied van de Palingbeek, waardoor menging van oppervlaktewater van de Palingbeek met het kwelwater niet uitgesloten kan worden.

Meetlocatie	Periode staalname	Uitvoerder	Opmerking tijdens staalname
Kwelwater 5 (*)	November 2023	ASA	Omwille van neerslag tijdens de staalname, werd een plastic folie over de put gelegd om te voorkomen dat regenwater gemengd werd met het kwelwater. De plastic folie was tijdens de staalname losgekomen waardoor het kwelwater gemengd is met regenwater. Bijkomend was de gegraven put dicht gelegen bij het moerassig gebied van de Palingbeek, waardoor menging van oppervlaktewater van de Palingbeek met het kwelwater niet uitgesloten kan worden.
Kwelwater 6 (*)	November 2023	ASA	Het kwelwater kan deels gemengd zijn met oppervlaktewater van de Palingbeek.
Kwelwater 7 (*)	November 2023	ASA	-
Kwelwater 8 (*)	November 2023	ASA	Het kwelwater kan deels gemengd zijn met oppervlaktewater van de Palingbeek.
Kwelwater 9 (*)	November 2023	ASA	Het kwelwater kan deels gemengd zijn met oppervlaktewater van de Palingbeek.

(*) De resultaten van deze monsters zijn niet opgenomen in dit rapport door vertraging in analysetermijn, maar zijn wel meegenomen in de conclusievorming van het rapport.

4.3.4 LINKEROEVER

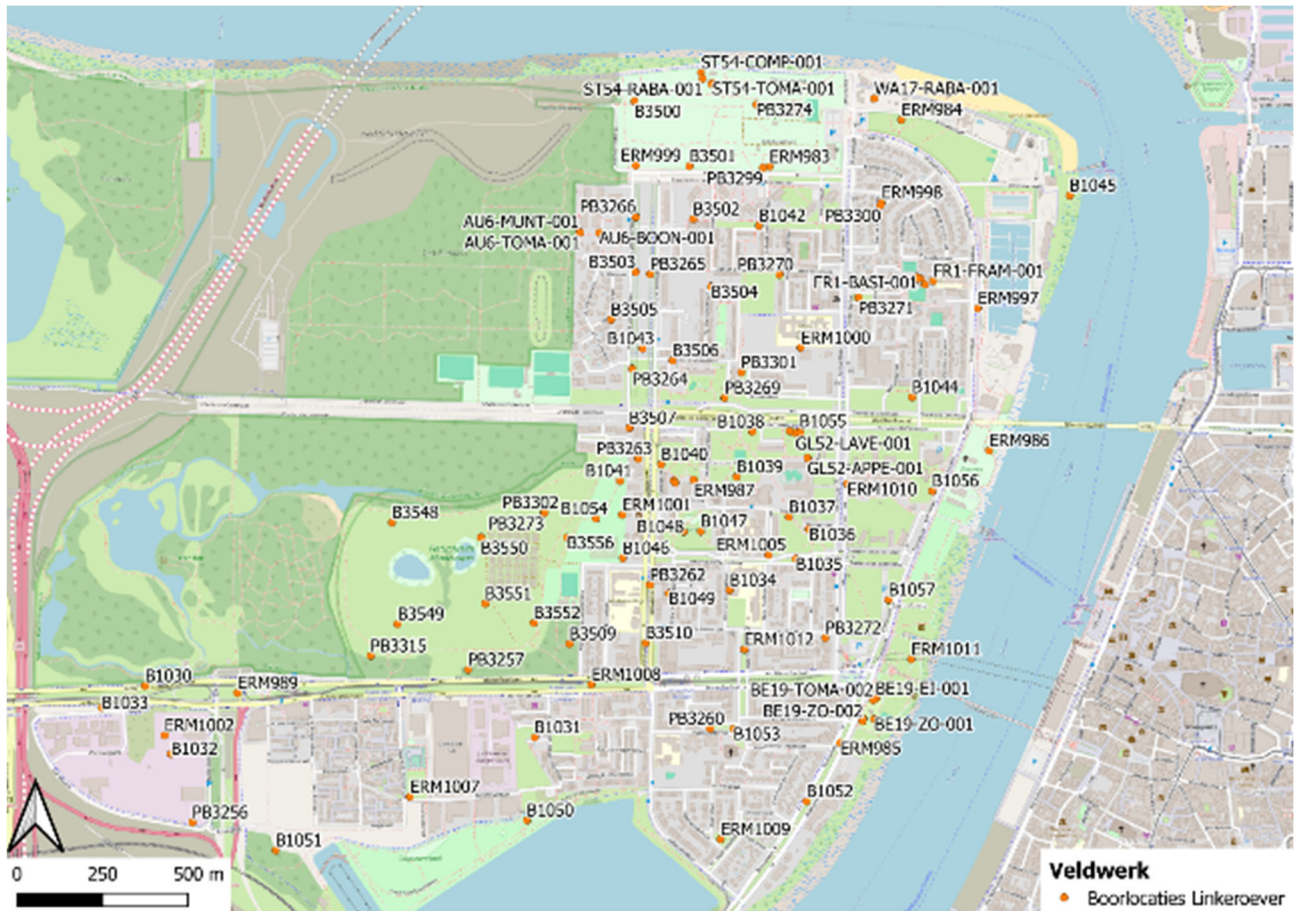
4.3.4.1 VASTE DEEL VAN DE AARDE

Op Linkeroever zijn in totaal 111 boringen uitgevoerd, hiervan zijn:

- 78 ondiepe boringen waarvan 34 afgewerkt tot peilbuis;
- 6 middeldiepe boringen waarvan 6 afgewerkt tot peilbuis; en
- 27 topstalen.

De verschillende boorlocaties op Linkeroever zijn weergegeven in Illustratie 4-8 en samengevat in Tabel 4-8.

ILLUSTRATIE 4-8 BOORLOCATIES LINKEROEVER



TABEL 4-8 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN LINKEROEVER

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
B1030 – B1057	2,00	Augustus 2022	Edelmanboor	ASA
B3500 – B3510; B3548 – B3552; B3556	1,50 t.e.m. 2,00	Oktober 2023	Edelmanboor	Sialtech
ERM983 – ERM989; ERM997- ERM999; ERM1000 – ERM1002; ERM1005; ERM1007 – ERM1012	3,00 t.e.m. 4,50	Augustus 2022	Edelmanboor	ASA
PB3256; PB3257; PB3260; PB362 – PB3266; PB3269 – PB3274; PB3298 – PB3302; PB3315	2,50 t.e.m. 14,00	September en oktober 2023	Edelmanboor, sonic drill en geoprobe	Sialtech, ASA en BP ²
AU6-BOON-001; AU6-MUNT-001; AU6-TOMA-001; BE19-EI-001; BE19- TOMA-001; BE19- TOMA-002; BE19- ZO-001; BE19-ZO-	0,05 t.e.m. 0,15	September 2022	Edelmanboor	ASA

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
002; FR1-BASI-001; FR1-EI-001; FR1-FRAM-001; FR1-KOMK-001; FR1-POMP-001; FR1-PREI-001; FR1-SELD-001; GL52-APPE-001; GL52-LAVE-001; GL52-MEID-001; GL52-MISP-001; ST54-BLOE-001; ST54-COMP-001; ST54-RABA-001; ST54-TOMA-001; ST54-UI-001; WA17-RABA-001; WI5-AARD-001; WI5-ROZE-001 (*)				

(*) Deze grondstalen zijn topstalen genomen in combinatie met de gewasstalen (zie sectie 4.5.2).

4.3.4.2 GRONDWATER

In totaal zijn 41 nieuw geplaatste of al bestaande peilbuizen bemonsterd op Linkeroever.

De locaties van de bemonsterde peilbuizen op Linkeroever zijn weergegeven in Illustratie 4-9. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-9.

ILLUSTRATIE 4-9 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES LINKEROEVER



TABEL 4-9 GRONDWATERSTAALNAMES LINKEROEVER

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
ERM983 – ERM89; ERM997 – ERM999; ERM1000 – ERM1002; ERM1005; ERM1007 – ERM1012	September 2022	Ondiep (1 ^e aquifer)
LO PB36-3; LO_001A; LO_001B	Oktober 2023	Ondiep (1 ^e aquifer) en middeldiep (2 ^e aquifer)
PB3256; PB3257; PB3260; PB3263 – PB3266; PB3269; PB3270; PB3272 – PB3274; PB3289 – PB3302; PB3315	Oktober 2023	Ondiep (1 ^e aquifer) en middeldiep (2 ^e aquifer)

(*) Ongedifferentieerd = er is geen polderklei aanwezig;
 Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;
 Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
 Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.3.5 RECHTEROEVER

4.3.5.1 VASTE DEEL VAN DE AARDE

Op Rechteroever zijn in totaal 7 ondiepe boringen uitgevoerd. Deze boringen zijn manueel geplaatst met behulp van een edelmanboor en afgewerkt tot ondiepe peilbuis.

De verschillende boorlocaties op Rechteroever zijn weergegeven op Illustratie 4-10 en samengevat in Tabel 4-10.

ILLUSTRATIE 4-10 BOORLOCATIES RECHTEROEVER



TABEL 4-10 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN RECHTEROEVER

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
PB3031-O	3,00	Augustus 2023	Edelmanboor	Sialtech
PB3283 – PB3288	3,50 t.e.m. 6,00	September 2023	Edelmanboor	Servaco

4.3.5.2 GRONDWATER

Peilbuizen PB3283 tot en met PB3288 zijn bemonsterd in functie van het BBO. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-11.

TABEL 4-11 GRONDWATERSTAALNAMES RECHTEROEVER

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
PB3283 – PB3288	Oktober 2023	Ondiep (1 ^e aquifer)

- (*) Ongedifferentieerd = er is geen Polderklei aanwezig;
 Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;
 Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
 Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.3.6 INDUSTRIEZONE

4.3.6.1 VASTE DEEL VAN DE AARDE

Op de industriegebieden ten noorden en oosten van de 3M-site zijn in totaal 43 boringen uitgevoerd, hiervan zijn:

- 40 ondiepe boringen waarvan 6 afgewerkt tot peilbuis; en
- 3 middeldiepe boringen waarvan 3 afgewerkt tot peilbuis.

De verschillende boorlocaties gelegen op de naburige industriezone zijn weergegeven in Illustratie 4-11 en samengevat Tabel 4-12.

ILLUSTRATIE 4-11 BOORLOCATIES INDUSTRIEZONE



TABEL 4-12 SAMENVATTING BOORWERKZAAMHEDEN INDUSTRIEZONE

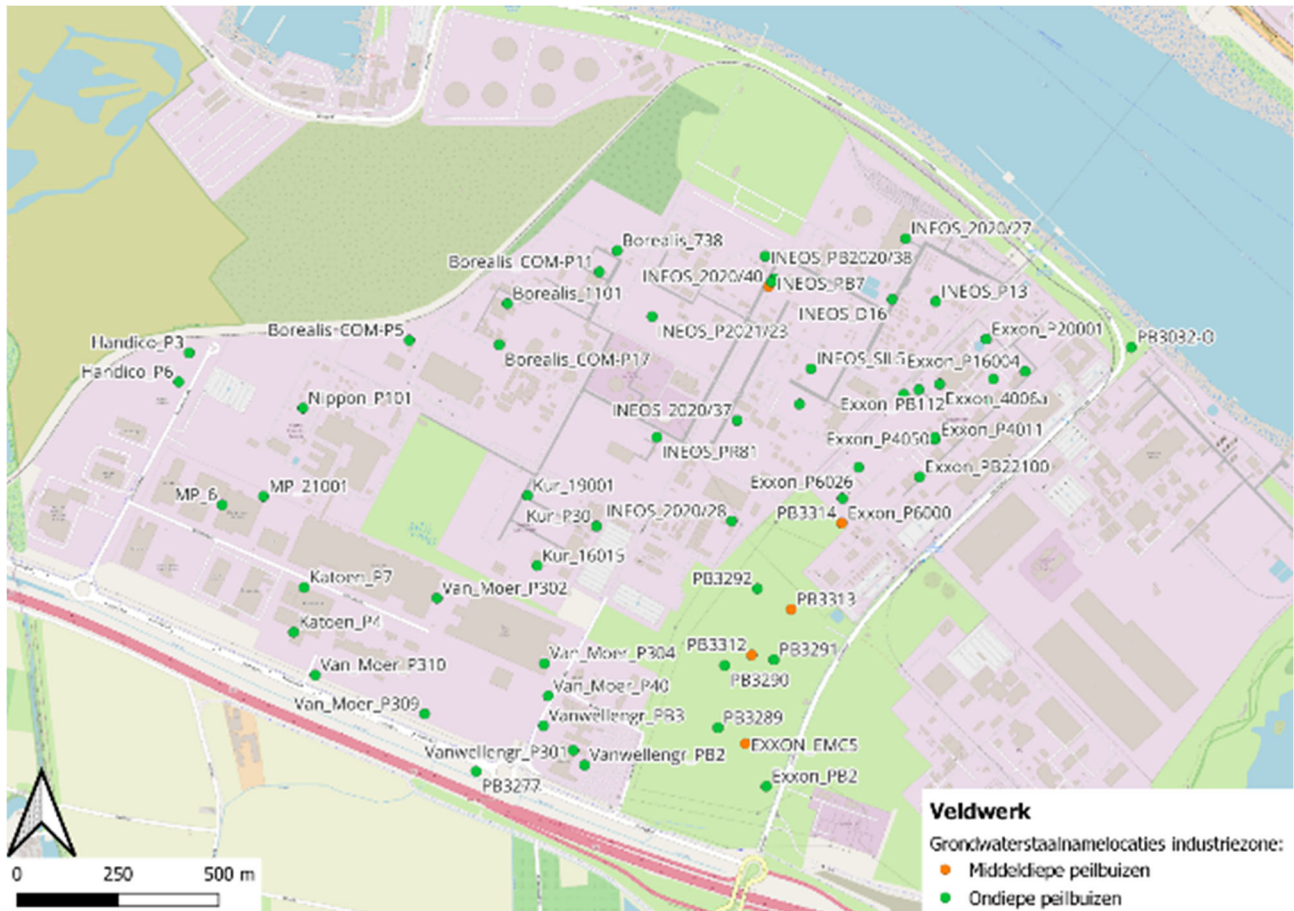
Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode boorwerkzaamheden	Boortechniek	Uitvoerder
B3511 – B3517; B3520 – B3539; B3566 – B3569; B3571 – B3573	0,50 t.e.m. 2,00	Oktober 2023	Edelmanboor	ASA en Sialtech
PB3277; PB3289 – PB3292; PB3312 – PB3314	3,00 t.e.m. 12,00	Oktober 2023	Edelmanboor en Sonic Drill	ASA en Sialtech
PB3032-O	5,00	Augustus 2023	Edelmanboor	ASA

4.3.6.2 GRONDWATER

In totaal zijn 61 nieuw geplaatste of al bestaande peilbuizen bemonsterd op de naburige industriegebieden

De locaties van deze bemonsterde peilbuizen zijn weergegeven op Illustratie 4-12. Een overzicht hiervan is opgenomen in Tabel 4-13Tabel 4-4.

ILLUSTRATIE 4-12 GRONDWATERSTAALNAMELOCATIES INDUSTRIEZONE



TABEL 4-13 GRONDWATERSTAALNAME INDUSTRIEZONE

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
Borealis_COM-P5, Borealis_COM-P11, Borealis_COM-P17, Borealis_1101, Borealis_738	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
Exxon_P4027, Exxon_P16004, Exxon_P4050, Exxon_P6008, Exxon_4006a, Exxon_4006b, Exxon_P4044, Exxon_P6000, Exxon_P6026, Exxon_PB22100, Exxon_P4011, Exxon_P20001, Exxon_PB112, Exxon_PB2, Exxon_MC5; PB3289 – PB3292; PB312 – PB3314,	Oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer) en middeldiep (2 ^{de} Aquifer)
Handico_P3, Handico_P6	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
INEOS_PB2020/38, INEOS_B23bis, INEOS_SIL5, INEOS_2020/27, INEOS_PR81, INEOS_D16, INEOS_P2010/B, INEOS_P2021/23, INEOS_2020/28, INEOS_PB7, INEOS_P13, INEOS_2020/37, INEOS_2020/40	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer) en middeldiep (2 ^{de} Aquifer)
Katoen_P4, Katoen_P7, Katoen_P8	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
Kur_P30, Kur_16015, Kur_19001	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
MP_6, MP_21001	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
Nippon_P101	September 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
PB3032-O	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
PB3277	Oktober 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
Van_Moer_P40, Van_Moer_P310, Van_Moer_P309, Van_Moer_P304, Van_Moer_P302	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)
Vanwellengr_P301, Vanwellengr_PB2, Vanwellengr_PB3	Augustus 2023	Ondiep (1 ^{ste} Aquifer)

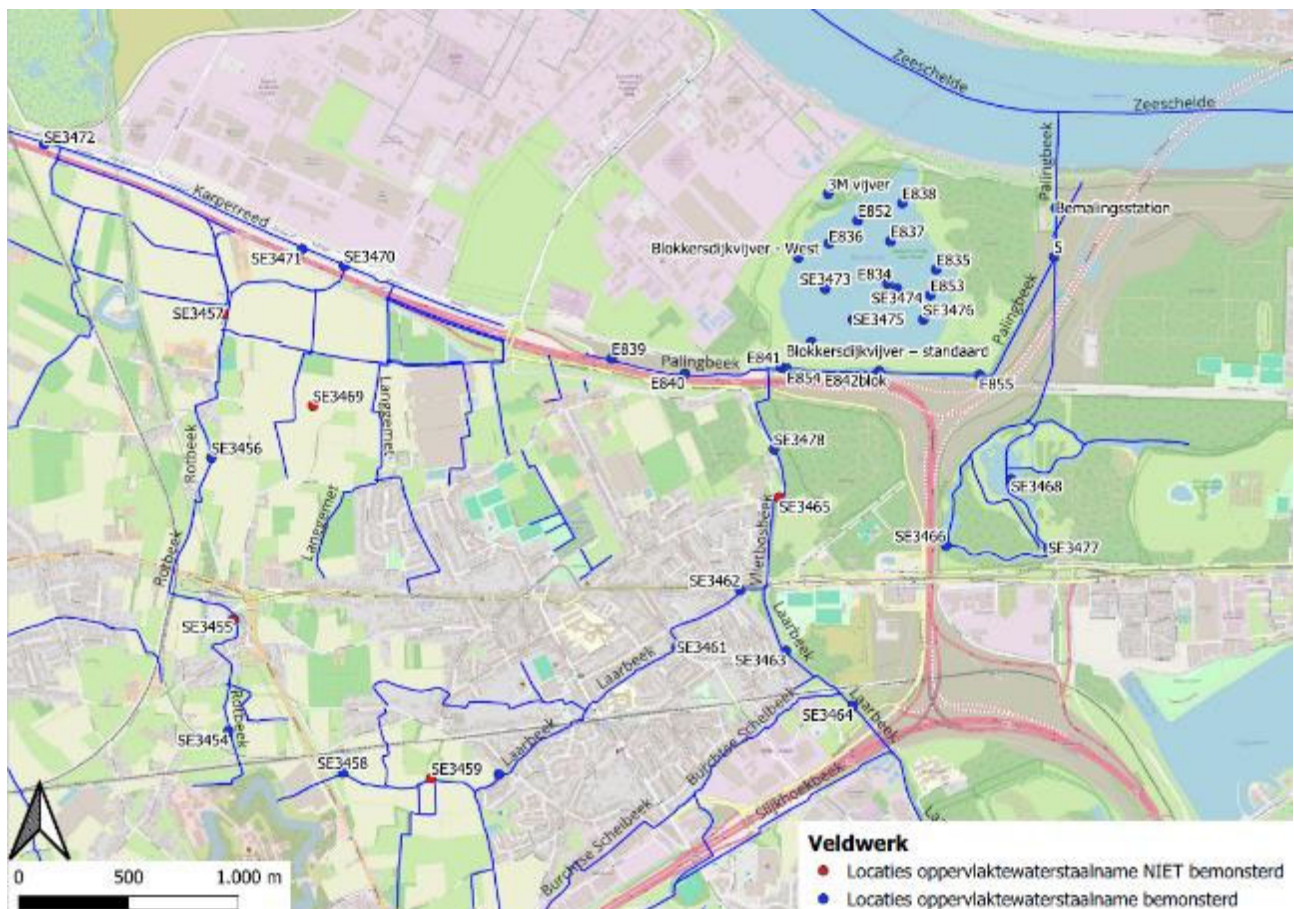
(*) Ongedifferentieerd = er is geen polderklei aanwezig;
 Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;
 Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
 Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.4 UITVOERING VELDWERK – OPPERVLAKTEWATER EN WATERBODEMONDERZOEK

4.4.1 OPPERVLAKTEWATER

Verspreid over het projectgebied zijn 38 oppervlaktewaterstalen genomen. De locaties waar het oppervlaktewater is bemonsterd, is weergegeven in Illustratie 4-13. Locaties waar de waterlopen droog stonden op het moment van de bemonstering, en dus geen oppervlaktewaterstaal is genomen, zijn aangegeven in rood.

ILLUSTRATIE 4-13 STAALNAMELOCATIES OPPERVLAKTEWATER



Tabel 4-14 geeft de samenvattende informatie weer van de bemonstering van het oppervlaktewater.

TABEL 4-14 **OPPERVLAKTEWATERSTAALNAME**

Meetlocatie	Waterloop/ waterlichaam	Datum	Uitvoerder
3M-vijver; Blokkersdijkvijver-standaard; Blokkersdijkvijver-West; E834 – E838; E852; E853; SE3473 – SE3476	Blokkersdijk	April 2022, juni 2022, september 2023 en oktober 2023	ERM en Sialtech
SE3466 – SE3468	Het Rot	September en oktober 2023	Sialtech en ASA
SE3470 – SE3472	Karperreed	Oktober 2023	Servaco
SE3458; SE3460; SE3461; SE3463; SE3464; SE3477	Laarbeek	September en oktober 2023	ERM, Servaco en ASA
E839 – E841; E842blok.; E854; E855; 5; Bemalingsstation	Palingbeek	April en juni 2022	Sialtech
SE3454; SE3456	Rotbeek	Oktober 2023	Servaco
SE3462; SE3478	Vlietbosbeek	Oktober 2023	Servaco

De oppervlaktewaterstalen die periodiek genomen worden in het kader van de monitoring van de

4.4.2 **SEDIMENT**

Op 37 locaties is een sedimentmonster genomen. Deze locaties zijn weergegeven op Illustratie 4-14. Locaties waar de waterlopen droog stonden op het moment van de bemonstering of waar om andere redenen geen sedimentstaal genomen kon worden, zijn aangegeven in rood.

ILLUSTRATIE 4-14 SEDIMENT STAALNAMELOCATIES



Tabel 4-15 geeft de samenvattende informatie van de sedimentmonsternamen. Voor de sedimentstalen SE3118 t.e.m. SE3122 en de sedimentstalen met een préfix E voor, zijn geen veldwerksheets opgemaakt, het is mogelijk dat tijdens de staalname is afgeweken van de bijhorende CMA.

TABEL 4-15 SEDIMENTSTAALNAME

Meetlocatie	Waterloop/waterlichaam	Datum	Staalname-techniek	Uitvoerder
SE3473 – SE3476 (*); E835 – E838	Blokkersdijk	April 2022 en oktober 2023	Zuigerboor	Sialtech
SE3118; SE3119; SE3466; SE3467	Het Rot	Juni en september 2023	Zuigerboor	Sialtech en ASA
SE3120; SE3470 – SE3472	Karperreed	Juni en oktober 2023	Zuigerboor	Sialtech en Servaco
SE3458; SE3460; SE3461; SE3463; SE3464; SE3477	Laarbeek	September en oktober 2023	Zuigerboor	Servaco en ASA
E840 – E842; E844 – E848	Palingbeek	April 2022	Zuigerboor	Sialtech
SE3454; SE3455	Rotbeek	Oktober 2023	Zuigerboor	Servaco
SE3121; SE3122; SE3462; SE3478	Vlietbosbeek	Juni en september 2023	Zuigerboor	Sialtech en Servaco

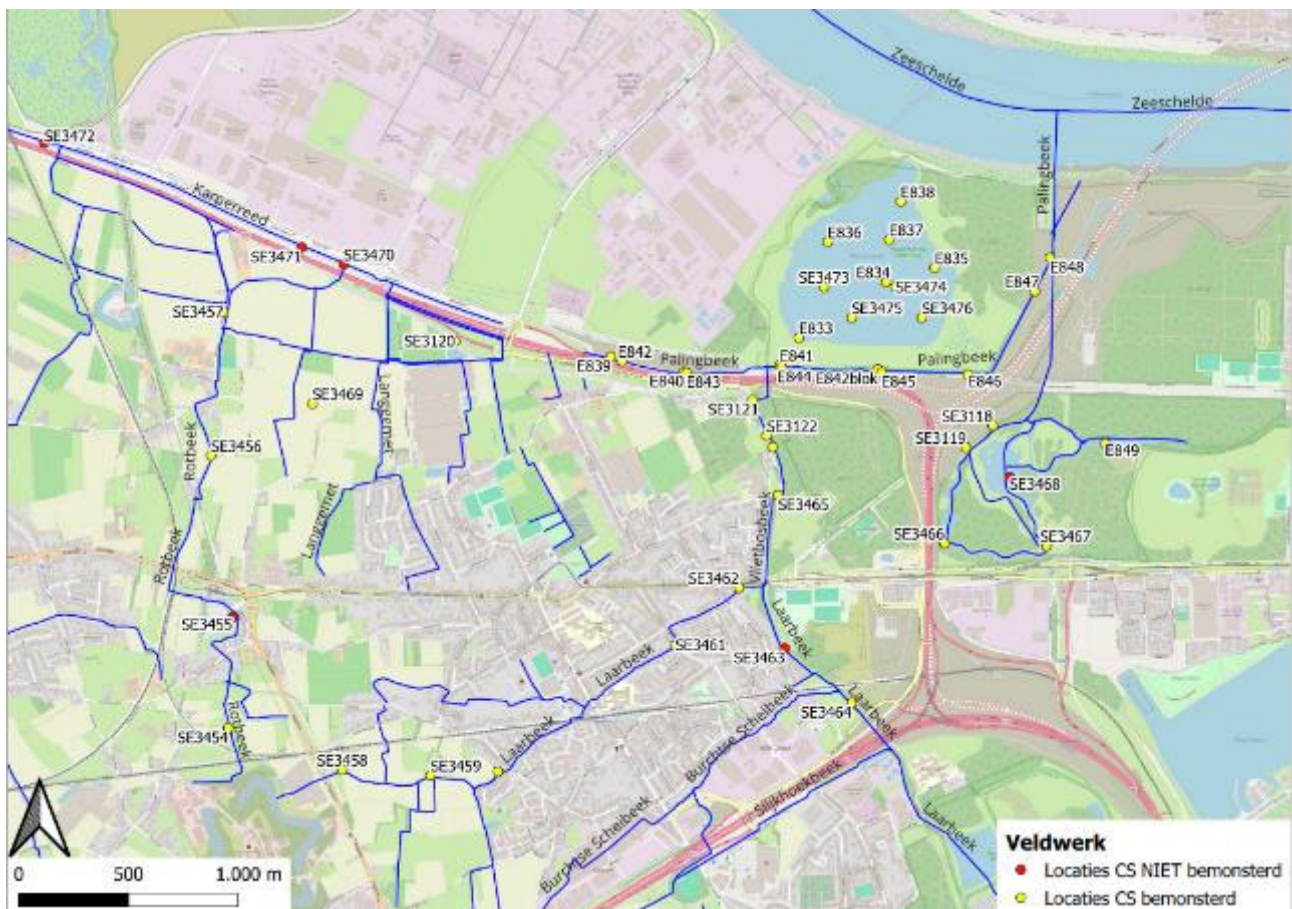
(*) De resultaten van sedimentstalen SE3473, SE3475 en SE3476 zijn niet opgenomen in dit rapport door vertraging in analysetermijn, maar zijn wel meegenomen in de conclusievorming van het rapport.

Voor de beoordeling van de kwaliteit van het sediment van de waterlopen binnen het projectgebied, zijn alle beschikbare resultaten meegenomen. Dit omvat niet alleen de door ERM genomen monsters, maar ook de door derden verzamelde sedimentmonsters. Naast de sediment stalen genomen door ROTS binnen het projectgebied Linkeroever voor de Oosterweelwerken, zijn ook een belangrijk deel van de sedimentstalen verzameld in het Groot Rietveld opgenomen in deze dataset. De meerderheid van de monsters is over het algemeen genomen in de periode 2017 tot en met 2023. Een aantal monsters is afkomstig van eerder onderzoek uit 2007. Voor de volledigheid zijn deze monsters ook geïntegreerd.

4.4.3 VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM (GECONSOLIDEERD DEEL)

Op 42 locaties is een monster genomen van het geconsolideerde of vaste deel van de waterbodem. Deze locaties zijn weergegeven in Illustratie 4-15. Locaties waar om verschillende redenen geen staal van het geconsolideerde deel van de waterbodem genomen zijn, zijn aangegeven in het geel. In de legende van onderstaande illustratie staat CSO voor consolidated soil, of vaste deel van de waterbodem.

ILLUSTRATIE 4-15 STAALNAMELOCATIES GECONSOLIDEERD DEEL VAN DE WATERBODEM



Tabel 4-16 geeft de samenvattende informatie van de monsternamen voor het geconsolideerde deel van de waterbodem. Voor de stalen SE3118 t.e.m. SE3122 en de monsters met een préfix

E voor, zijn geen veldwerksheets opgemaakt, het is mogelijk dat tijdens de staalname is afgeweken van de bijhorende CMA. Bij locaties SE3118 t.e.m. SE3122 is geen verbuizing gebruikt bij de staalname van het vaste deel van de waterbodem.

TABEL 4-16 STAALNAME GECONSOLIDEERDE DEEL VAN DE WATERBODEM

Meetlocatie	Waterloop/waterlichaam	Datum	Staalnametechniek	Uitvoerder
E833 – E838; SE3473 – SE3476	Blokkeerdijk	April 2022 en oktober 2023	Zuigerboor	Sialtech
E849; SE3118 – SE3119; SE3466; SE3467	Het Rot	Maar 2022, juni 2023 en september 2023	Zuigerboor	Sialtech en ASA
SE3458	Karperreed	Juni 2023	Zuigerboor	Sialtech
SE3458; SE3460; SE3461; SE3464; SE3477	Laarbeek	September en oktober 2023	Zuigerboor	ASA en Servaco
E839 – E842; E842blok; E843 – E848	Palingbeek	Maart en april 2022	Zuigerboor	Sialtech
SE3454; SE3456; SE3457; SE3459; SE3469	Rotbeek	Oktober 2023	Zuigerboor	Servaco
SE3121; SE3122; SE3462; SE3464; SE3478	Vlietbosbeek	Juni en september 2023	Zuigerboor	Sialtech, Servaco en ASA

4.5 UITVOERING VELDWERK – SPECIFIEK VOOR DE RISICO-EVALUATIE

4.5.1 GEWASSTALEN EN PORIEWATER DEELGEBIED ZWIJNDRECHT EN BEVEREN

4.5.1.1 GEWASSTALEN

In september en oktober 2023 heeft ERM verschillende gewasstalen verzameld in deelgebied Zwijndrecht en Beveren:

- 9 groentenmonsters
 - Courgette, komkommer, savooikool, selder, sla, snijboon, wortelen en rode biet (bladeren + knol); en
- 5 fruitmonsters
 - Aalbessen, appels, druiven, peren en stekelbessen.

De gewasstalen zijn in het veld verzameld in emmers die door het Eurofins-labo ter beschikking werden gesteld. Met uitzondering van enkele monsters is telkens het volledige gewas meegenomen. Op verzoek van ERM heeft het labo de stalen gewassen en is enkel het eetbare deel geanalyseerd.

In totaal zijn op 3 locaties gewasstalen genomen. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de 3 locaties, de bemonsterde gewassen en fruit, en de specifieke situatie ter plaatse. Foto's van de moestuinen zijn opgenomen in de fotolog in Bijlage 3.

**TABEL 4-17 OVERZICHT MOESTUINLOCATIES EN BIJHORENDE GEWASSEN
ZWIJNDRECHT EN BEVEREN**

Locatie	Gewassen	Specifieke situatie
Molenstraat 157 te Zwijndrecht	Courgette, komkommer, savooikool, selder, sla, snijboon en wortelen	Gewassen in volle grond, geen serre
Neerstraat 111 te Zwijndrecht	Rode biet (bladeren + knol)	Gewassen in volle grond, geen serre
Hermelijnstraat 10 te Beveren	Aalbes, appel, druiven, peer en stekelbes	Gewassen in volle grond, geen serre

In het kader van het 1^{ste} en gewijzigd 2^{de} gefaseerd BBO (ref. ERM, 2022, 0540247 & ERM, 2023, 0540247) zijn reeds voedingsmiddelen bemonsterd. Voor de volledigheid zijn deze resultaten mee besproken in hoofdstuk 5. De beschrijving van het veldwerk is opgenomen in het betreffende eerdere rapport.

4.5.1.2 VASTE DEEL VAN DE AARDE EN GRONDWATER

Bijhorend aan de gewasmonsters op de Molenstraat 157 en de Neerstraat 111 is een ondiepe boring uitgevoerd, die afgewerkt is tot peilbuis. Zowel het vaste deel van de aarde als het grondwater zijn bemonsterd (Tabel 4-18 en Tabel 4-19).

TABEL 4-18 BOORWERKZAAMHEDEN NABIJ GEWASSTAALNAME

Meetlocatie	Boordiepte (m-mv)	Periode uitvoering	Boortechniek	Uitvoerder
PB3029; PB3030	0 t.e.m. 4	Juli 2023	Edelmanboor	ASA

TABEL 4-19 GRONDWATERSTAALNAME NABIJ GEWASSTAALNAME

Meetlocatie	Periode grondwaterstaalname	Filterstelling (*)
PB3029; PB3030	Juli 2023	Ondiep (ongedifferentieerd)

(*) Ongedifferentieerd = er is geen Polderklei aanwezig;

Ondiep = filterstelling in freatische aquifer;

Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en

Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

4.5.1.3 PORIEWATER

Op twee locaties waar gewasstalen zijn genomen en een peilbuis is geplaatst, Molenstraat 157 en Neerstraat 111, is getracht het poriewater te bemonsteren.

ERM heeft de MacroRhizons geïnstalleerd na vakkundig advies van Eijkelkamp. Hiervoor is een put van 30x30x30cm gegraven, waarna de MacroRhizons op circa 25 cm-mv zijn geïnstalleerd. Per put zijn er meerdere MacroRhizons geïnstalleerd. De MacroRhizons zijn verpakt om contaminatie te vermijden. Na installatie van de MacroRhizons is de put dicht gemaakt. Op

beide locaties is ERM na een periode van één, twee en drie weken on site geweest om te valideren of er poriewater onttrokken was.

Bij beide opstellingen is het niet gelukt om poriewater uit de grond te onttrekken, door lange periodes van droogte in de zomer en dit tijdens de twee opstellingen. Na drie weken was het vacuüm telkens gebroken. Foto's van deze opstelling zijn opgenomen in de fotolog in Bijlage 3.

4.5.2 GEWASSTALEN DEELGEBIED LINKEROEVER

4.5.2.1 GEWASSTALEN

In september & oktober 2022 heeft ERM verschillende gewasstalen verzameld op Linkeroever:

- 17 groenten- & kruidenmonsters
 - Tomaten, bloemkool, uien, rabarber, aardappelen, rozemarijn, bonen, munt, basilicum, komkommers, pompoen, prei, selderij en lavendel;
- 4 fruitmonsters
 - Frambozen, appels, meidoornbessen en mispel; en
- 1 eiermonster.

Gewassen zijn in het veld verzameld in zakken die door het SGS-labo ter beschikking zijn 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 (vrije uitloop kippen) zijn verzameld conform de code van goede praktijk 'Richtlijn voor onderzoek van moestuinen of kippenrennen'⁴⁶. In het labo is het eigeel en eiwit gesplitst voor analyse. De analyse is uitgevoerd door het Eurofins Analytico laboratorium geanalyseerd op 32 PFAS-componenten, conform de SANTE 11354-2021 richtlijn voor voedingsmiddelen. De detectielimiet gehanteerd is 0,1 µg/kg nat gewicht.

Tijdens het transport naar het laboratorium zijn de eieren uit één monster van oktober 2022 (Beatrijslaan 19) gebroken waardoor de stalen niet gerecupereerd konden worden, en herbemonstering was niet mogelijk. Hierdoor beperkt de analyse zich enkel tot één monster genomen aan de Fromentinstraat 1 (gelegen nabij de jachthaven).

In totaal zijn op 6 locaties één of meerdere gewasstalen genomen, samen met een bijhorend topstaal van de bodem. In onderstaande Tabel 4-20 is een overzicht gegeven van de 6 locaties, de bemonsterde gewassen en fruit, en de specifieke situatie ter plaatse. Foto's van de moestuinen zijn opgenomen in de fotolog in Bijlage 3.

TABEL 4-20 OVERZICHT MOESTUINLOCATIES EN BIJHORENDE GEWASSEN LINKEROEVER

Locatie	Gewassen	Specifieke situatie
Fromentinstraat	Prei, pompoen, basilicum, selder, frambozen en komkommer	Combinatie van teelt op maaiveld en in verhoogde bedden, deze laatste combinatie natuurlijke grond en potgrond. Irrigatie met regenwater, maar meestal stadswater. Komkommer is binnen een serre genomen, andere stalen buiten de serre.
Gloriantlaan (of Lekkertuin)	Lavendel, appels, meidoornbes en mispel	Deze moestuin is gelegen boven een ondergrondse parking, en bestaat maar uit circa 50 cm grond. Grond is aangevoerd

⁴⁶ [Code van goede praktijk \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/code-van-goede-praktijk)

Locatie	Gewassen	Specifieke situatie
		in jaren 1950 en wordt gemengd met champignonmest en stadscompost. Tijdens de staalname was het extreem droog.
August Vermeylenlaan (woonzorgcentrum)	Spinazie, bonen, munt en tomaten	Stalen zijn genomen uit plantenbakken. De bak met groene bonen staat op een betonnen verharding, de andere bakken staan in een serre. De bakken zijn gevuld met commerciële potgrond, natuurlijke bodem wordt niet gebruikt. Geen informatie rond irrigatie.
Beatrijslaan (Minigolf)	Tomaten (2 verschillende stalen, voor en achtertuin)	Kleine moestuin die bestaat uit 2 delen langsheen een minigolf terrein. Irrigatie met voornamelijk regenwater, maar aan te vullen met stadswater tijdens droogte.
Wandelijk / Sint Annastraat (Tuinbouwschool)	Rabarber, kool, ajuin en tomaten	Rabarber is bemonsterd buiten de serres, die groeit op natuurlijke grond gemengd met compost afkomstig uit Gent. De kool, ajuinen en tomaten zijn bemonsterd binnen een serre, waar ook een combinatie van natuurlijke grond en compost uit Gent aanwezig is. Irrigatie gebeurt met stadswater.
Willem Elsschotstraat (Buurttuin Europark)	Aardappelen en rozemarijn	Kleine buurttuin, die tijdens de periode van staalname nogal verloederd was en waar niet veel gewassen beschikbaar waren voor staalname. Irrigatie gebeurt voornamelijk met stadswater.

4.5.2.2 VASTE DEEL VAN DE AARDE

Bijhorend aan het gewasmonster of eiermonster zijn grondmonsters van de toplaag verzameld in Linkeroever. De bodemmonsters zijn verzameld uit de bovenste 5 tot 15 cm van de bodem (deze zijn reeds opgenomen in Tabel 4-8). Ter hoogte van de August Vermeylenlaan en de Fromentinstraat zijn de topstalen uit de respectievelijke plantenbakken genomen, van de bovenste 5 cm.

4.5.3 STAALNAMES IN KADER VAN ECOTOXICOLOGISCHE TESTEN

Arche heeft een selectie gemaakt van staalnamelocaties voor grond-, oppervlaktewater- en sedimentstalen voor het uitvoeren van ecotoxicologische testen.

Op 8 juni 2022 zijn 4 oppervlaktewater- en sediment genomen ter hoogte van de Palingbeek en Blokkersdijk, samen met de staalname van biota voor de ecotoxicologische labotesten. Deze stalen zijn genomen door Sialtech, onder begeleiding van ERM en in aanwezigheid van Arche en een specialist van het labo Ecofide die de testen heeft uitgevoerd. Op hetzelfde moment zijn ook 3 grondstalen genomen voor de ecotoxtesten in het Ecofide labo.

De verschillende staalnamelocaties zijn weergegeven in Illustratie 4-16.

ILLUSTRATIE 4-16 STAALNAMELOCATIES ECOTOX LABTESTEN



Tijdens deze campagne is gebruik gemaakt van het préfix B voor boringen, en préfix E voor locaties waar sediment en oppervlaktewater is bemonsterd.

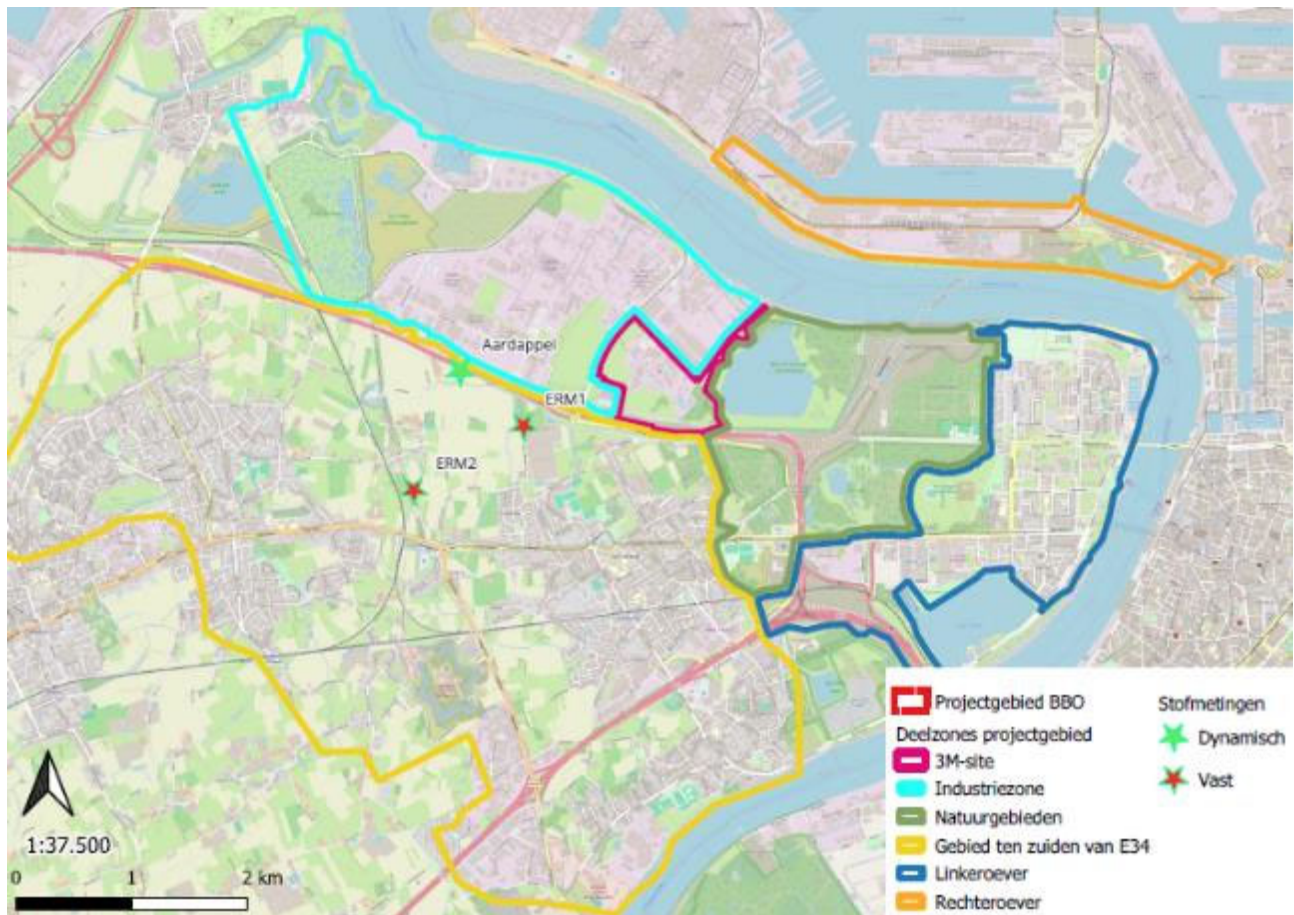
Naast de klassieke milieustalen heeft Ecofide ook biotastalen genomen uit het slib, door het slib ter plaatse uit te zeven. Het gaat om Oligochaeten, waarop toxiciteitstesten zijn uitgevoerd.

4.5.4 STOFMETINGEN ZWIJNDRECHT

Om na te gaan of bepaalde landbouwactiviteiten in de omgeving van Zwijndrecht gepaard gaan met diffuse emissies van PFAS houdend stof, heeft VITO immisie-metingen uitgevoerd in opdracht van ERM. De monitoringcampagne is gestart op 7 september 2023, en zou 3 maanden duren.

Op twee vaste meetlocaties is een actieve bemonstering gebeurd van de omgevingslucht, en is op dezelfde plaats een depositiebemonstering uitgevoerd. De locatie van deze meetpunten is gevisualiseerd op onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 4-17 LOCATIE STOFMETINGEN ZWIJNDRECHT



Locatie ERM 1 bevindt zich windafwaarts van de landbouwactiviteiten volgens de dominante windrichting (wind uit zuidwesten), ERM 1 bevindt zich windopwaarts. Ook de locatie van de dynamische meting tijdens het rooien van aardappelen is op deze illustratie zichtbaar, net ten zuiden van de E34.

Om de 2 weken is de filter voor de actieve bemonstering van de omgevingslucht opgehaald en vervangen door VITO. Om de maand is de depositiekruik bemonsterd. Een samenvatting staat in onderstaande Tabel 4-21.

TABEL 4-21 TIMING STOFMETINGEN

Startdatum	Stopdatum	
Actieve bemonstering omgevingslucht		
7/09/2023	21/09/2023	Week1+2
21/09/2023	5/10/2023	Week3+4
5/10/2023	19/10/2023	Week5+6
19/10/2023	2/11/2023	Week7+8
2/11/2023	30/11/2023	Week9+10
Depositiebemonsteringen		

Startdatum	Stopdatum	
7/09/2023	5/10/2023	Maand1 (weken1-4)
5/10/2023	2/11/2023	Maand2 (weken 5-8)
2/11/2023	30/11/2023	Maand3

De analyses ter hoogte van deze vaste meetpunten zijn aangevuld met een kortstondige dynamische bemonstering in functie van de landbouwactiviteiten. In overleg met een landbouwer is op 10 oktober 2023 één dynamische bemonstering uitgevoerd tijdens het rooien van een aardappelveld. Een tweede dynamische meting, voorzien tijdens het rooien van maïs, is niet doorgegaan omdat deze rooiactiviteiten last minute doorgegaan zijn tussen de regenbuiendoor en VITO niet tijdig gewaarschuwd kon worden om te mobiliseren. Daarom is beslist om ook de vaste meetpunten te verwijderen, wat gebeurd is op 30 november.

Bij de opmaak van onderhavig rapport zijn enkel de resultaten van de actieve bemonstering van de omgevingslucht ter hoogte van de 2 meetlocaties beschikbaar, voor de eerste 2 maanden. Maand 1 omhelst de periode 7/9 tot en met 5/10/2023, maand 2 is van 5/10/2023 tot en met 2/11/2023. Het resultaat van de derde maand (actieve bemonstering omgevingslucht), de resultaten van de depositiemetingen en de resultaten van de dynamische meting zijn nog niet beschikbaar.

4.6 UITVOERING VELDWERK – SPECIFIEK VOOR OPMAAK GRONDWATERMODEL

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de werkzaamheden uitgevoerd in het kader van de opmaak van het grondwatermodel. De gebruikte locaties voor de werkzaamheden beschreven in Tabel 4-22 zijn weergegeven op Illustratie 4-18.

ILLUSTRATIE 4-18 VELDWERK IN KADER VAN GRONDWATERMODEL



TABEL 4-22 SPECIFIEK ONDERZOEK IN HET KADER VAN HET GRONDWATERMODEL

Fase veldwerk	Periode uitvoering	Uitgevoerd veldwerk	Uitvoerder
Boringen ter bevestiging van de polderklei	Februari en maart 2023	<ul style="list-style-type: none"> 6 mechanische boringen tot een diepte van 1 meter in de Polderklei; en Grondstalen voor korrelgrootte-analyse. 	Sialtech
Slug test	Maart en april 2022	<ul style="list-style-type: none"> Slug test in de 1^{ste} aquifer ter hoogte van peilbuizen K3, L14, L33, P112bis, P34 en P380; en Slug test in de 2^{de} aquifer ter hoogte van peilbuizen D11, D12, D14, D15, D18, P118A, P119A, P120, ERM732D en ERM732MD. 	ERM
Hydraulische connectie test	Maart 2022	<ul style="list-style-type: none"> Stopzetting grondwateronttrekking in het kader van de lopende sanering voor een periode van 4 dagen; en Monitoring van de grondwaterstand met behulp van druksensoren in peilbuizen in de 1^{ste} en 2^{de} aquifer. 	ERM
Boorgat-verdunningstesten ⁴⁷	Maart 2022	<ul style="list-style-type: none"> Verdunningstest in de 1^{ste} aquifer ter hoogte van peilbuizen K1, K3; en Verdunningstest in de 2^{de} aquifer ter hoogte van peilbuizen D10, D11, D14 en D18. 	ERM
Installatie van 15 peilbuizen tussen de zuidelijke perceelsgrens van het 3M-terrein en de Palingbeek	Juni en juli 2022	<ul style="list-style-type: none"> Installatie van per 3 gegroepede peilbuizen op 5 locaties (reeks ERM17xx-reeks, zie ook paragraaf 4.3.1.2); 1 peilbuis met een filterstelling in de 1^{ste} aquifer (3m-mv), stroomopwaarts van de buitenste dijk; 	Sialtech

⁴⁷ Een boorgatverdunningstest is een geohydrologische test om de doorlatendheid van de ondergrond te bepalen.

Fase veldwerk	Periode uitvoering	Uitgevoerd veldwerk	Uitvoerder
		<ul style="list-style-type: none"> 1 peilbuis met een filterstelling in de 2^{de} aquifer (10m-mv), stroomopwaarts van de buitenste dijk; 1 peilbuis met een filterstelling in de 1^{ste} aquifer (3m-mv), tussen de buitenste dijk en de Palingbeek; en Staalname van grond en grondwater voor een analyse op PFAS (zie ook paragrafen 4.3.1.2 en 4.3.1.3). 	
Grondwater- en massa flux metingen	Juli en augustus 2022	<ul style="list-style-type: none"> Installatie van iFLUX en mass FLUX-meters in een selectie van peilbuizen: 5 ondiepe peilbuizen ten noorden van de buitenste dijk (ERM1700, 1703, 1705, 1707 en 1709); 5 ondiepe peilbuizen ten zuiden van de buitenste dijk (ERM1702, 1704, 1706, 1708 en 1710); en 5 diepe peilbuizen ten noorden van de buitenste dijk (ERM1701MD, 1703MD, 1705MD, 1707MD en 1709MD). 	ERM
Installatie van peilbuizen in het populierenbos op de 3M-site met een filter in de 2 ^{de} aquifer	September 2022	<ul style="list-style-type: none"> Installatie van 6 peilbuizen met een filter in de 2^{de} aquifer (15 m-mv, ERM7xx-reeks, zie paragraaf 4.3.1.2); en Staalname van de grond en het grondwater voor een analyse op PFAS (zie ook paragrafen 4.3.1.2 en 4.3.1.3). 	Sialtech
Step drawdown test	Oktober 2022	<ul style="list-style-type: none"> 5 stappen met toenemend pomp debiet; De pompproef is uitgevoerd op het grondwater in peilbuis ERM730MD, met filter in 2^{de} aquifer; Stapsgewijs betekent dat het pompdebiet gradueel wordt opgevoerd totdat de filter droog getrokken wordt, waarna het grondwater opnieuw kan stabiliseren nadat de pomp is uitgezet. In Tabel 4-23 zijn de details van deze proef toegelicht; en Duur van de test: 3 uur. 	
Debietmetingen	1 Oktober 2022	<ul style="list-style-type: none"> Debietmetingen op 7 locaties verspreid over de beek; 3 metingen per locatie verspreid over 1 getijdencyclus; en Oppervlaktewaterstaalname voor een analyse op PFAS. 	
Pomp test	December 2022	<ul style="list-style-type: none"> Pomptest met een continu pompdebiet; Monitoring grondwaterstand in 2 peilbuizen met een filter in de 1^{ste} aquifer (P29, P375) en 2 peilbuizen met een filter in de 2^{de} aquifer (D11, P120bis); en Duur van de test: 24 uur. 	
Boringen ter bevestiging van de ondergrondse dijken	Juli 2023	<ul style="list-style-type: none"> 103 manuele boringen tot 1 m -mv langs 16 transecten en visuele observatie van plasticfolie; en Topografie van boorpunten met GPS 	

TABEL 4-23 TOELICHTING STAPSGEWIJZE POMPPROEF

Stap	Pompdebiet (m ³ /h)	Duur (min)	Opmerking
Pomp aan			
Stap 1	0,06	31	-
Stap 2	0,10	57	-
Stap 3	0,20	38	-
Stap 4	0,30	25	Geen water meer in peilbuis
Pomp af			
Recuperatie	0,00	50	Snelle recuperatie

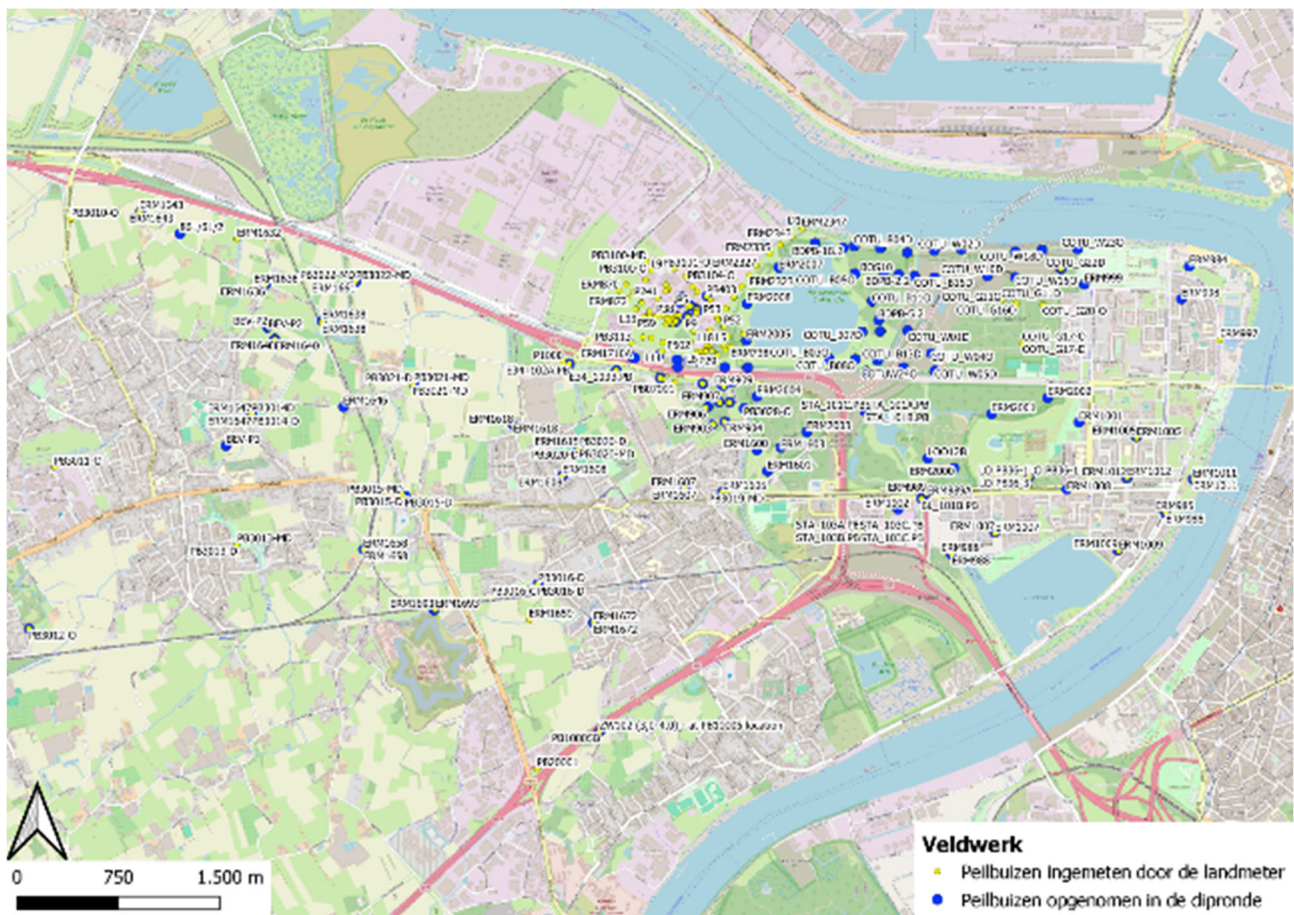
4.7 LANDMETER EN DIPRONDE

In augustus en september 2023 heeft landmeter Buro Eyckmans verschillende peilbuizen ingemeten om de correcte X-, Y- en Z-coördinaten te bepalen. De Z-coördinaat is ingemeten tegenover het maaiveld, en tegenover de bovenkant van de peilbuis.

Gelijklopend is in augustus 2023 een dipronde uitgevoerd waarbij het waterniveau in verschillende peilbuizen is gemeten.

De peilbuizen ingemeten door de landmeter en opgenomen in de dipronde zijn weergegeven in Illustratie 4-19. De peilbuizen onsite zijn eveneens meegenomen in deze dipronde.

ILLUSTRATIE 4-19 LANDMETER EN DIPRONDE AUGUSTUS EN SEPTEMBER 2023

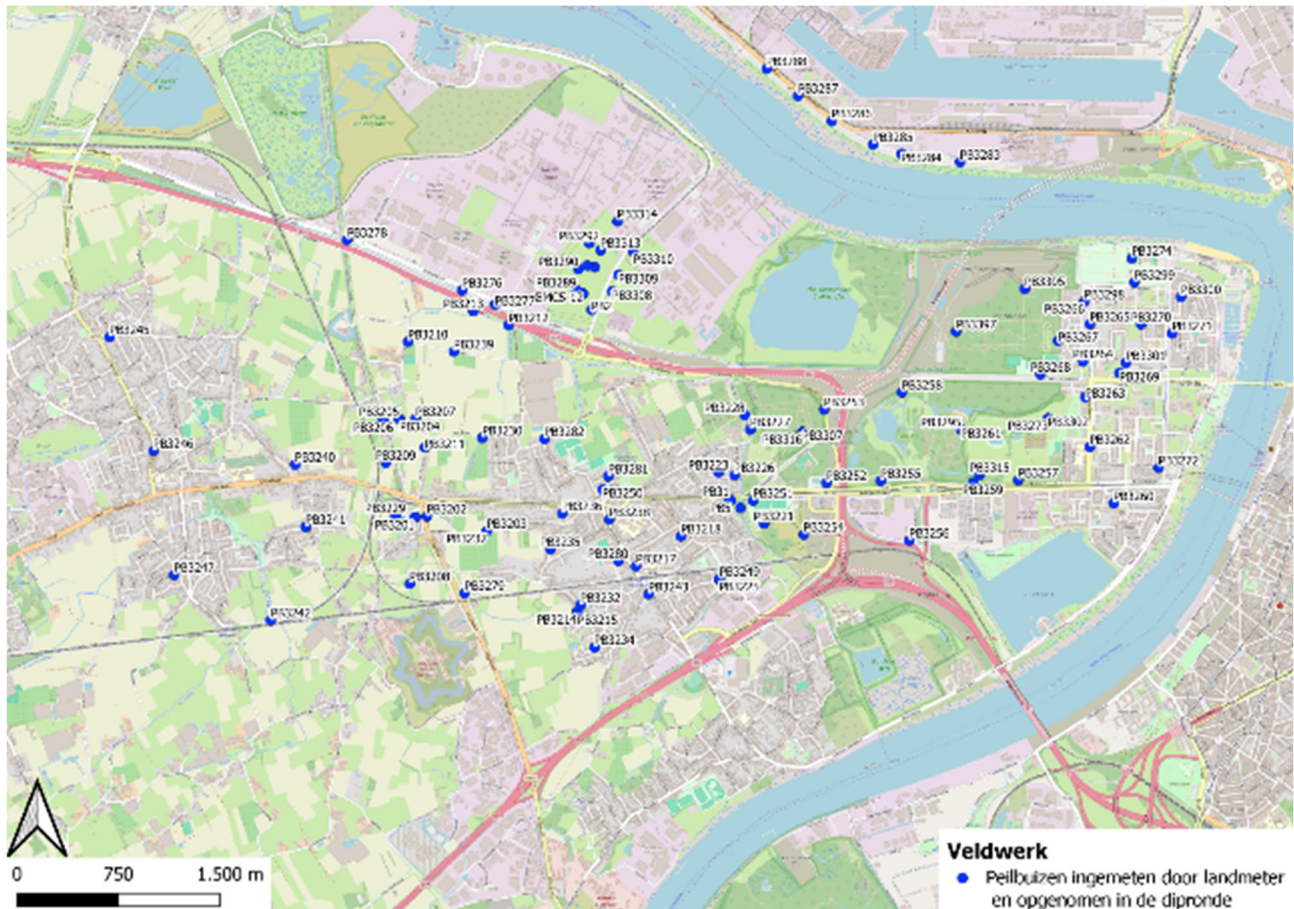


In oktober en november 2023 heeft landmeter Buro Eyckmans de nieuw geplaatste peilbuizen van september en oktober 2023 ingemeten. Opnieuw is de X-, Y- en Z-coördinaat bepaald. Ook op dat moment is de Z-coördinaat ingemeten tegenover het maaiveld, en tegenover de bovenkant van de peilbuis. Wanneer een peilbuis gelegen is naast een waterloop, is bijkomend de Z-coördinaat van de waterstand opgemeten in deze aanliggende waterloop.

Gelijklopend is een dipronde uitgevoerd waarbij het waterniveau in deze peilbuizen is gemeten.

De peilbuizen ingemeten door de landmeter en opgenomen in de dipronde zijn weergegeven in Illustratie 4-20.

ILLUSTRATIE 4-20 LANDMETER EN DIPRONDE OKTOBER EN NOVEMBER 2023



4.8 ANALYSES

Alle monsters (uitgezonderd levende organismen) zijn geanalyseerd in de geaccrediteerde laboratoria SGS en Eurofins, al dan niet uitbesteed aan hun internationale labo's.

Het PFAS-analysepakket voor de grond-, sediment- en vaste deel van de waterbodemplaten die door ERM zijn verzameld en ingezet voor analyse is in lijn met de CMA/3/D. De gebruikte versie is afhankelijk van het moment van stalname en analyse, zoals beschreven in sectie 1.4.

Het PFAS-analysepakket voor de grondwater- en oppervlaktewaterstalen die door ERM zijn verzameld en ingezet voor analyse is in lijn met WAC/IV/A/025. De gebruikte versie is afhankelijk van het moment van stalname en analyse, zoals beschreven in sectie 1.4.

Het PFAS-analysepakket voor voedingsmiddelen is in lijn met de SANTE 11354-2021. Het basisvoorschrift is dat een representatief, homogeen laboratoriummonster wordt verkregen zonder dat daarbij secundaire verontreinigingen worden geïntroduceerd. Uitzonderlijk op verzoek, zoals beschreven in sectie 4.5, zijn de stalen gewassen, is enkel het eetbare deel geanalyseerd en/of is het eiwit van het eigeel gescheiden voor analyse.

De TOP-assay analyses op de verschillende matrixen zijn hoofdzakelijk uitbesteed aan het Eurofins Zweden labo. De TOP-assay analyses op de sedimentstalen zijn uitgevoerd bij SGS.

De TFA-analyses in grond- en oppervlaktewater heeft het erkende labo Eurofins uitbesteed naar haar labo in Zweden en Denemarken. Eerder zijn de stalen verstuurd naar Denemarken, maar door een te hoge werkdruk die een aanzienlijke vertraging zou geven op de analyse rapportage, zijn de stalen naar het Eurofins Zweden labo verstuurd. ERM heeft nagekeken of er een verschil zit tussen beide labo's op de rapportage van TFA en kwam tot de conclusie dat de gerapporteerde concentraties in Denemarken stelselmatig hoger (40-85%) liggen dan de concentraties gerapporteerd in Zweden. Deze vergelijking is gemaakt op basis van een dubbele bemonstering op drie locaties, gescheiden in tijd. Deze vaststelling is doorgegeven aan het Eurofins labo, maar hier is voor indiening van voorliggend rapport nog geen antwoord op gekomen.

De TFA-analyses in het vaste deel van de aarde, sediment en het vaste deel van de waterbodem zijn uitbesteed naar het SGS labo in Rotterdam.

De AOF-analyses in grond- en oppervlaktewater zijn uitbesteed naar het Eurofins labo in Duitsland.

De EOF-analyses in grond-, sediment en vaste deel van de waterbodem zijn uitgevoerd door het SGS labo Gravenpolder.

ERM heeft ook stalen genomen voor analyse naar ultra-korte ketens voor analyse bij het 3M-labo in de US die deze parameters kan analyseren, maar deze resultaten waren niet beschikbaar tijdens de opmaak van onderhavig rapport. Eurofins was evenwel vanaf een bepaald moment in staat om naast TFA ook andere ultra-korte ketens te analyseren, en heeft deze parameters op vraag van ERM gerapporteerd vanaf september 2023. Het gaat om de parameters PFEtS, PFPrA, PFPrS en TFMS. De eerste preliminaire evaluatie voor deze ultrakorte PFAS-ketens binnen het projectgebied is gebaseerd op deze dataset van Eurofins.

Voor de analyses naar EOF, AOF, TFA, PFPrA en TOP-assay zijn nog geen CMA-methodes gedefinieerd. De gehanteerde analysemethodes zijn ontleend aan internationale standaarden zoals opgenomen op de certificaten.

De volledige lijst van geanalyseerde verbindingen is te vinden in de tabellen met getoetste analyseresultaten in Bijlage 11 en op de analysecertificaten in Bijlage 13.

De PFAS-analyses op de organismen (Oligochaeten en regenwormen) bemonsterd in het kader van de ecotoxtesten zijn uitgevoerd door het Ecofide labo. Voor deze analyses zijn nog geen CMA-methodes gedefinieerd. Meer detail over deze testen en de geanalyseerde organismen is terug te vinden in de nota van Arche in Bijlage 10.

5. RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK

5.1 ALGEMEEN

De originele analysecertificaten van de uitgevoerde analyses door ERM over de periode november 2021- november 2023 zijn opgenomen in Bijlage 13. De datums van de opdrachtacceptaties en de start en het einde van de verschillende analyses zijn opgenomen op deze analysecertificaten. Omwille van het grote aantal geanalyseerde monsters en voor het behoud van de leesbaarheid van rapport, is ervoor gekozen om de toetsingstabellen van het vaste deel van de aarde en het grondwater op te nemen Bijlage 11

Analyseresultaten van ERM die dateren van de periode vóór november 2021 en analyseresultaten van monsters van derden zijn opgenomen in de databank van ERM, maar zijn niet opgenomen in Bijlage 11.

De boorprofielen van de boringen die in de periode november 2021-november 2023 onder begeleiding van ERM zijn uitgevoerd, zoals beschreven onder hoofdstuk 4, zijn opgenomen in Bijlage 14.

5.2 BETROUWBAARHEID ANALYTISCHE MEETMETHODES

In het kader van voorliggend onderzoek is er samengewerkt met verschillende geaccrediteerde erkende labo's. Er zijn zowel analyse uitgevoerd conform het CMA en het WAC, alsook zijn eigen methoden gebruikt waar er geen analyse conform CMA of WAC beschikbaar was. Om de betrouwbaarheid van de resultaten na te gaan, zijn er enkele stalen in duplicaat bemonsterd.

Deze duplicaatstaalname is hoofdzakelijk uitgevoerd voor het PFAS CMA/WAC-pakket. Hiervoor lijken de duplicaatstalen elkaar te bevestigen voor de verschillende PFAS-parameters, onafhankelijk van het labo. De resultaten liggen telkens min of meer in dezelfde range/grootteorde, als in hoog is hoog en laag is laag. Desondanks zijn er binnen de grootteordes wel aanzienlijke verschillen vastgesteld. Na navraag bij de labo's hebben de labo's zelf een onzekerheid van circa 50% op de analyses aangegeven. Het merendeel van de afwijkingen bevindt zich rond of net boven deze onzekerheid, echter worden er ook afwijkingen tot 150% (grondwater) vastgesteld. In het vaste deel van de aarde zijn de afwijkingen wel aanzienlijk hoger. Deze kunnen oplopen tot 450%. Al valt dit mogelijks deels te verklaren doordat grond een minder homogeen mengsel is, waardoor exacte duplicaatstalen verkrijgen moeilijker is.

Het TOP-assay (Total Oxidizable Precursor) is uitgevoerd volgens internationale standaarden en niet volgens CMA/WAC. Om deze reden is er ook telkens een duplicaatstaal geanalyseerd conform het CMA/WAC. Uit deze vergelijking, kan dezelfde conclusie gemaakt worden. De resultaten liggen telkens in dezelfde grootteorde, maar binnen de grootteordes zijn er wel aanzienlijke verschillen vastgesteld. Deze verschillen zijn groter voor het vaste deel van de aarde. Eurofins geeft zelf een onzekerheid van 20-50 % aan voor de TOP-assay analyse op het grondwater en het vaste deel van de aarde.

Voor EOF, AOF en TFA zijn er geen duplicaatstalen genomen. Wel is er zoals besproken in sectie 6.6 nagegaan of er een verschil is op de gerapporteerde TFA-resultaten tussen het Eurofins Zweden en Denemarken labo. De gerapporteerde concentraties in Denemarken liggen stelselmatig (op basis van 3 vergelijkingen) hoger (40-85%) dan de concentraties

gerapporteerd in Zweden. Wel kan dezelfde conclusie gemaakt worden, dat de resultaten telkens min of meer in dezelfde range/grootteorde liggen, als in hoog is hoog en laag is laag.

Daar uit deze verschillende vergelijkingen blijkt dat de grootteorde van het gerapporteerde resultaat wel meestal bevestigd wordt, gaat ERM ervan uit dat de analyses representatief en betrouwbaar zijn, ondanks dat er met verschillende labo's is samengewerkt en er ook eigen analysemethodes zijn toegepast.

Zoals eerder in hoofdstuk 1 al aangegeven, dient ook vermeld dat ERM op 28 september 2023 door Eurofins is verwittigd dat gedurende de periode september 2022 tot juli 2023 de vijf PFAS-componenten PFBA, PFHpA, PFDS, EtFOSAA en MeFOSAA foutief gerapporteerd zijn op de certificaten. Na het doorsturen van de aangepaste certificaten met correcte resultaten, heeft Eurofins bevestigd dat alle data die in de periode september 2022 tot juli 2023 aangeleverd zijn, correct zijn, zoals terug te vinden is in Bijlage 2.

Tot slot is het ook belangrijk om te vermelden dat PFBA een component is die moeilijk te bepalen is in gewassen. Het labo Sciensano was niet in staat om tijdens de analyse van de gewassen in 2022 PFBA te kwantificeren omdat er een vals positief signaal is vastgesteld in de meetapparatuur.

5.3 ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN

De zintuiglijke waarnemingen gedaan tijdens de veldwerkactiviteiten zijn opgenomen in de boorstaten in Bijlage 14 en in de toetsingstabel in Bijlage 11.

De meest opvallende zintuiglijke waarnemingen zijn in Tabel 5-1 samengevat. PID-metingen met 10.6 eV lamp boven 1 ppm zijn eveneens in deze tabel vermeld.

Tijdens het uitvoeren van de boringen COTU_B5, COTU_B10 en PB3125-MD is een oliegeur waargenomen. Deze boringen zijn uitgevoerd in Blokkersdijk, respectievelijk ten oosten en ten zuidwesten van de vijver. De stalen waar de sterkste geur is waargenomen, zijn voor analyse naar minerale olie ingezet, zoals verder beschreven in sectie 5.7.5. Het onderwerp van voorliggend BBO is de PFAS-impact, bijgevolg is niet op elke locatie waar een zintuiglijke waarneming (bv oliegeur) is gedaan een staal genomen voor analyse.

Voor de overige boringen zijn er met uitzondering van de aanwezigheid van puin in enkele grondboringen geen andere afwijkende zintuiglijke waarnemingen of aanwijzingen voor bodemverontreiniging geregistreerd.

Ter hoogte van productiegebouw 16 is tijdens verschillende (eerdere) staalnamecampagnes een zwart-bruine kleur van het grondwater waargenomen, alsook een meer visceuze substantie. De interface probemeter geeft een continu signaal bij sommige peilbuizen, wat een mogelijke indicatie van puur product kan zijn. Deze visuele waarnemingen zijn reeds uitvoerig onderzocht en beschreven in het conform verklaarde Beschrijvend Bodemonderzoek: Minerale olie en andere verontreinigingen ter hoogte van zone gebouw 16 en zone P18 (ERM, 2023, ref. 0596674). Er is in dat onderzoek geconcludeerd dat de bevindingen uit voorgaande onderzoeken bevestigd zijn en dat er naar analogie met de voorgaande onderzoeken geen noodzaak is om hiervoor over te gaan tot verder onderzoek in het kader van een BBO. De aanwezigheid en potentiële verspreiding van het zwart gekleurde (meer viskeuze) grondwater wordt opgevolgd binnen de lopende sanering (BSP 2008) en zal gerapporteerd worden in de

tussentijdse monitoringsverslagen. In het kader van voorliggend BBO zijn hierover geen andere bevindingen gedaan dan reeds gerapporteerd.

Tijdens de bemonstering van het grondwater uit de peilbuizen zijn geen andere zintuiglijke afwijkingen waargenomen.

TABEL 5-1 ZINTUIGLIJKE WAARNEMINGEN

Deelgebied	Locatie	Diepte	Zintuiglijke waarneming	PID-waarde
Vaste deel van de aarde				
3M-site	PB3108-D	1,10 - 1,60	matige oliegeur	-
3M-site	PB3102-MD	7,50 - 8,50	-	5 ppm
3M-site	PB3101-MD	11,50 - 12,00 12,00 - 13,00	-	5 ppm
3M-site	PB3100-MD	2,00 - 6,50	-	5 ppm
3M-site	B3595	1,50 - 2,00	Matige oliegeur	-
3M-site	B3591	1,80 - 2,00	Matige oliegeur	-
3M-site	PB3117-MD	2,50 - 3,50	-	5 ppm
Natuurgebied	PB3125-MD	5,00 - 5,50	Oliegeur	0,6 ppm
Natuurgebied	COTU_B5	-	Oliegeur	-
Natuurgebied	COTU_B10	-	Oliegeur	-
Natuurgebied	B811	0,5 - 1,0	Brokken asbest	-
Natuurgebied	B3546	0,50 - 1,00	-	1,4 ppm
Natuurgebied	B3542	1,50 - 1,60	Zwakke organisch materiaal geur	-
Linkeroever	PB3263	1,80 - 2,50 2,50 - 3,00	Matige oliegeur	-
Sediment				
Zuiden E34	SE3475	1,25 - 2,00	Matige brandstofgeur	-
Grondwater				
3M-site (gebouw 16)	ERM3412	2,0-3,0	Bruin/zwart Detectie puur product (signaal interface meter): 2,87 m-mv (13 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	ERM3413	3,0-4,0	Bruin doorzichtig Detectie puur product (signaal interface meter): 2,61 m-mv (139 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	S1	2,0-4,0	Bruin doorzichtig Detectie puur product (signaal interface meter): 2,58 m-mv (142 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	P21B	3,5-5,5	Zwart Detectie puur product (signaal interface meter): 1,77 m-mv (373 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	P18	1,4-3,4	Zwart Detectie puur product (signaal interface meter): 1,76 m-mv (164 cm dikte)	-

Deelgebied	Locatie	Diepte	Zintuiglijke waarneming	PID-waarde
3M-site (gebouw 16)	PB609	2,0-3,0	Zwart Detectie puur product (signaal interface meter): 1,85 m-mv (115 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	PP05still	4,5-5,5	Bruin doorzichtig Detectie puur product (signaal interface meter): 2,14 m-mv (336 cm dikte)	-
3M-site (gebouw 16)	P305	3,5 - 5,5	Belvorming	-
Industrie	Katoen_P4	3,99 - 4,99	Film + brandstof geur	-
Zuiden E34	PB3019-MD	10,5 - 11,5	Belvorming	-

^ geen zintuiglijke waarnemingen of PID-meting uitgevoerd

5.4 VELDMETINGEN GRONDWATER

De resultaten van de tijdens de grondwaterbemonstering verrichte veldmetingen zijn opgenomen in Bijlage 11. Illustratie 5-1 en Illustratie 5-2 visualiseren de nieuwe veldmetingen samen met de reeds beschikbare veldmetingen uit eerder onderzoek sinds 2017. Bij herhaaldelijke metingen is telkens de recentste meting weergegeven.

Voor de bespreking van de resultaten is de volledige dataset genomen. De pH in het grondwater varieert tussen 4,64 – 10,75, met enkele uitschieters tussen 11,73 en 13,08. De verhoogde pH-waarden boven de milieukwaliteitsnorm voor grondwater ($5 \leq \text{pH} \leq 8,5$; Bijlage 2.4.1 Vlare II-verordening) zijn voornamelijk in het ondiepe grondwater op de 3M-site gemeten in de zone NaOH-tankpark en in de zone nabij gebouw 16. Voor deze verhoogde pH ter hoogte van het tankenpark is recent een BSP ingediend, dat bij opmaak van dit BBO volledig en ontvankelijk is verklaard. De verhoogde pH nabij gebouw 16 is reeds onderdeel van de lopende monitoring voor de PFAS-verontreiniging. Ook net ten zuiden van de snelweg zijn enkele verhoogde pH-waarden gemeten. Eerdere metingen bevestigen deze verhoogde pH-waarden. De oorzaak hiervan is niet gekend.

De gemeten pH-waarden in het (middel)diepe grondwater bevinden zich binnen de range van de milieukwaliteitsnormen. Enkel op 1 locatie ten zuiden van de snelweg E34 en ten noordoosten van Blokkersdijkvijver is een verhoogde pH-waarde gemeten. De oorzaak hiervan is niet gekend. De verhoogde pH ten zuiden van de snelweg E34 is door een eerdere meting bevestigd.

In het oppervlaktewater varieert de pH tussen 7,61 en 8,66. De waarden zijn normaal geacht voor de regio en vertonen geen afwijkingen wanneer deze waarden worden vergeleken met de kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater type kleine beek ($6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$) zoals beschreven in Bijlage 2.3.1 van de Vlare II-verordening.

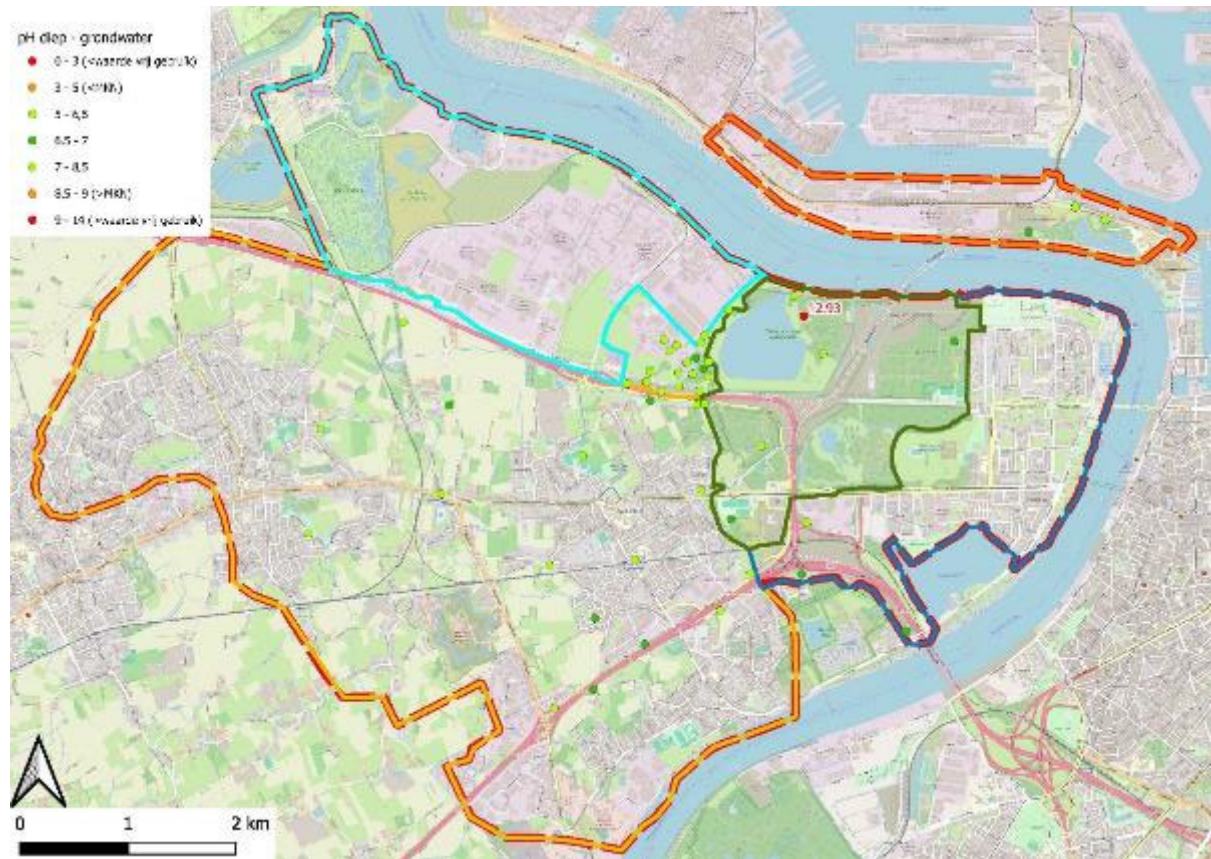
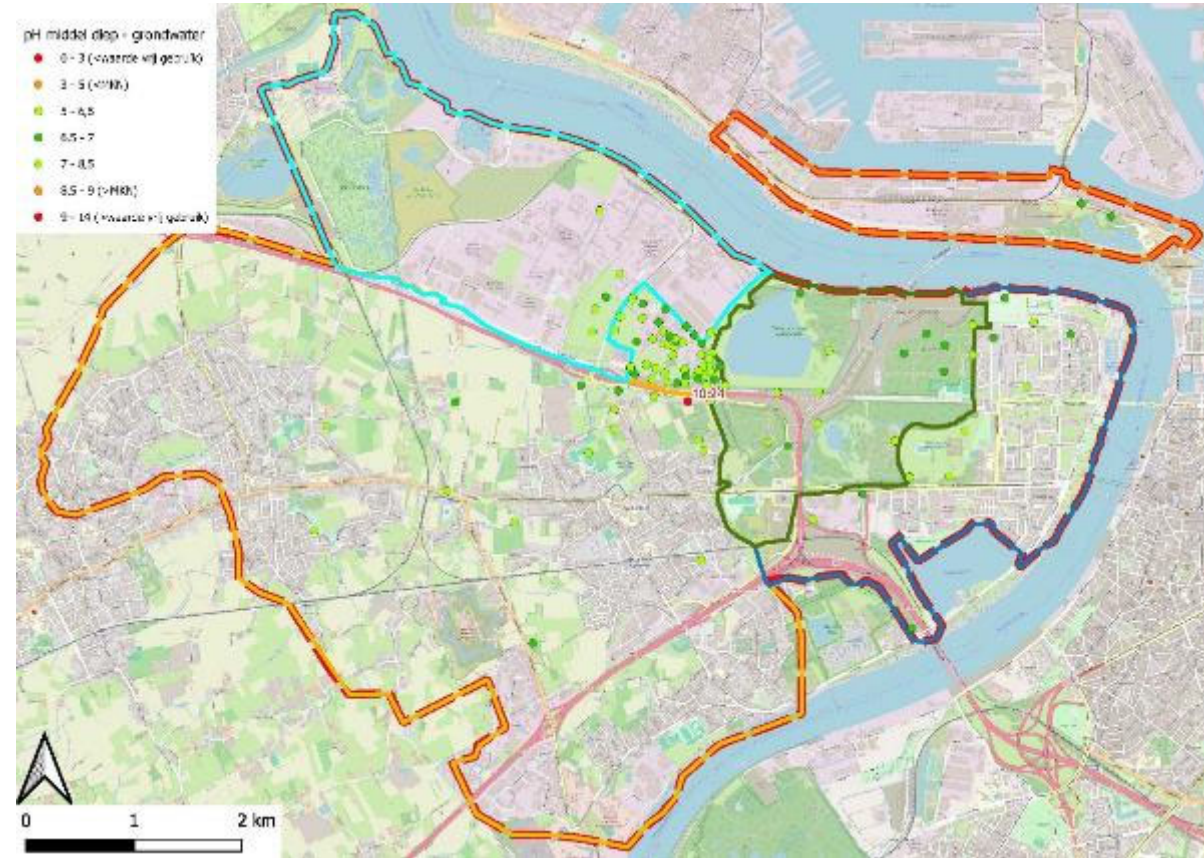
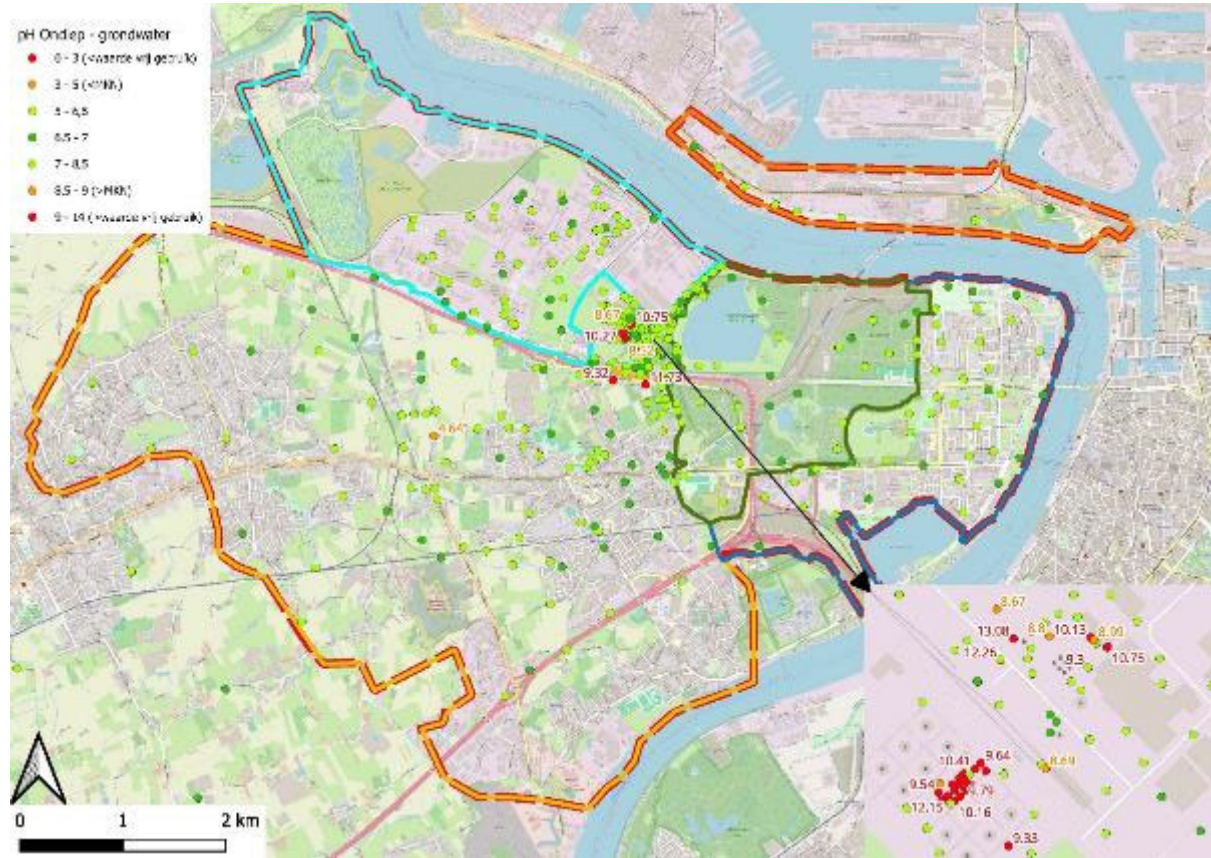
De geleidbaarheid in het grondwater varieert over het algemeen tussen 120– 6.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De waarden zijn normaal geacht voor de regio. Ter hoogte van de 3M-site zijn in de twee zones zoals hierboven reeds voor pH aangehaald, verhoogde EC-waarden gemeten tussen 7.000 – 36.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Deze zijn ook reeds besproken in het rapport BBO Minerale olie en andere verontreinigingen ter hoogte van zone gebouw 16 en zone P18 (ERM, 2023, ref. 0596674).

De elektrische geleidbaarheid varieert en neemt richting de Schelde over het algemeen toe naarmate de filterdiepte van de peilbuis toeneemt. Dit kan verklaard worden doordat de 1^{ste} aquifer door de aanwezige dijken is afgesloten van de Schelde (brakwater). De 2^{de} aquifer staat wel in direct contact met de Schelde waardoor er zoutwaterintrusie door getijdenwerking plaatsvindt. Desondanks zijn er op de rechteroever, langs de Schelde, en in de natuurgebieden ten zuidoosten van de Blokkesdijkvijver telkens in de 1^{ste} aquifer ook verhoogde geleidbaarheden gemeten. Vermoedelijk is het grondwater in de 1^{ste} aquifer in de directe nabijheid van de Schelde toch ook beïnvloed door het brakke water uit de Schelde, al dan niet via de Palingbeek.

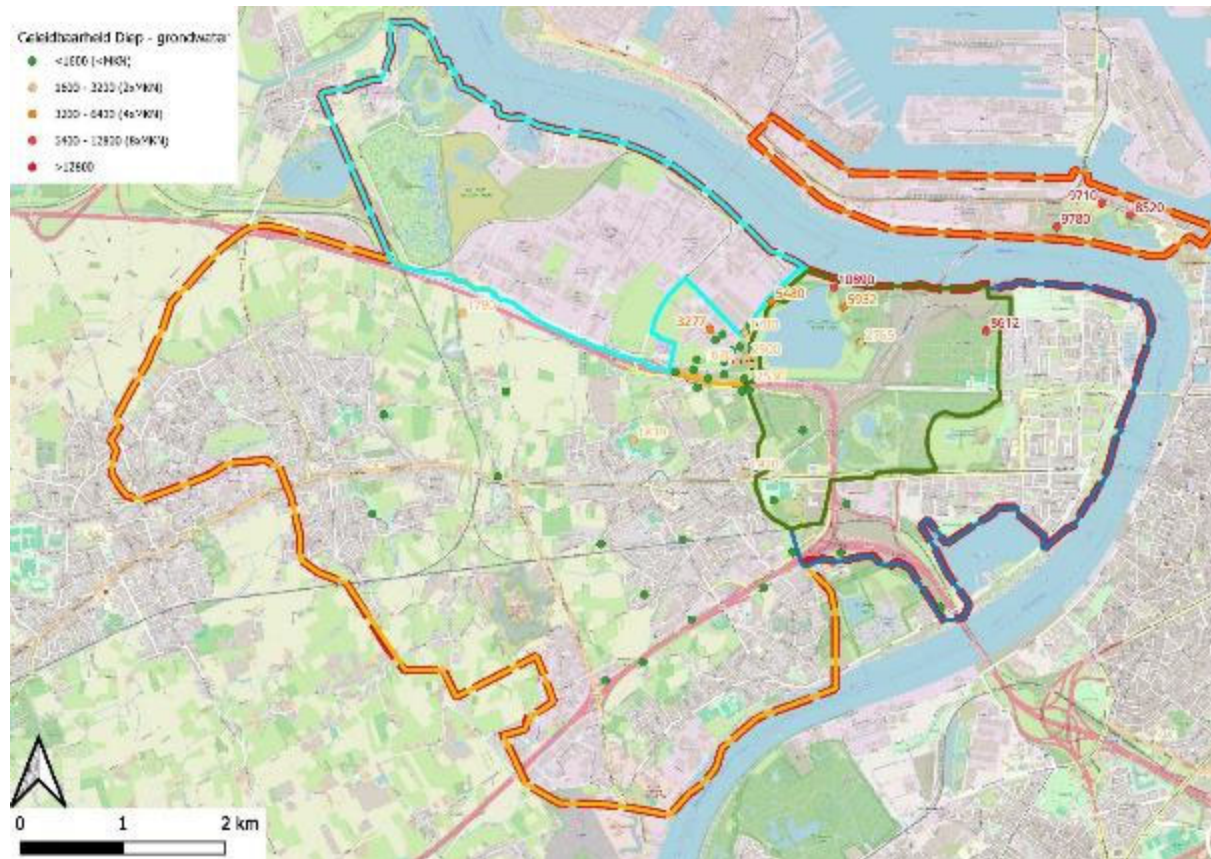
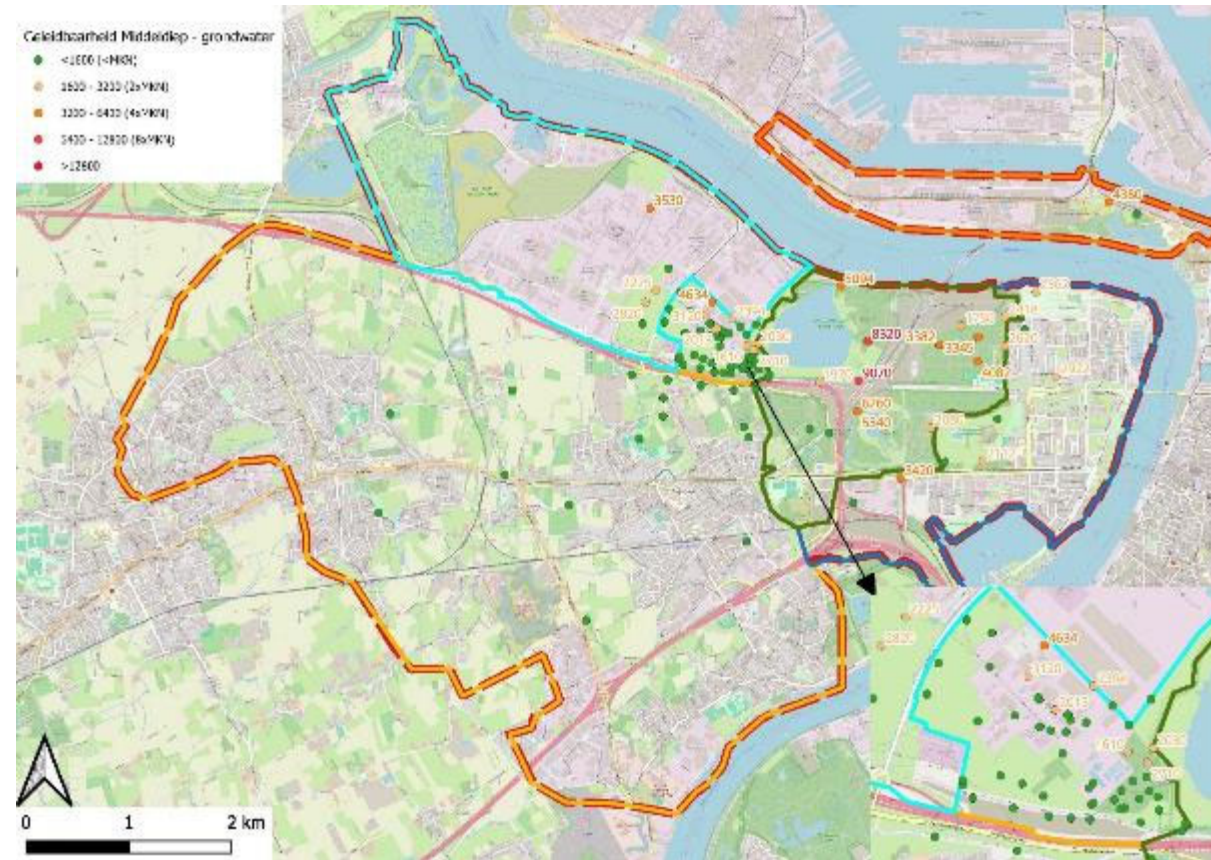
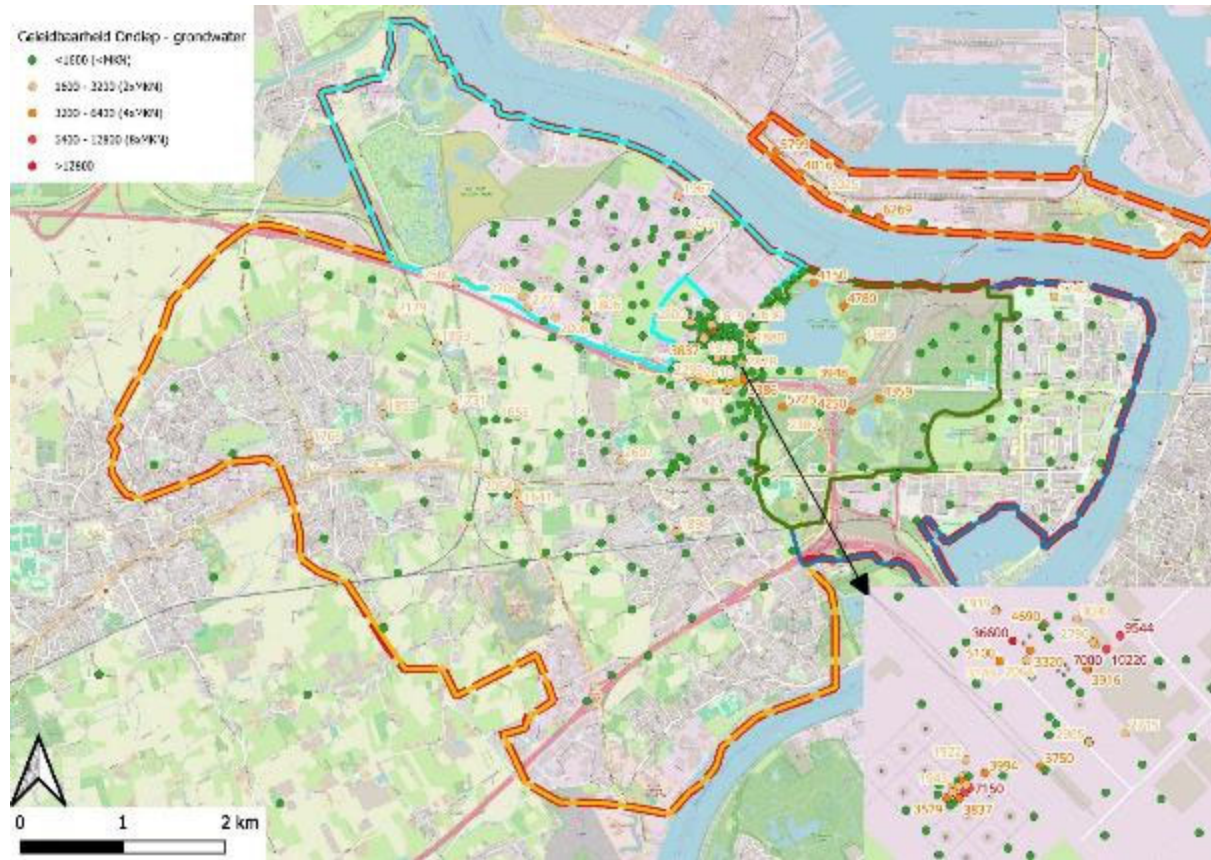
In het oppervlaktewater varieert de geleidbaarheid tussen 349 – 1.489 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wat eveneens als normaal beschouwd kan worden voor de regio.

Voor de temperatuur van het grondwater is op één locatie in de industriezone een verhoogde waarde van 27°C gemeten. Op de overige locaties varieert de grondwatertemperatuur tussen 8 en 25 °C.

ILLUSTRATIE 5-1 PH IN GRONDWATER



ILLUSTRATIE 5-2 GELEIDBAARHEID GRONDWATER



5.5 PARAMETERS VOOR BODEMSAMENSTELLING EN BODEMSTRUCTUUR

Over het volledige onderzoeksgebied zijn tijdens de boorwerkzaamheden afwisselingen van zwak/matig siltig zand, zandige klei, zandige leem en zand waargenomen voor het diepteprofiel tot maximaal 22m-mv. De eerste 1,5 m (max. 2,0 m-mv) betreft veelal een antropogene, opgespoten laag, bestaande uit zandig tot kleilig materiaal met daarin plaatselijk bijmenging van puin.

In de deelzones natuurgebieden, Linkeroever, industriezone en de 3M-site wordt op de meeste locaties een kleilige laag waargenomen rond 6 à 7 m-mv, de Polderklei. Over het volledige onderzoeksgebied is de Boomse klei aangetoond, welke afhelt naar de Schelde. Tegen de Schelde bevindt deze zich op circa 22 m-mv. In het zuidwesten van het projectgebied van dit BBO bevindt de Boomse klei zich op circa 10 m-mv. Een verdere bespreking van de geologie binnen het projectgebied is opgenomen onder hoofdstuk 6.

Op verschillende diepten zijn grondstalen geselecteerd voor bepaling van de structuurparameters pH, klei en organische stof. Het gemiddelde gehalte aan organische stof en klei per bodeminterval, op basis van stalen die ERM verzameld heeft in 2021 en 2023, is weergegeven in Tabel 5-2. Voor diepere bodemlagen, waarin geen analyseresultaten voor de bodemstructuur beschikbaar zijn, maar nog wel grondstalen genomen zijn voor analyse op PFAS, is de bodemsamenstelling afgeleid uit een combinatie van boorbeschrijvingen en CPT-sonderingsdata.

In de deelzone Linkeroever zijn in het huidige onderzoek geen bodemstalen op verschillende dieptes genomen voor de bepaling van de bodemstructuur. Het OBO opgemaakt door ABO uit 2021 (Verkennd bodemonderzoek PFAS, opgemaakt door ABO op 15/10/2021 met referentie 31677/SBL) is gebruikt als referentie om de oppervlakkige bodemstructuur te bepalen. De diepere bodemstructuur is afgeleid uit boorstaten en analyseresultaten zoals opgenomen in het gefaseerde BBO van Lantis (Gefaseerd Beschrijvend bodemonderzoek knoop E17-R1 te Antwerpen/ Zwijndrecht Deel PFAS knoop Antwerpen-West, opgemaakt door SWECO op 16/06/2023 met referentie OWL1-00000-RTS-RAP-W30-000030). De boringen uitgevoerd in het kader van het bovengenoemde BBO bevinden zich allen in het zuidwestelijke deel van de deelzone Linkeroever, ter hoogte van de Katwilgweg.

De bodemstructuur is in onderstaande tabel voor elk van de deelzones beschreven tot op de diepte waarop grondstalen genomen zijn voor analyse op PFAS.

TABEL 5-2 GEHALTE AAN ORGANISCHE STOF EN KLEI EN PH-KCL GEMETEN TIJDENS DE HUIDIGE STUDIE

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

Bodem interval	Interval diepte (m - mv)	pH	Gemiddeld org. stofgehalte (%)	Gemiddeld kleigehalte (%)	Bodemsamenstelling
2b**	2,0-3,0	-	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
4*****	4,5-6,0		20,0	25,0	Siltige klei tot klei
5*****	6,0-11,0		2,0	5,0	Afwisseling van siltig zand en zand

Gebieden ten zuiden van E34

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

Linkeroever

1***	0,0-0,20	7,14	3,46	4,13	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandig leem
2****	0,20-0,50		1,5	5,9	Zand, matig tot zeer fijn, zwak siltig
3****	1,00-1,50		<1	6,9	Zand, matig fijn, matig siltig
4****	1,50-2,00		<1	7,5	Zand, zeer fijn, zandige klei

3M-site, Industriezone en Rechteroever

1	0,1-1,0	7,6	<0,35	<2	Zand, matig fijn, zwak siltig
2	1,0-2,0	9,7	4,7	2,1	Zand, matig fijn, matig siltig, brokken klei
3*****	2,0-4,5		<2	3,0	Zand, zwak siltig
4*****	4,5-7,0		20,0	25,0	Siltige klei tot klei
5*****	7,0-8,5		10,0	20,0	Siltige klei tot kleiig zand
6*****	8,5-12,0		2,0	4,0	Afwisseling zand en siltig zand
7*****	12,0-22,0		<2,0	3,0	Zand, matig fijn tot grof, fragmenten schelpen

* Monster van sediment en bodem onder het sediment afkomstig uit de Blokkersdijkvijver en Het Rot zijn niet in beschouwing genomen. Monster met een relatief laag droge stofgehalte (<70%) zijn evenmin in beschouwing genomen. Voor gehalten lager dan de detectiegrens is rekening gehouden met de detectiegrens.

** Gehaltes bepaald in het gewijzigd tweede Gefaseerd Beschrijvend Bodemonderzoek, 31 maart 2023.

*** Verkennend bodemonderzoek PFAS, opgemaakt door ABO op 15/10/2021 met referentie 31677/SBL

**** Gefaseerd Beschrijvend bodemonderzoek knoop E17-R1 te Antwerpen/ Zwijndrecht Deel PFAS knoop Antwerpen-West, opgemaakt door SWECO op 16/06/2023 met referentie OWL1-00000-RTS-RAP-W30-000030

***** *Samenstelling van diepere bodemlagen is bepaald op basis van interpretatie van geologie en CPT-sonderingsdata zoals gemeten door Van Vooren in 2018.*

5.6 RESULTATEN SPECIFIEK ONDERZOEK IN HET KADER VAN OPMAAK GRONDWATERMODEL

5.6.1 BORINGEN TER BEVESTIGING VAN POLDERKLEI

Zes boringen zijn uitgevoerd ter bevestiging van de Polderklei. De Polderklei is in alle zes boringen aangetroffen in een diepte-interval variërend tussen 4,3 en 10,8 m-mv, met een gemiddelde aanwezigheid tussen 5,0 en 6,5 m-mv. De lithologie varieert tussen zandige klei en kleiig zand, en lokaal zijn ook veenlagen tussen de kleiige afzettingen waargenomen. Grondstalen zijn van deze Polderklei genomen om op basis van een korrelgrootte-analyse (met korrels < 16 µm) het kleigehalte te bepalen. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel, met een gemiddeld kleigehalte van 21%.

TABEL 5-3 KLEIGEHALTE GRONDSTALEN TER HOOGTE VAN POLDERKLEI

Boring	Staalname-interval (m-mv)	Kleigehalte (< 16 µm) (%)
B3401	5,0 – 5,5	23
B3401	6,5 – 7,0	18
B3402	5,0 – 5,5	29
B3402	6,5 – 7,0	18
B3403	4,6 – 5,0	20
B3403	5,5 – 6,0	14
B3404	5,9 – 6,3	15
B3404	8,5 – 9,0	13
B3405	6,1 – 6,5	41
B3405	10,0 – 10,5	22
B3406	5,5 – 6,0	16
B3406	4,5 – 5,0	27

5.6.2 SLUGTESTEN

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de resultaten van de slugtests/bailtests, uitgevoerd op peilbuizen binnen de 3M-site, waarmee de gemiddelde doorlatendheidscoëfficiënt is berekend (K). K-waarden zijn geschat met de Bouwer-Rice-methode (zie Bijlage 16). In de 1^{ste} aquifer varieert de K-waarde van $1,02 \cdot 10^{-7}$ tot $2,44 \cdot 10^{-5}$ m/s. In de 2^{de} aquifer varieert de K-waarde van $8,45 \cdot 10^{-7}$ tot $1,48 \cdot 10^{-5}$ m/s.

TABEL 5-4 RESULTATEN SLUGTESTS

Peilbuis	X-coördinaat (m, Lambert 72)	Y-coördinaat (m, Lambert 72)	Top filter (m-mv)	Bodem filter (m bgl)	Aquifer	K (m/s)
K3	147671,49	213639,01	3,6	5,6	1ste (freatisch)	6.59E-07
L14	147302,74	214030,73	1,0	3,0	1ste (freatisch)	1.39E-05
L33	147302,30	213498,88	1,0	3,0	1ste (freatisch)	1.26E-05
P112bis	148088,00	213315,00	5,0	6,0	1ste (freatisch)	2.44E-05

Peilbuis	X-coördinaat (m, Lambert 72)	Y- coördinaat (m, Lambert 72)	Top filter (m-mv)	Bodem filter (m bgl)	Aquifer	K (m/s)
P340	147813,13	213508,19	4,0	6,0	1ste (freatisch)	1.02E-07
P380	147820,29	213253,43	3,5	5,5	1ste (freatisch)	4.87E-06
D11	147772,47	213267,72	14,9	15,9	2de	1.48E-05
D12	147489,50	213281,00	13,0	15,0	2de	5.10E-06
D14	147780,94	213734,36	15,5	16,5	2de	8.45E-07
D15	147302,42	214018,07	Niet gekend	Niet gekend	(2de)	4.23E-06
D18	147568,01	213574,09	13,0	15,0	2de	5.09E-06
P118A	147891,66	213322,35	22,5	23,5	2de	8.30E-06
P119A	147917,10	213473,57	23,5	24,5	2de	6.34E-06
P120	147779,47	213278,48	22,6	23,6	2de	9.59E-06
ERM732D	147655,02	213295,51	21,0	23,0	2de	1.98E-06
ERM732MD	147654,25	213295,98	14,0	15,0	2de	1.98E-06

Deze resultaten geven informatie over de lokale doorlatendheid van beide aquifers. Aansluitend zijn nog boorgat-verdunningstesten in peilbuizen uitgevoerd, zoals beschreven in sectie 5.6.3. Er zijn nog aanvullende onderzoeken, zoals pomptesten (sectie 5.6.9 en 5.6.10) uitgevoerd om gegevens te verzamelen die een meer nauwkeurige en ruimtelijk gemiddelde inschatting geven van de doorlatendheid.

5.6.3 BOORGAT-VERDUNNINGSTESTEN

De boorgat-verdunningstest is een test die bestaat uit het injecteren van een tracer in het grondwater in een peilbuis, het homogeniseren van de waterkolom en het monitoren van de verdunning van de tracer in dezelfde peilbuis. Door de variatie in de tijd van de tracerconcentratie in het grondwater te monitoren, wordt informatie bekomen over de Darcy-snelheid van het grondwater en vervolgens de doorlatendheid.

De resultaten van deze tests zijn samengevat in onderstaande tabel.

TABEL 5-5 BEREKENDE DOORLATENDHEIDSCOËFFICIËNT OP BASIS VAN DE RESULTATEN VAN DE BOORGAT-VERDUNNINGSTESTS

Peilbuis	Aquifer	Tracer	Doorlatendheidscoëfficiënt (m/s)
K1	1ste	Zout (NaCl)	9,6 10 ⁻⁷
K3	1ste	Zout (NaCl)	1,1 10 ⁻⁶
D10	2de	Gedemineraliseerd water	6,1 10 ⁻⁷
D11	2de	Gedemineraliseerd water	1,9 10 ⁻⁶
D14	2de	Gedemineraliseerd water	4,4 10 ⁻⁶
D18	2de	Gedemineraliseerd water	2,3 10 ⁻⁷

Hoewel plausibele resultaten zijn afgeleid voor de 1^{ste} ondiepe aquifer (K1 en K3), die compatibel zijn met de resultaten bekomen in de slugtests in sectie 5.6.2, zijn de waarden

voor de doorlatendheidscoëfficiënt berekend voor de 2^{de} diepere aquifer (D10, D11, D14 en D18) lager dan initieel verwacht; voor deze laatste betreft het alle oude peilbuizen waardoor niet uitgesloten kan worden dat de resultaten beïnvloed zijn door een gedeeltelijke verstopping van de filter van deze peilbuizen.

Het volledige verslag van deze verdunningstests is beschikbaar in Bijlage 16.

5.6.4 HYDRAULISCHE CONNECTIE TEST

Van 11 tot 14 maart 2022 is het P&T-systeem van de lopende grondwatersanering on site tijdelijk uitgeschakeld. De grondwaterstanden zijn gedurende een totale periode van 10 dagen (voor, tijdens en na de uitschakeling) gemonitord met divers (druksensoren) in monitoringspeilbuizen met een filter in de 1^{ste} en 2^{de} aquifer, om de hydraulische verbinding tussen beide watervoerende lagen te beoordelen. De peilbuizen die voor deze test zijn gebruikt, zijn samen met hun doelstelling in onderstaande tabel samengevat.

TABEL 5-6 DOELSTELLING HYDRAULISCHE CONNECTIE TESTS

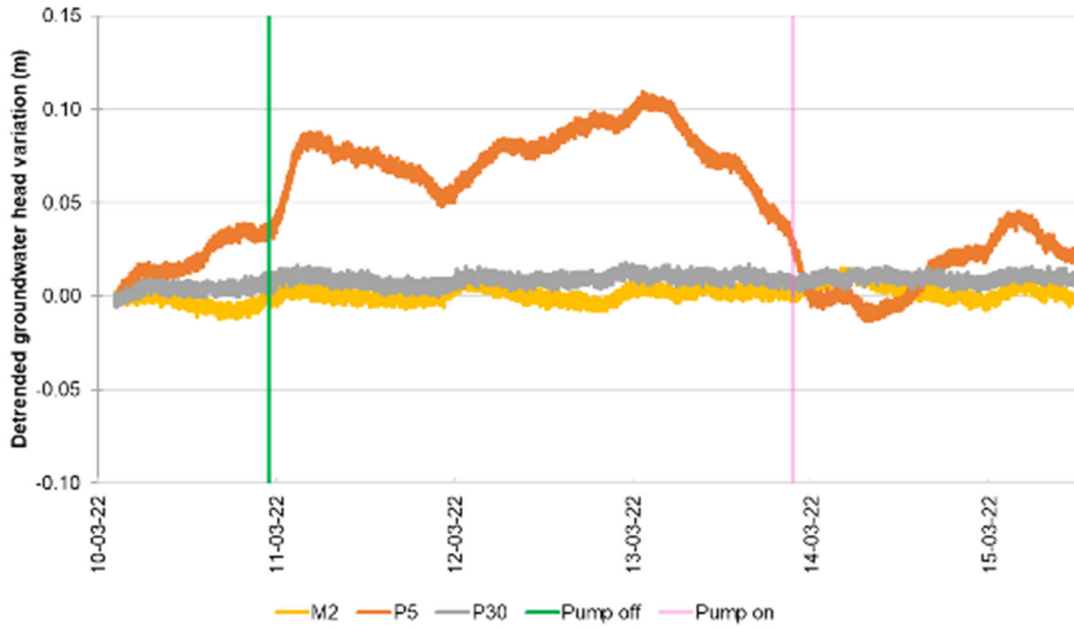
Peilbuis	Aquifer	Doelstelling
L14	1ste	Peilbuis stroomopwaarts, om achtergrondvariaties in grondwaterstanden te monitoren
M2	1ste	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system
P5	1ste	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system
P30	1ste	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system
D9bis	2de	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system
D15	2de	Peilbuis stroomopwaarts, om achtergrondvariaties in grondwaterstanden te monitoren
P120	2de	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system
P321	2de	Monitoring grondwaterstanden als gevolg van het aan-/uitzetten van het P&T system

Op basis van de gemeten achtergrondvariaties in grondwaterstanden ter hoogte van peilbuizen L14 en D15, zijn de data van de 1^{ste} en 2^{de} aquifer genormaliseerd.

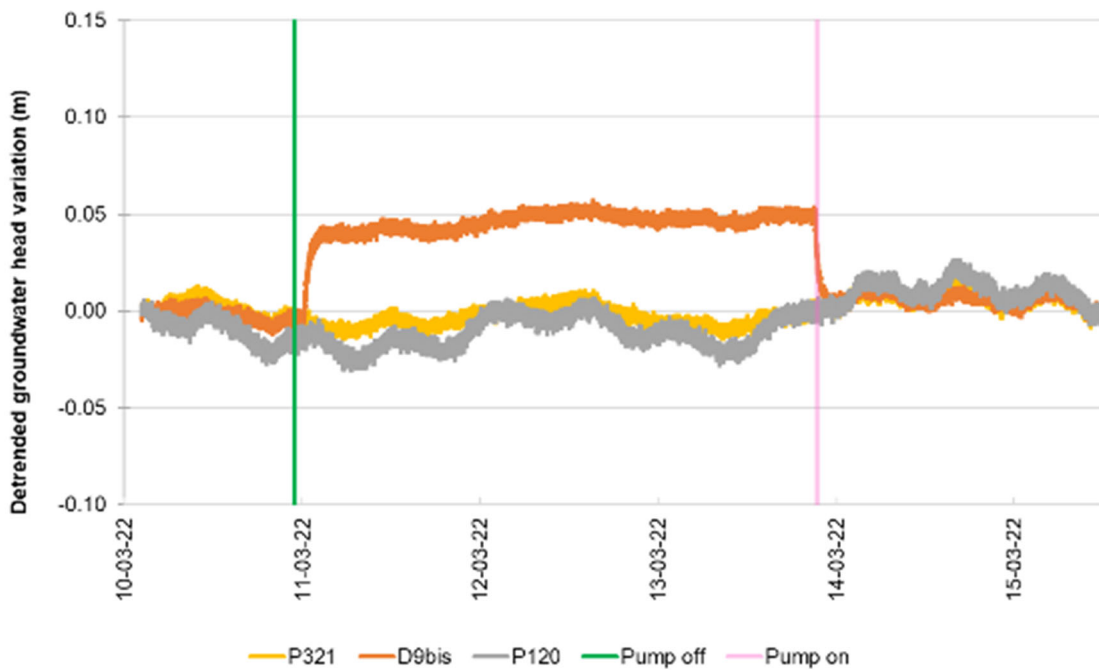
De resultaten van de hydraulische connectietests zijn:

- In de 1ste aquifer (Illustratie 5-3):
 - De gemeten grondwaterstanden in peilbuizen M2 en P30 zijn stabiel tijdens de test;
 - Er is een stijging (systeem uit) en daling (systeem aan) van 5 cm in grondwaterstand gemeten ter hoogte van peilbuis P5.
- In de 2de aquifer (Illustratie 5-4):
 - De gemeten grondwaterstanden in peilbuizen P120 en P321 zijn stabiel tijdens de test; en
 - Er is een stijging (systeem uit) en daling (systeem aan) van 4 cm in grondwaterstand gemeten ter hoogte van peilbuis D9bis.

ILLUSTRATIE 5-3 VARIATIES GRONDWATERSTAND IN DE 1STE AQUIFER TIJDENS DE HYDRAULISCHE CONNECTIE TEST



ILLUSTRATIE 5-4 VARIATIES GRONDWATERSTAND IN DE 2DE AQUIFER TIJDENS DE HYDRAULISCHE CONNECTIE TEST



5.6.5 GROND- EN GRONDWATERSTAALNAME

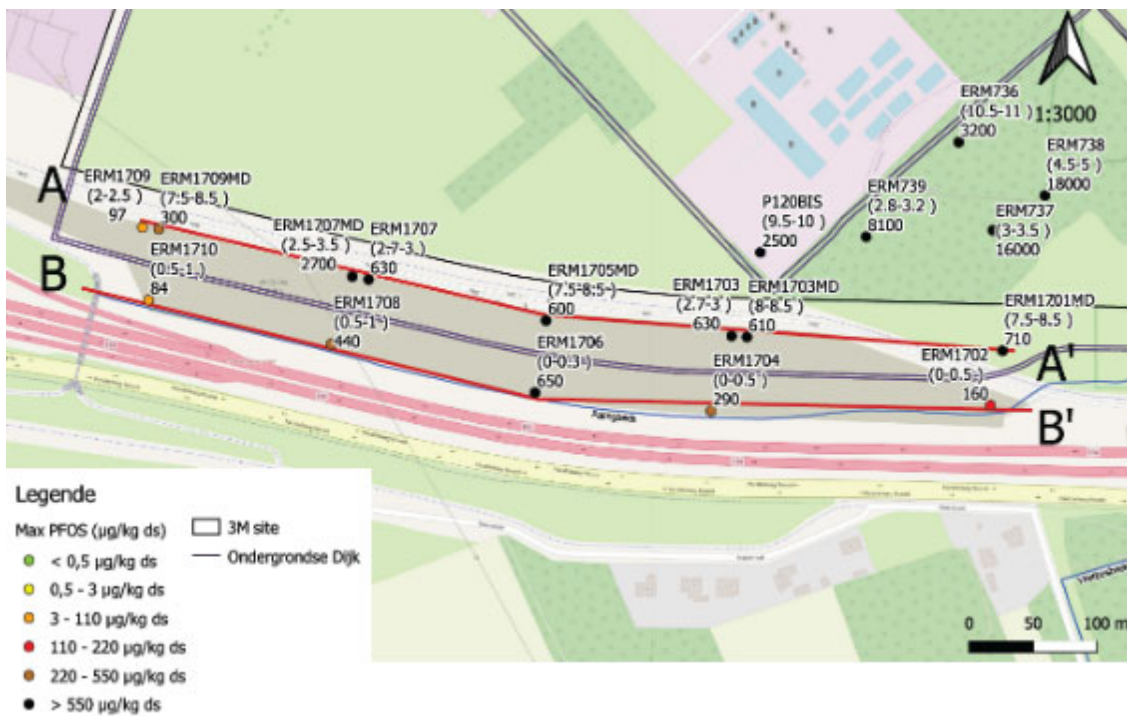
5.6.5.1 RESULTATEN GRONDANALYSES

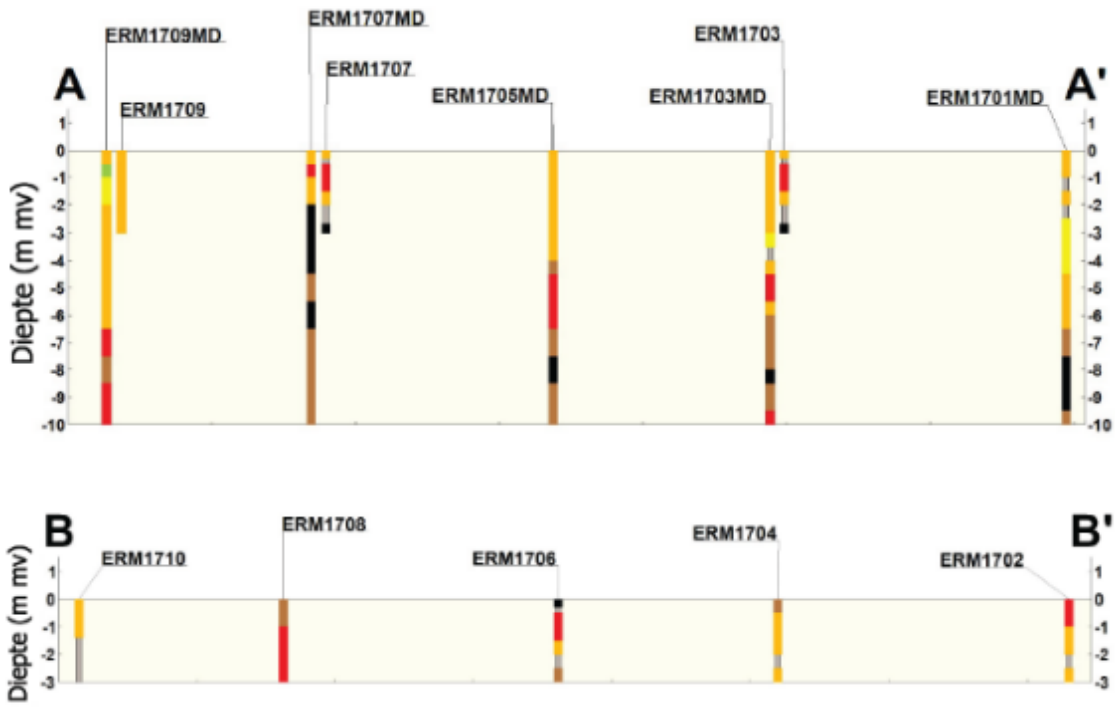
PFOS

In onderstaande illustratie zijn voor de peilbuizen langs de Palingbeek de hoogst gemeten concentraties voor PFOS per locatie weergegeven. Twee doorsneden parallel aan de Palingbeek tonen de verticale concentratie-profielen voor PFOS in grond.

De hoogste PFOS-concentraties zijn voornamelijk gemeten op een diepte van 5-10 m-mv, met uitzondering op locatie ERM1707MD waar de hoogste PFOS-concentratie gemeten is in het diepte-interval 2-7 m-mv. Merk op dat ter hoogte van locatie ERM739 de hoogste PFOS-concentratie gemeten is in een grondstaal genomen ter hoogte van een ondiepe zwarte horizont, mogelijk de buitenste dijk.

ILLUSTRATIE 5-5 PFOS-CONCENTRATIE IN GROND TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS



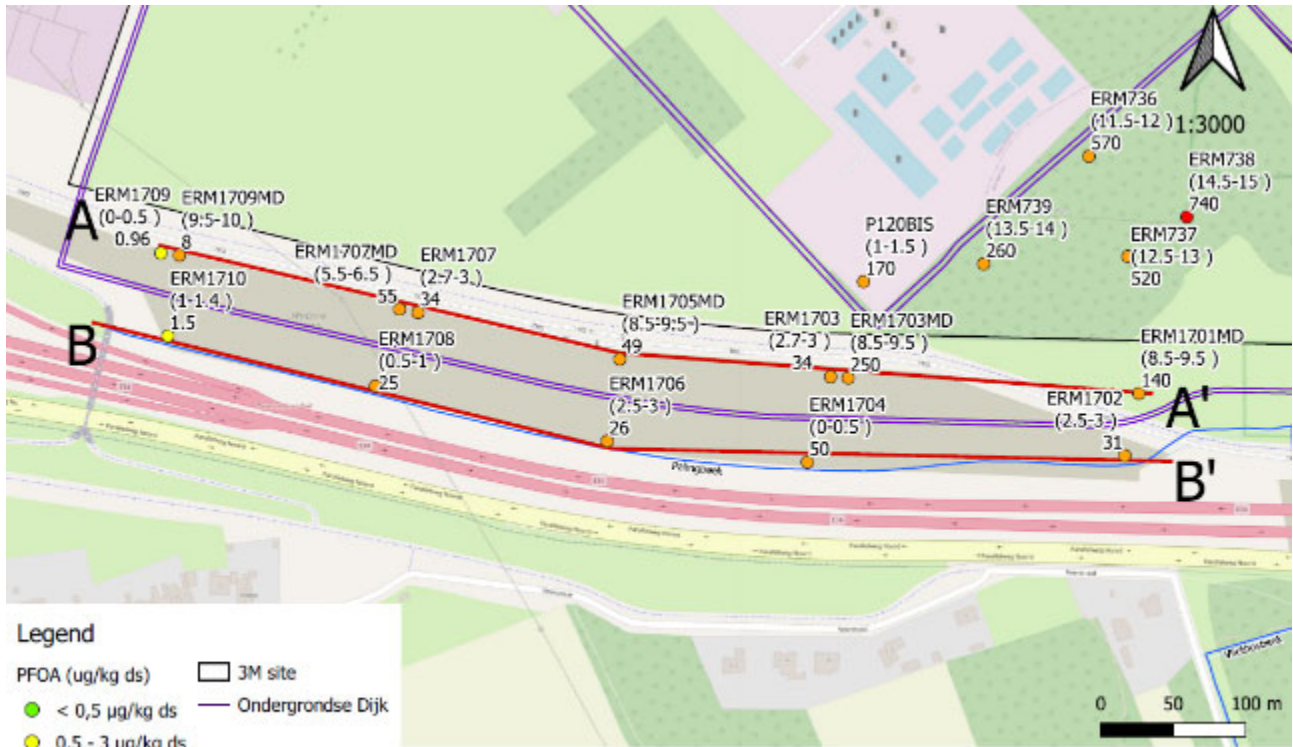


PFOA

In onderstaande illustratie zijn voor de peilbuizen langs de Palingbeek de hoogst gemeten concentraties voor PFOA per locatie weergegeven. Twee doorsneden parallel aan de Palingbeek tonen de verticale concentratie-profielen voor PFOA in grond.

De hoogste PFOA-concentraties zijn voornamelijk gemeten op een diepte van 6-10 m-mv.

ILLUSTRATIE 5-6 PFOA-CONCENTRATIE IN GROND TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS



5.6.5.2 RESULTATEN GRONDWATERANALYSES

PFOS

In onderstaande figuren is de PFOS-concentratie in grondwater ter hoogte van de peilbuizen langsheen de Palingbeek weergegeven voor juli 2022. Twee doorsneden parallel aan de Palingbeek tonen de verticale concentratieprofielen voor PFOS in grondwater.

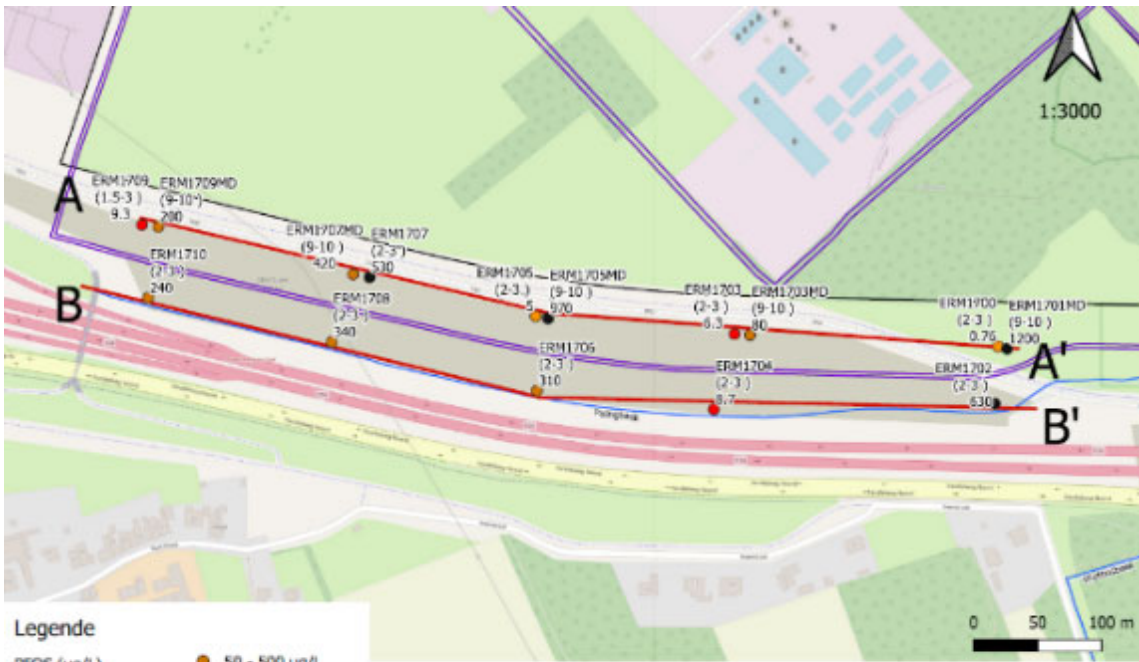
In het algemeen zijn in de 2^{de} aquifer hogere PFOS-concentraties gemeten dan in de 1ste aquifer, met de hoogst gemeten concentratie in het grondwater ter hoogte van peilbuis ERM1701MD. De concentraties gemeten tijdens de staalname in juli en september 2022 liggen over het algemeen in dezelfde grootte-orde.

De peilbuizen ERM736 tot ERM740 in het populierenbos op het zuidwestelijke terreingedeelte van 3M zijn geïnstalleerd in de middeldiepe laag van de 2de aquifer om de verhoogde PFAS-concentraties in peilbuis P118B verder te onderzoeken. De locatie van P118B valt ongeveer samen met de bedding van de vroegere Palingbeek (voordat die verder naar het zuiden verlegd werd naar de huidige locatie), wat een preferentiële grondwaterstroming zou kunnen veroorzaken met bijhorende verspreiding van de verontreiniging met PFAS in grondwater.

In de peilbuizen ERM736 tot ERM740 zijn in april 2022 PFOS-concentraties van 1.500 tot 4.800 µg/l gemeten, wat toont dat de verhoogde concentraties in P118B deel uitmaken van een grotere pluim.

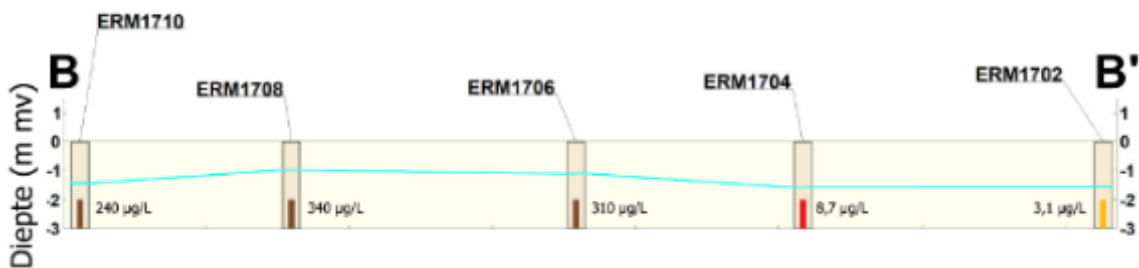
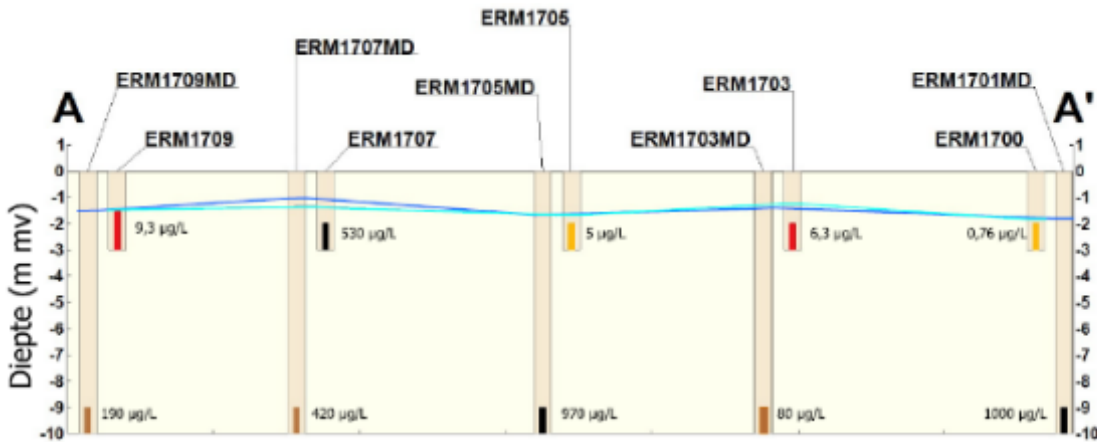
Op basis van deze vaststelling kan men ook concluderen dat de hoge PFOS-concentratie in het vaste deel zoals eerder besproken op deze locatie het gevolg zijn van de grondwaterverontreiniging.

ILLUSTRATIE 5-7 PFOS-CONCENTRATIE IN GRONDWATER TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS (JULI - OKTOBER 2022)



Legende

- PFOS (µg/L)
 - < 0,0005
 - 0,0005 - 0,5 µg/L
 - 0,5 - 5 µg/L
 - 5 - 50 µg/L
 - 50 - 500 µg/L
 - > 500 µg/L
- 3M site
- Grondwaterniveau (m mv)
- Ondergrondse Dijk

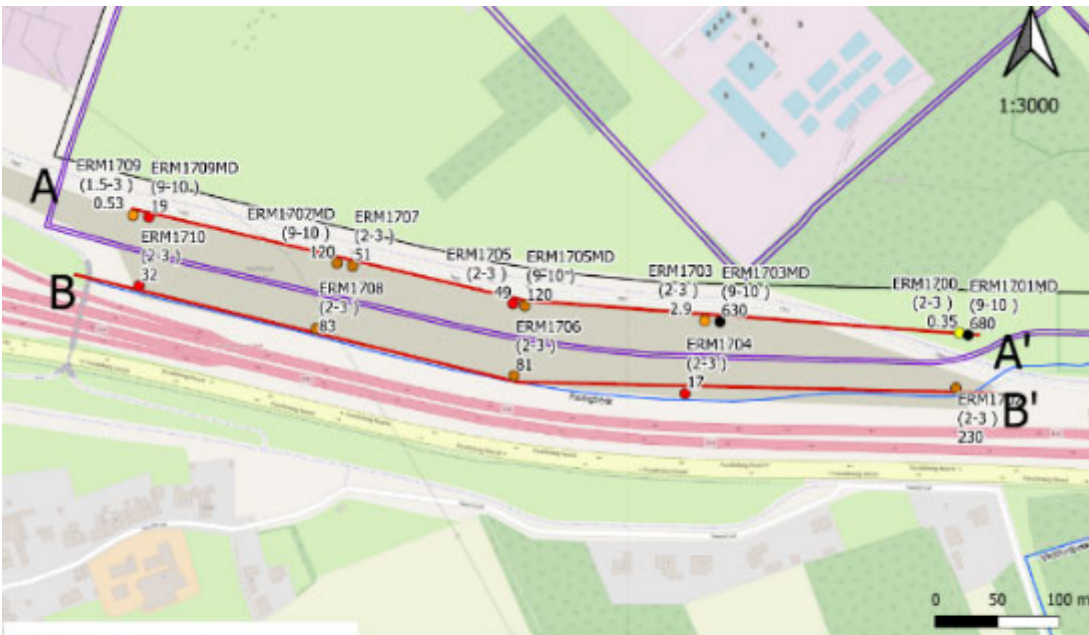


PFOA

In onderstaande illustratie is de PFOA-concentratie in grondwater ter hoogte van de monitoringspeilbuizen langsheen de Palingbeek weergegeven. Twee doorsneden parallel aan de Palingbeek tonen de verticale concentratiegradiënt voor PFOS in grondwater.

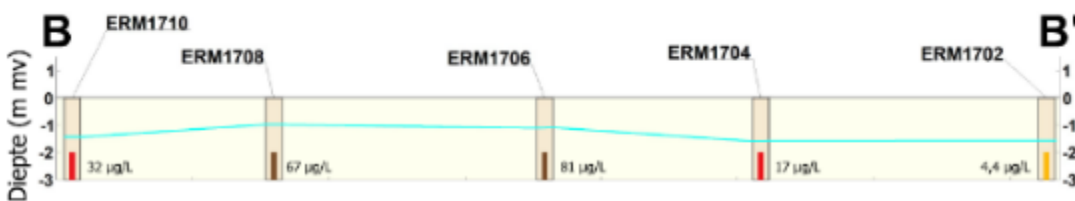
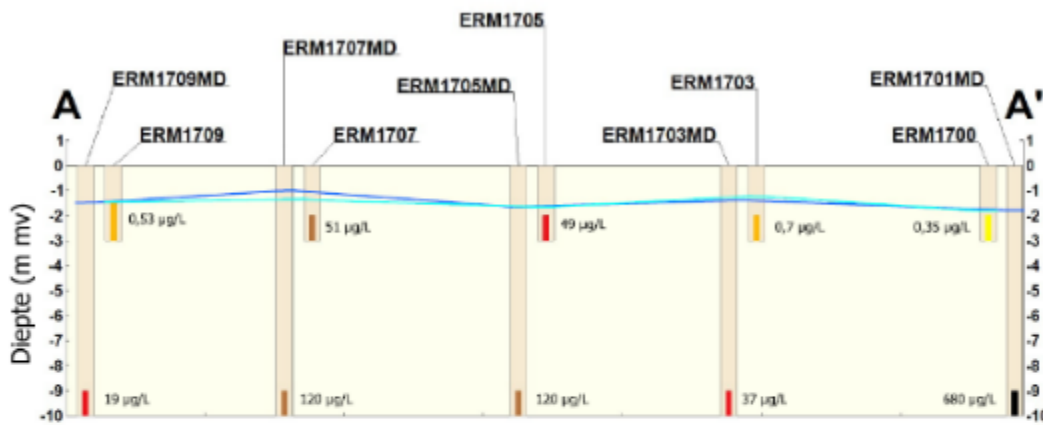
Net zoals voor PFOS, zijn ook voor PFOA de hoogste concentraties voornamelijk in de 2^{de} watervoerende laag gemeten, met de hoogst gemeten concentratie in het grondwater ter hoogte van peilbuis ERM1701MD. De concentraties gemeten tijdens de staalname in juli en september 2022 liggen over het algemeen in dezelfde grootte-orde.

ILLUSTRATIE 5-8 PFOA-CONCENTRATIE IN GRONDWATER TUSSEN DE PALINGBEEK EN DE 3M-PERCEELSGRENS (JULI - OKTOBER 2022)



Legende

- 3M site
- 5 - 50 µg/L
- 50 - 500 µg/L
- > 500 µg/L
- < 0,0005 µg/L
- 0,0005 - 0,5 µg/L
- 0,5 - 5 µg/L
- Grondwaterniveau (m mv)
- Ondergrondse Dijk



5.6.6 GRONDWATERFLUX METINGEN

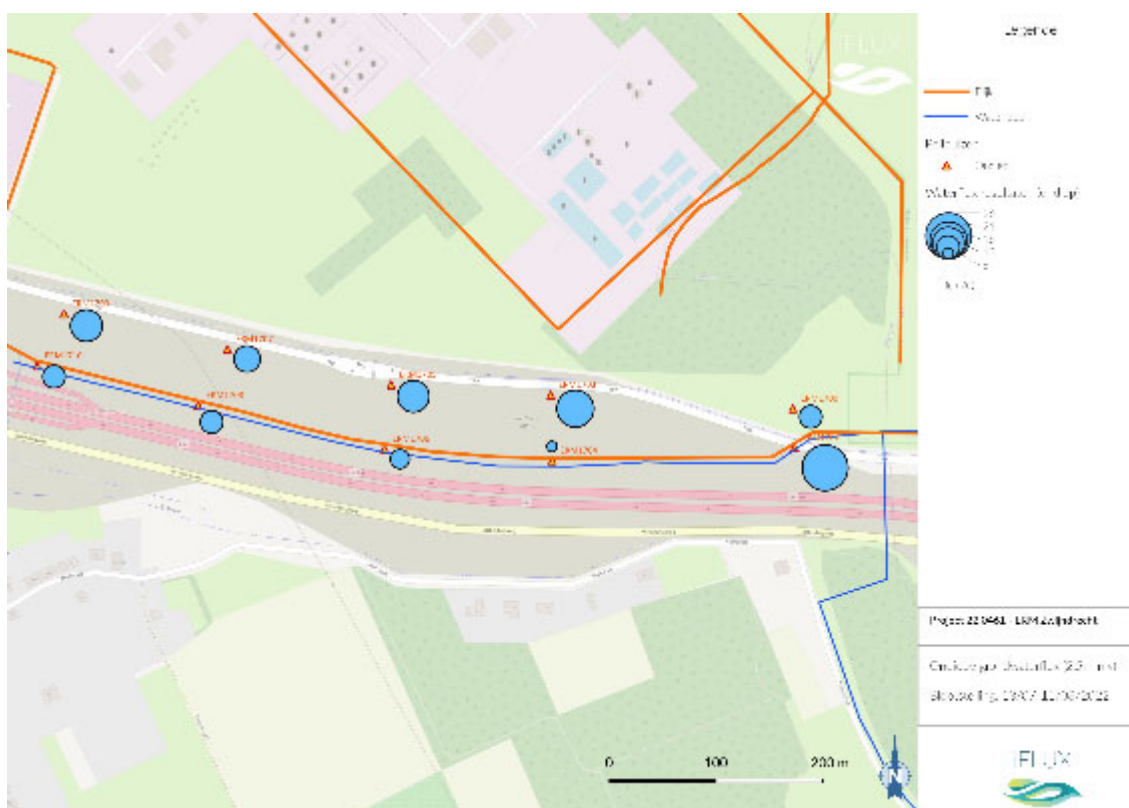
Het volledige rapport van de grondwater- en massaflux metingen, opgesteld door iFlux, is opgenomen in Bijlage 17. In onderstaande secties is een kort overzicht weergegeven van de resultaten.

5.6.6.1 1STE AQUIFER

Voor de 1^{ste} aquifer zijn volgende bevindingen genoteerd (zie Illustratie 5-9):

- Er zijn significante variaties in grondwaterflux gemeten;
- De hoogste grondwaterflux is gemeten in ERM1702;
- De laagste grondwaterflux is gemeten in ERM1704; en
- Stroomopwaarts van de buitenste ondergrondse dijk is een hogere grondwaterflux gemeten dan stroomafwaarts van de dijk.

ILLUSTRATIE 5-9 GEMETEN GRONDWATERFLUX IN 1STE AQUIFER



Door de gemeten fluxwaarden over de verzadigde zone van de 1^{ste} aquifer en de volledige lengte van de doorsnede in beschouwing te nemen, is een grondwaterdebiet berekend van:

- 427 m³/dag, stroomopwaarts van de buitenste ondergrondse dijk; en
- 382 m³/dag, stroomafwaarts van de buitenste ondergrondse dijk.

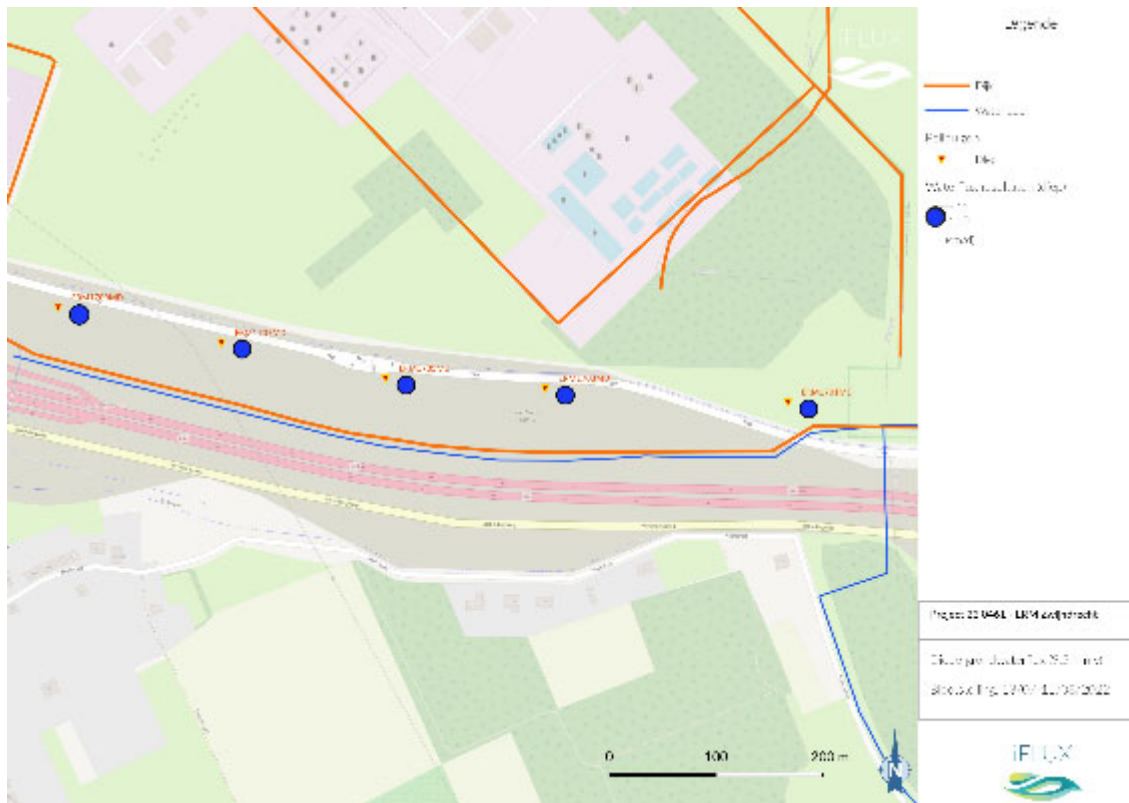
5.6.6.2 2DE AQUIFER

Voor de 2^{de} aquifer zijn de volgende bevindingen genoteerd (zie Illustratie 5-10):

- Er zijn relatief homogene grondwaterfluxen gemeten; en

- De grondwaterflux gemeten in de 2^{de} aquifer is tweemaal lager in vergelijking met de 1^{ste} aquifer.

ILLUSTRATIE 5-10 GEMETEN GRONDWATERFLUX IN DE 2DE AQUIFER



Door de gemeten fluxwaarden over de volledige waterkolom van de 2^{de} aquifer (verondersteld homogeen tot aan de top van de Boomse Klei op 22 m-mv) en de volledige lengte van de doorsnede in beschouwing te nemen, is een grondwaterdebiet van 1.633 m³/dag in de 2^{de} aquifer berekend. In de 2^{de} aquifer werden hogere grondwaterfluxwaarden verwacht dan in de 1^{ste} aquifer, in tegenstelling tot wat is gemeten. Terwijl de grondwaterfluxwaarden hoger zijn in de 1^{ste} aquifer, is het totale grondwaterdebiet toch hoger in de 2^{de} aquifer, wat consistent is met het conceptueel sitemodel.

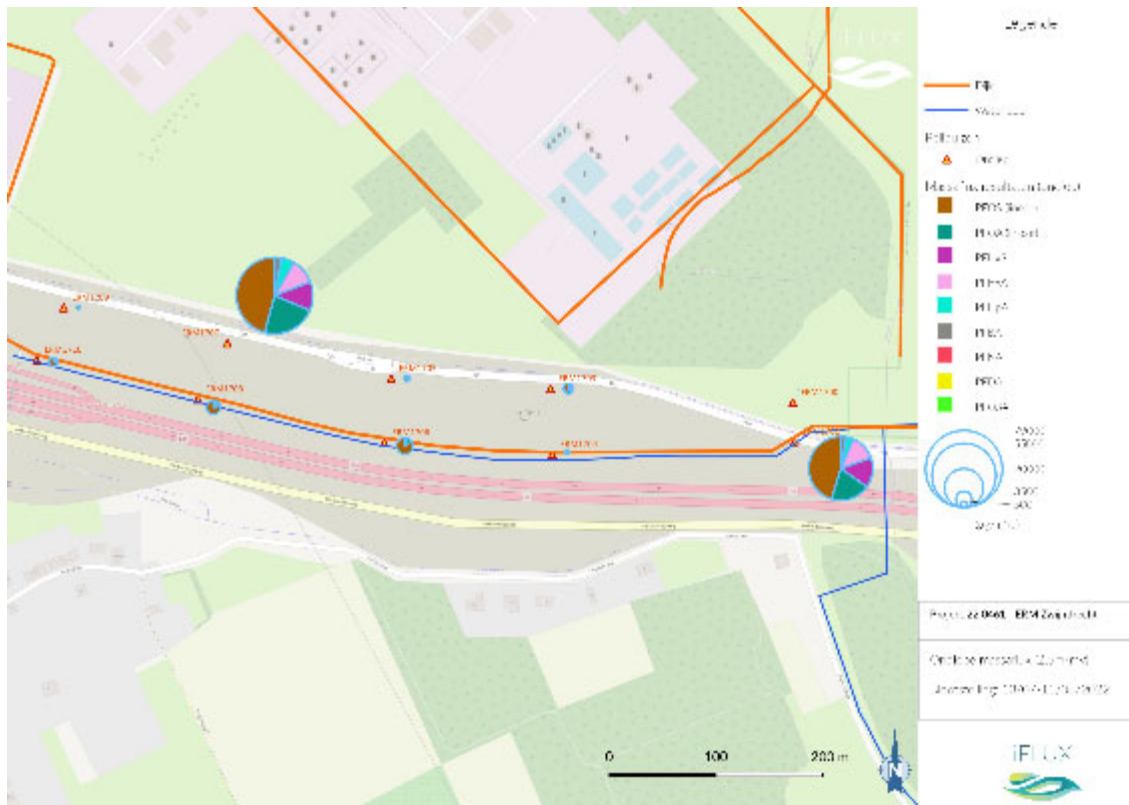
5.6.7 MASSAFLUX METINGEN

5.6.7.1 1STE AQUIFER

Volgende bevindingen zijn genoteerd voor de 1^{ste} aquifer (Illustratie 5-11):

- Er zijn significante variaties in PFAS-massaflux gemeten;
- De hoogste PFAS-massaflux is gemeten in ERM1702 en ERM1707;
- ERM1702 en ERM1707 vertonen een gelijkaardige PFAS-samenstelling, namelijk 45% PFOS, 20% PFOA, 15% PFHxS, 13% PFHxA, 7% PFHpA, naast nog andere PFAS-verbindingen.

ILLUSTRATIE 5-11 GEMETEN MASSAFLUX IN 1STE AQUIFER



Aangezien er een ondergrondse dijk aanwezig is tussen beide rijen monitoringspeilbuizen, maar de locatie van deze dijk niet precies bekend is, is de volgende hypothese mogelijk:

- De belangrijkste massaflux in de 1^{ste} aquifer lijkt van de locatie stroomopwaarts van ERM1707 te komen en migreert richting Palingbeek;
- De belangrijkste massaflux die het gebied verlaat, wordt afgevoerd door de Palingbeek in de buurt van locatie ERM1702; en
- Tussen deze ERM1707 en ERM1702 migreert de massaflux mogelijk van ERM1707 naar de buitenste ondergrondse dijk en migreert vervolgens langsheen deze dijk naar het oosten tot aan ERM1702.

Door de gemeten fluxwaarden over de verzadigde zone van de 1^{ste} aquifer en de volledige lengte van de doorsnede in beschouwing te nemen, is de totale massaflux berekend, zoals samengevat in onderstaande tabel.

TABEL 5-7 MASSAFLUX 1^{STE} AQUIFER

1ste aquifer	PFOS flux (g/d)	PFOA flux (g/d)
Stroomopwaartse rij van peilbuizen	17,86 (waarvan 17,28 in ERM1707)	8,81 (waarvan 8,64 in ERM1707)
Stroomafwaartse rij van peilbuizen	18,81 (waarvan 15,75 in ERM1702)	7,35 (waarvan 6,93 in ERM1702)

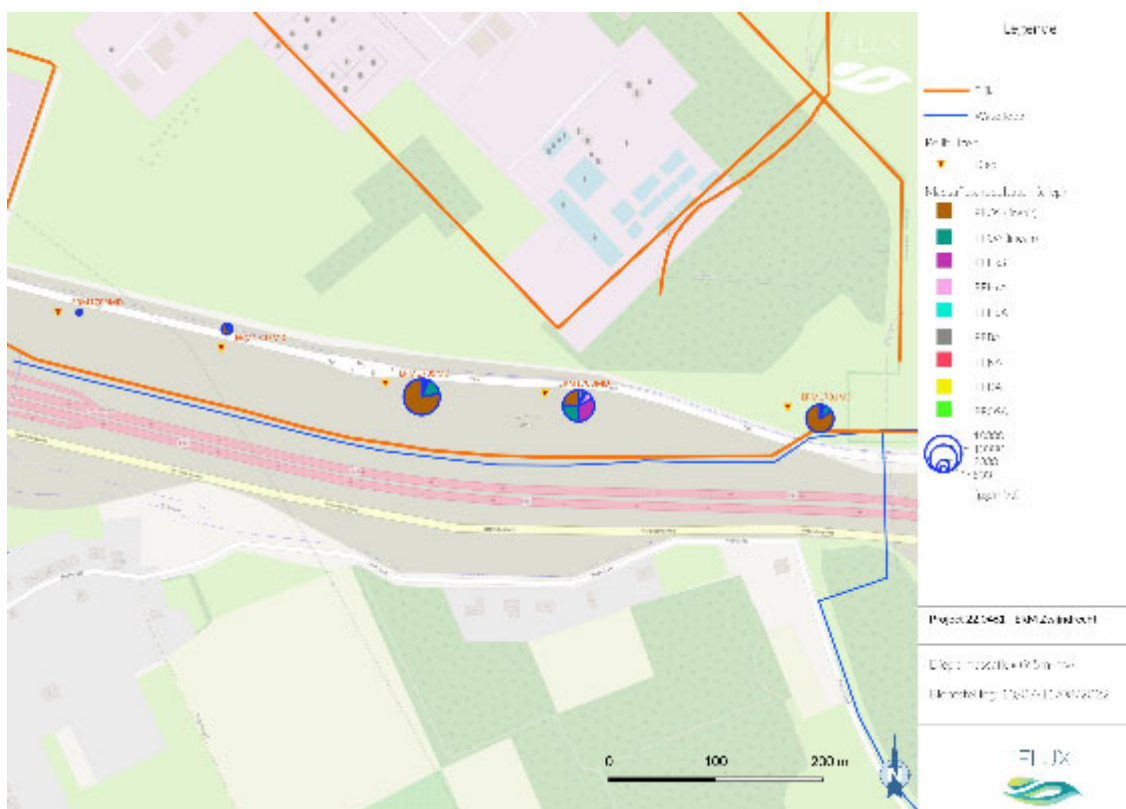
De massaflux lijkt heterogeen te zijn en het is ook te verwachten dat deze varieert doorheen de tijd, afhankelijk van de seizoensgebonden variaties in grondwateraanvulling. De berekende waarden zijn daarom als benaderend beschouwd en kunnen in dit geval een over- of onderschatting geven.

5.6.7.2 2DE AQUIFER

Volgende bevindingen zijn genoteerd voor de 2^{de} aquifer (Illustratie 5-12):

- Er zijn significante variaties in massaflux gemeten;
- Er is een duidelijke variatie in PFAS-samenstelling aangetoond tijdens deze metingen;
- De hoogste massaflux is gemeten in ERM1705MD; en
- De massaflux gemeten in ERM1707MD is significant lager dan deze gemeten in de ondiepe peilbuis op de dezelfde locatie, ERM1707 met filter in de 1^{ste} aquifer.

ILLUSTRATIE 5-12 GEMETEN MASSAFLUX IN 2DE AQUIFER



Door de gemeten fluxwaarden over de volledige waterkolom van de 2^{de} aquifer (verondersteld homogeen tot aan de top van de Boomse Klei op 22 m-mv) en de volledige lengte van de doorsnede in beschouwing te nemen, is een berekening van de totale massaflux gekomen, zoals samengevat in onderstaande tabel.

TABEL 5-8 MASSAFLUX 2DE AQUIFER

Aquifer	PFOS flux (g/d)	PFOA flux (g/d)
2de	91,06 (waarvan 42,56 in ERM1705MD)	25,66 (waarvan 11,64 in ERM1703MD)

Naar analogie met de 1^{ste} aquifer, lijkt de massaflux heterogeen te zijn en het is ook te verwachten dat deze varieert doorheen de tijd, afhankelijk van de seizoensgebonden variaties in grondwataeraanvulling. De berekende waarden moeten daarom als benaderend beschouwd worden en kunnen in dit geval een over- of onderschatting geven.

5.6.8 DEBIETEN EN CONCENTRATIE OPPERVLAKTEWATER

5.6.8.1 DEBIETEN OPPERVLAKTEWATERS

De uitstroomconstructie tussen de Palingbeek en de Schelde bestaat uit 5 terugslagkleppen. Deze kleppen zijn meestal gesloten; bij laagtij en enkel als het water in de Schelde lager staat dan 1,40 m TAW staan de kleppen open.

De uitstroom van de Palingbeek naar de Schelde gebeurt gravitair, als de kleppen open staan. Dit is gedurende 2 uren bij laagtij, in totaal ongeveer 7 tot 8 uren per dag.

Op het moment dat dit veldwerk in oktober 2022 is uitgevoerd, stonden 2 van de 5 kleppen open.

Debeten zijn berekend door integratie van stroomsnelheden over de dwarsdoorsnede van de grachten, op locaties F01-F07. Deze methode is beperkt door de onderste detectielimiet van 0,1 m/s van de gebruikte stroomsnelheidsmeter, wat leidde tot debieten die voor de meeste punten op de Palingbeek kleiner waren dan de detectielimiet van de methode.

Voor elke locatie zijn twee metingen gedaan, namelijk wanneer de kleppen open en dicht stonden. De overeenkomstige debietwaarden zijn samengevat in onderstaande tabel.

TABEL 5-9 DEBIETEN OPPERVLAKTEWATERS

Locatie	Locatie	Debiet (m ³ /s)	
		Kleppen open	Kleppen dicht
F01	Palingbeek stroomopwaarts	<0,27	<0,27
F02	Palingbeek, voor instroom Vlietbosbeek	<0,22	<0,22
F03	Palingbeek, na instroom Vlietbosbeek	<0,35	<0,35
F04	Vlietbosbeek, net voor instroom in Palingbeek	<0,006	<0,006
F05	Palingbeek stroomafwaarts	<0,37	<0,37
F06	Middenvijver outlet	<0,04	<0,04
F07	Palingbeek uitstroom naar Schelde	0,14	0,00

Op basis van de beschikbare historische data van waterstanden opgenomen in het waterpeilmeetstation Antwerpen tij/Zeeschelde (zes21a-1066⁴⁸), is de tijdspanne dat de kleppen per dag open staan ingeschat. Van zodra de waterstand in de Schelde lager is dan 1,40 mTAW is verondersteld dat de kleppen open staan.

Het debiet is vervolgens berekend op basis van het debiet van 0,14 m³/s bepaald op locatie F07, over de tijdspanne dat de kleppen per dag open staan. De berekende debieten van de Palingbeek naar de Schelde die hieruit volgen, zijn in onderstaande tabel weergegeven.

⁴⁸ See www.waterinfo.be

Tabel 5-10 BEREKENING DEBIET VAN PALINGBEEK NAAR SCHELDE

Maand	Tijdspanne per dag dat kleppen open staan	Tijd dat kleppen open staan per maand (%)	Berekende debiet naar Schelde (m ³ /d)
Nov. 2021	6h36	28%	3333
Dec. 2021	7h12	30%	3636
Jan. 2022	6h50	29%	3449
Feb. 2022	6h35	27%	3320
Mar. 2022	8h18	35%	4187
Apr. 2022	7h33	32%	3812
May 2022	7h34	32%	3816
Jun. 2022	7h24	31%	37230
Jul. 2022	7h27	31%	3760
Aug. 2022	7h24	31%	3735
Sep. 2022	6h50	28%	3445
Oct. 2022	7h03	29%	3560

Het gemiddelde uitstroomdebiet van de Palingbeek naar de Schelde berekend tijdens de periode november 2021 - Oktober 2022 is 3.649 m³/d.

5.6.8.2 RESULTATEN OPPERVLAKTEWATER

In verschillende beken zijn in het kader van de opmaak van het grondwatermodel oppervlaktewaterstalen genomen ter hoogte van de locaties van de meetstations. De concentraties voor PFOS en PFOA zijn in onderstaande tabel samengevat.

De resultaten van andere oppervlaktewaterstalen genomen in het kader van onderhavig BBO zijn besproken in sectie 5.10.

TABEL 5-11 PFOS- EN PFOA-CONCENTRATIES IN OPPERVLAKTEWATER

Meetpunt	Locatie	PFOS (µg/l)	PFOA (µg/l)
F01	Palingbeek stroomopwaarts	170	43
F02	Palingbeek, voor instroom Vlietbosbeek	91	72
F03	Palingbeek, na instroom Vlietbosbeek	130	95
F04	Vlietbosbeek, net voor instroom in Palingbeek	0,027	0,05
F05	Palingbeek stroomafwaarts	61	56
F06	Middenvijver uitstroom	0,06	0,043
F07	Palingbeek uitstroom naar Schelde	19,2	15,7

De dagelijkse massaflux berekend op basis van de beschikbare data voor PFOS en PFOA van de Palingbeek naar de Schelde is 70,23 g/d PFOS en 57,46 g/d PFOA (zie tabel hieronder).

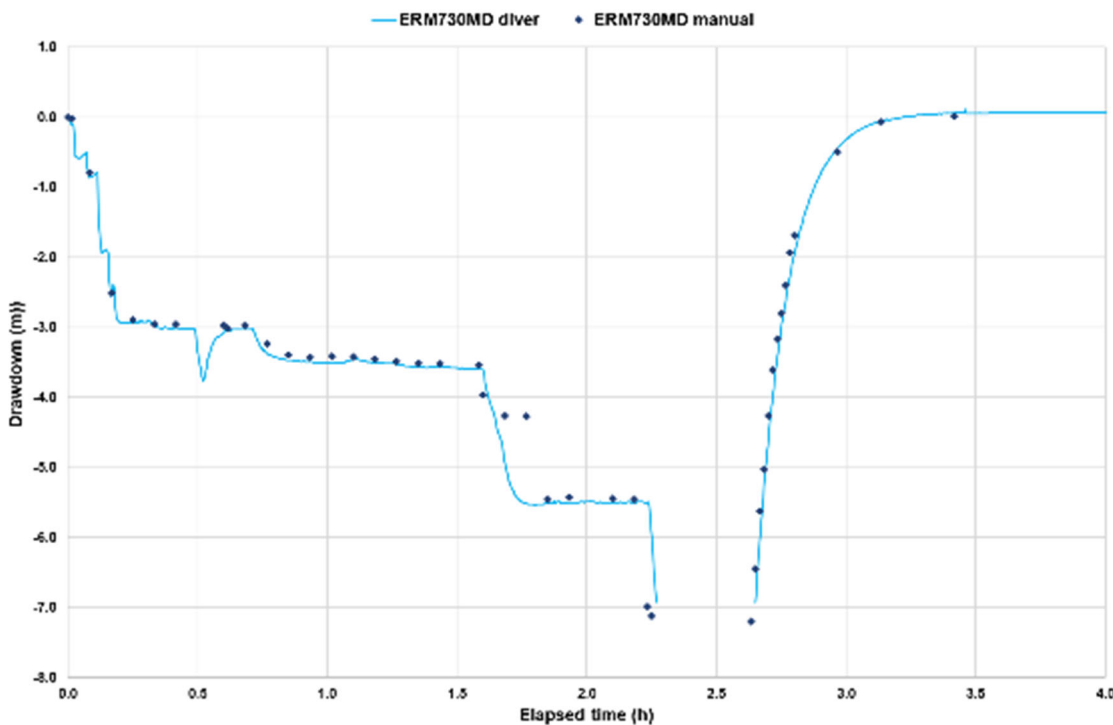
TABEL 5-12 BEREKENDE DAGELIJKSE MASSAFLUX VAN PALINGBEEK NAAR SCHELDE

Data thv locatie FO7	PFOS	PFOA
Concentratie (µg/l)	19,25	15,75
Concentratie (g/m ³)	0,01925	0,01575
Debiet (m ³ /d)	3648,50	3648,50
Massaflux (g/d)	70,23	57,46

5.6.9 STAPSGEWIJZE POMPPROEF

De grondwaterverlaging teweeggebracht tijdens de stapsgewijze pompproef, is met divers en regelmatige manuele metingen opgevolgd. Het verloop van de grondwaterstand staat weergegeven op Illustratie 5-13.

ILLUSTRATIE 5-13 VERLOOP GRONDWATERSTAND TIJDENS STAPSGEWIJZE POMPPROEF



Het effect van de proef op de waterstanden zoals geplot op bovenstaande illustratie is met de Eden & Hazel methode geïnterpreteerd, met een transmissiviteit van 3,2 m²/dag in de 2^{de} aquifer ter hoogte van peilbuis ERM730MD (zie Bijlage 16). Gezien deze peilbuis een filterlengte van 2m heeft, is de berekende doorlatendheidscoëfficiënt 1,85 10⁻⁵ m/s.

De pomp die voor deze proef is gebruikt (Grundfos MP1) bleek te krachtig te zijn. De omringende watervoerende laag had een doorlatendheid die lager was dan verwacht, waardoor lagere pompsnelheden dan voorzien gebruikt moesten worden. Deze pompsnelheden waren de laagst mogelijke voor dit type pomp en waren moeilijk stabiel te houden. Met een minder krachtige pomp hadden de eerste stappen beter uitgevoerd kunnen worden. De doorlatendheid is bijgevolg mogelijk onderschat.

Stap 3 leek voldoende stabiel om een pomptest met constant debiet uit te voeren. Voor de pompproef met constant debiet is vervolgens gewerkt met een debiet van 0,2 m³/h, wat in volgende paragraaf is toegelicht.

5.6.10 POMPPROEF MET CONSTANT DEBIET

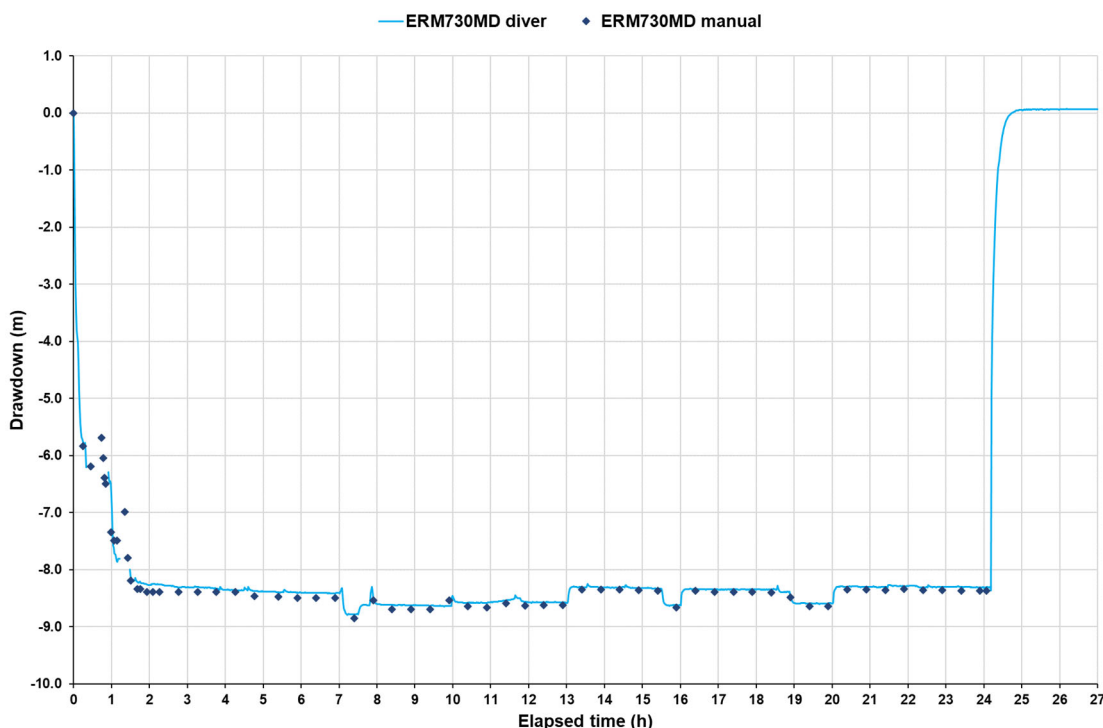
De pompproef met constant debiet van 0,2 m³/h gedurende 24u is ook in peilbuis ERM730MD, met filter in 2^{de} aquifer, uitgevoerd. Tijdens de proef is de grondwaterstand met divers ter hoogte van verschillende peilbuizen opgevolgd. Een overzicht van deze peilbuizen is opgenomen in onderstaande tabel.

TABEL 5-13 SELECTIE PEILBUIZEN POMPPROEF

Peilbuis	Aquifer	Afstand tot ERM730MD (m)	Monitoring motief
P29	1ste	16	Controle hydraulische connectie tussen 1ste en 2de watervoerende laag
P375	1ste	12	Controle hydraulische connectie tussen 1ste en 2de watervoerende laag
D11	2de	11	Monitoring grondwaterstanden voor interpretatie pompproef
ERM732MD	2de	132	Stroomopwaartse referentiepeilbuis
P120bis	2de	16	Monitoring grondwaterstanden voor interpretatie pompproef

Onderstaande illustratie geeft de grondwaterstanden in peilbuis ERM730MD weer, die met divers en manueel tijdens de pompproef zijn opgevolgd.

ILLUSTRATIE 5-14 VERLOOP GRONDWATERSTAND TIJDENS POMPPROEF MET CONSTANT DEBIET



Hieronder kan men de vaststellingen van deze proef terugvinden voor zowel de filter waarop gepompt is, als voor de peilbuizen in de 1^{ste} en 2^{de} aquifer die gebruikt zijn om de verlaging op te volgen.

In de centrale peilbuis waar gepompt is, kan men het volgende vaststellen:

- De gemiddelde grondwaterverlaging door pompen is ongeveer -8.4 m;
- De grondwaterstand is stabiel in minder dan 2u, ermee rekening houdend dat het pompen tijdens de eerste twee uur tweemaal onderbroken is geweest om technische redenen. Zonder deze technische onderbrekingen zou er mogelijk eerder een stabiele toestand kunnen bereikt zijn; en
- Na het afzetten van de pomp na 24u, duurde het 35 minuten totdat de grondwaterstand terug tot de initiële hoogte gestegen was.

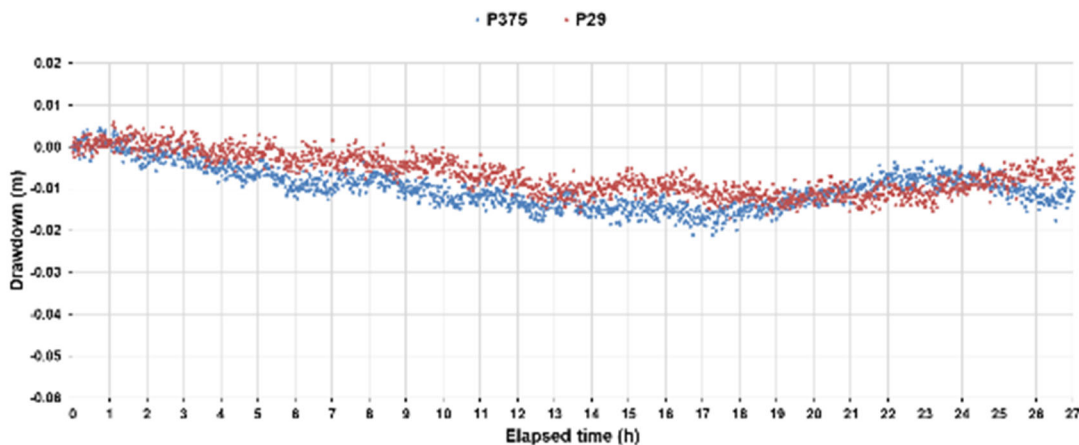
In de monitoringpeilbuizen met filter in de 1ste aquifer (P29 en P375) is het volgende waargenomen:

- Er is geen invloed van de pompproef op de grondwaterstand aangetoond, wat weergegeven is in Illustratie 5-15. De scheidende eigenschap van de Polderklei tussen beide watervoerende lagen is op deze locatie bijgevolg bevestigd; en
- Er variatie in grondwaterstand afgebeeld op Illustratie 5-15 is het gevolg van de natuurlijke achtergrondvariaties.

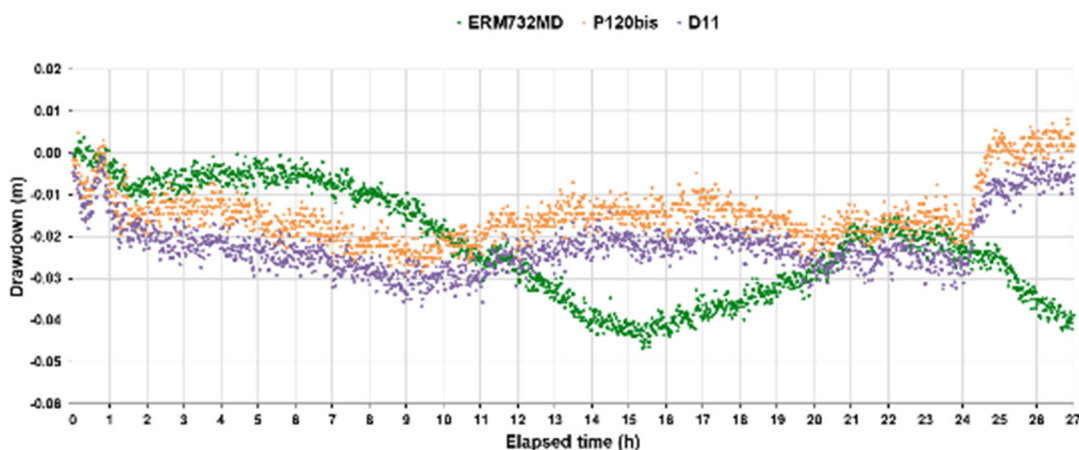
In de monitoringspeilbuizen met filter in de 2^{de} aquifer (D11, ERM732MD en P120bis) is het volgende waargenomen:

- Ter hoogte van D11 en P120bis is een grondwaterverlaging van 0,02 tot 0,03 m gemeten zoals zichtbaar is op Illustratie 5-16; en
- Er is geen invloed vastgesteld van de pompproef op de grondwaterstand in peilbuis ERM732MD, de stroomopwaartse referentiepeilbuis. In deze peilbuis zijn echter wel natuurlijke achtergrondvariaties in grondwaterstand aangetoond, waarschijnlijk gerelateerd aan de getijdewerking van de Schelde. Deze variatie in grondwaterstand is groter dan deze als gevolg van de pompproef in peilbuizen D11 en P120bis. Een invloed van de getijdenwerking is eveneens aangetoond in peilbuizen D11 en P120bis, maar met een lagere intensiteit en een tijdsregime vergelijkbaar met ERM732MD.

ILLUSTRATIE 5-15 VERLOOP GRONDWATERSTAND IN 1STE AQUIFER TIJDENS DE POMPPROEF MET CONSTATE SNELHEID



ILLUSTRATIE 5-16 VERLOOP GRONDWATERSTAND IN 2DE AQUIFER TIJDENS DE POMPPROEF MET CONSTATE SNELHEID



De verdere interpretatie is met de Theis methode uitgevoerd, op basis van de data verzameld voor peilbuizen D11 en P120bis (zie Bijlage 16). Met deze methode is de transmissiviteit en bergingscoëfficiënt van de 2^{de} watervoerende laag bepaald; de doorlatendheidscoëfficiënt is vervolgens berekend door de transmissiviteit te delen door de filterlengte van de peilbuis (2 m). De resulterende doorlatendheidscoëfficiënt is hoger dan de resultaten die zijn bekomen met de slugtesten (sectie 5.6.2) en boorgat-verdunningstesten (sectie 5.6.3). De resultaten van de pompproeven worden als meer betrouwbaar aanzien, aangezien ze representatief zijn voor een groter volume van de aquifer. In onderstaande Tabel 5-14 is de doorlatendheidscoëfficiënt voor de verschillende geteste peilbuizen weergegeven.

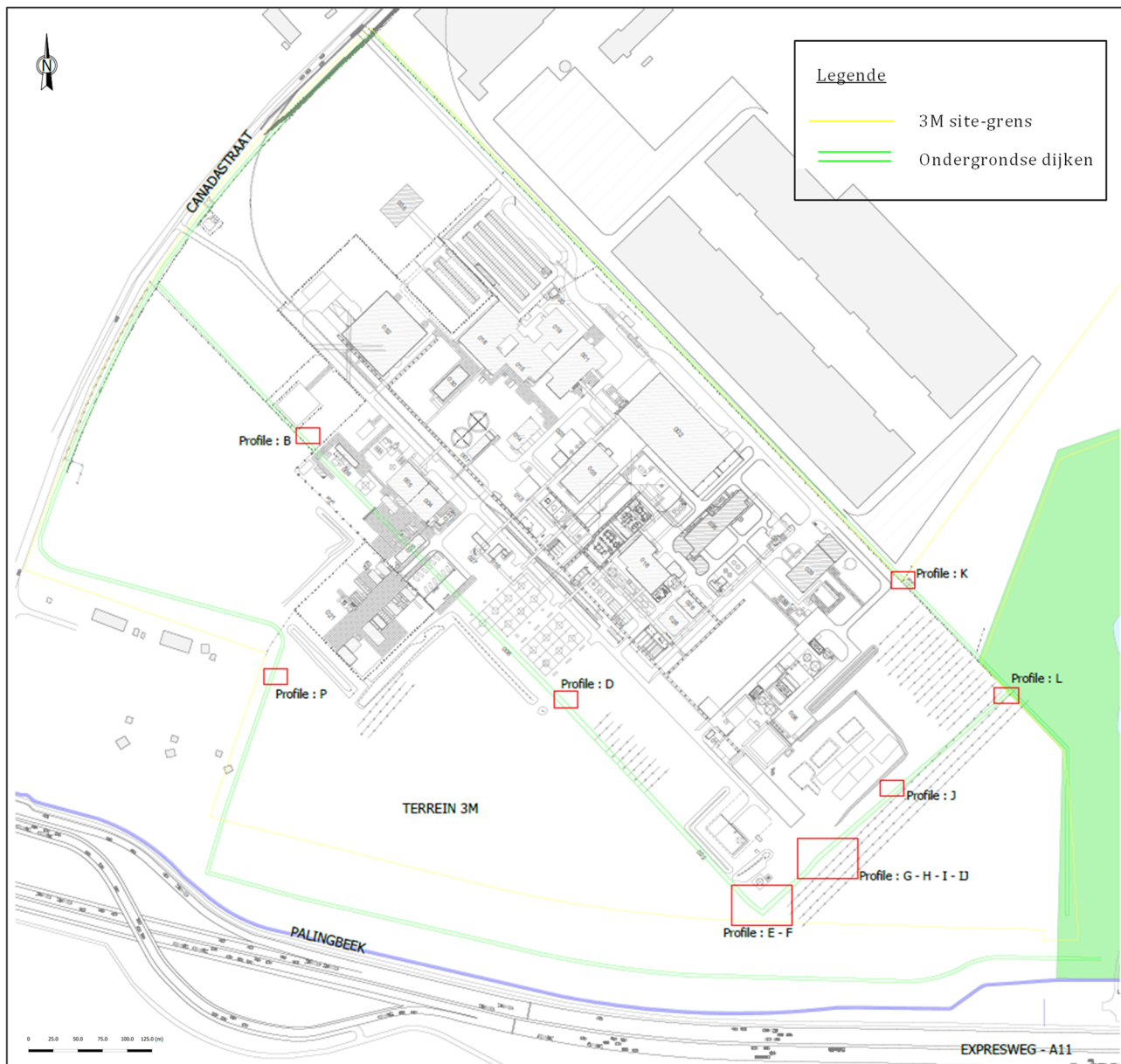
TABEL 5-14 DOORLATENDHEIDSCOËFFICIËNT

Peilbuis	Test	Bergings coëfficiënt (-)	Transmissiviteit (m ² /d)	Doorlatendheidscoëfficiënt (m/s)
ERM730MD	Stapsgewijze pompproef	-	3,2	1,85 10 ⁻⁵
D11	Pompproef met constant debiet	7,78 10 ⁻⁴	50,1	2,90 10 ⁻⁴
P120bis	Pompproef met constant debiet	2,41 10 ⁻³	64,6	3,74 10 ⁻⁴

5.6.11 BORINGEN TER BEVESTIGING VAN DE ONDERGRONDSE DIJKEN

Het is bekend dat de dijk bedekt is met plasticfolie, wat is beschouwd als het belangrijkste bewijs van de aanwezigheid ervan. Op 23 van de geboorde locaties is op verschillende dieptes (van 0,2 tot 1,8 m-mv) plasticfolie waargenomen, wat de aanwezigheid van de ondergrondse dijk bevestigt. Verdere details zijn opgenomen in Bijlage 16. De resulterende locatie van de ondergrondse dijken met de locaties van de transecten zijn aangeduid op onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 5-17 LOCATIE ONDERGRONDSE DIJKEN MET LOCATIE TRANSECTEN



5.7 RESULTATEN VASTE DEEL VAN DE AARDE

5.7.1 ALGEMEEN

Voor de beschrijving van de resultaten van het vaste deel van aarde in voorliggend BBO zijn alle beschikbare resultaten vanaf 2017 binnen het projectgebied meegenomen. Dit omvat zowel de door ERM als door derden verzamelde grondstalen, zoals eerder besproken in sectie 3.6.

De toetsing van de analyseresultaten (ERM) voor PFOS en PFOA aan de voorgestelde richtwaarden en bodemsaneringsnormen per bestemmingstype is in Bijlage 11. De toetsing van de analyseresultaten voor PFAS-som aan de richtwaarde is eveneens weergegeven Bijlage 11.

De concentraties van de voor dit onderzoek meest relevante PFAS-componenten die gemeten zijn, alsook de PFAS-somconcentraties voor verschillende diepte-intervallen zijn gevisualiseerd in Figuur 7.

De interpretatie van de gegevens, met inbegrip van de ruimtelijke verdeling, is opgenomen in hoofdstuk 6.

In onderstaande bespreking is een onderscheid gemaakt tussen de 3M-site samen met de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek enerzijds, en het overige projectgebied anderzijds. Er is verder geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende landgebruik types.

Alle monsters met een startdiepte tot en met 0,75 m-mv, en een einddiepte tot en met 1,25 m-mv zijn in onderstaande statistische evaluatie meegenomen, zo wordt er getracht de monsters mee te nemen waarvan het zwaartepunt over het algemeen tussen 0 en 1 m-mv ligt.

De verdachte stoffen (COC's) die in voorliggend rapport gedefinieerd zijn, zijn de C8-verbindingen PFOS, PFOA & PFOSA, de C6-verbindingen PFHxS, PFHxA & PFHxSA en de C4-verbindingen PFBS, PFBA & PFBSA.

5.7.2 PFAS-VERBINDINGEN (CMA)

5.7.2.1 GEBIED 3M-SITE EN LANDSTROOK TUSSEN 3M-SITE EN DE PALINGBEEK

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in het vaste deel van de aarde op de 3M-site en ter hoogte van de strook tussen de 3M-site en de Palingbeek, is weergegeven in Tabel 5-15.

In de tabel zijn de individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

TABEL 5-15 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Compo-nent	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc (µg/kg ds).	Max. conc. (µg/kg ds).	Gem. conc. (µg/kg ds).	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95t Perc.
PFOS	531	527	99%	0,92	160.000,0	2.788,0	110,0	450,0	1.400,0	5.220,0	12.600,0
PFOSA	462	414	90%	0,30	38.000,0	1.281,2	29,0	420,0	1.400,0	2.950,0	4.850,0
NEtPFOSAA	409	352	86%	0,53	87.000,0	3.512,9	130,0	925,0	4.075,0	7.570,0	12.000,0
PFOA	532	449	84%	0,40	21.000,0	201,3	9,1	27,0	71,5	190,0	410,0
NMePFOSAA	409	325	79%	0,57	55.000,0	2.070,3	115,0	580,0	1.750,0	4.100,0	8.010,0
PFHxS	465	367	79%	0,35	110.000,0	1.035,6	2,4	7,6	21,0	63,2	324,0
NEtPFOSA	386	276	72%	0,34	86.000,0	2.181,1	24,3	245,0	1.500,0	4.000,0	7.920,0
NMePFOSA	386	267	69%	0,58	23.000,0	669,2	22,0	140,0	490,0	1.520,0	2.700,0
PFNS	412	278	67%	0,40	2.900,0	54,3	1,7	5,1	17,0	87,5	371,0
PFDS	412	275	67%	0,30	1.100,0	38,9	2,4	8,8	24,0	120,0	172,0
PFDoDS	409	261	64%	0,22	1.400,0	47,6	3,6	14,0	42,0	100,0	238,0
PFHpA	477	295	62%	0,20	2.700,0	40,2	1,4	3,3	7,5	20,0	356,0
PFHxSA	401	240	60%	0,32	38.000,0	444,5	8,1	26,0	73,5	336,0	829,5
PFHpS	413	246	60%	0,50	10.000,0	119,5	1,2	2,9	7,3	49,9	410,0
PFHxA	483	280	58%	0,27	2.700,0	55,1	1,3	2,6	6,6	23,0	400,0
PFNA	467	240	51%	0,20	2.500,0	42,2	1,0	1,7	3,6	13,9	389,0
PFBA	468	239	51%	0,40	2.000,0	33,7	0,9	1,7	4,0	15,0	310,0
PFDoDA	467	231	49%	0,24	2.400,0	39,7	1,2	2,4	5,5	16,8	344,0
PFUnDA	467	226	48%	0,21	2.200,0	42,1	1,1	2,1	4,9	15,0	376,5
PFDA	467	218	47%	0,21	3.700,0	65,6	1,1	2,4	9,7	48,4	520,0

Compo-nent	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc (µg/kg ds).	Max. conc. (µg/kg ds).	Gem. conc. (µg/kg ds).	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95t Perc.
PFBS	483	216	45%	0,21	2.100,0	47,5	0,9	1,7	6,6	34,6	370,0
PFPeA	462	197	43%	0,37	2.600,0	49,7	1,0	1,8	4,8	30,6	380,0
PFTTrDA	412	154	37%	0,26	2.500,0	58,5	0,8	1,4	2,9	92,0	370,0
PFTeDA	417	127	30%	0,24	2.200,0	62,0	0,7	1,2	2,7	302,0	360,0
PFBSA	407	110	27%	0,45	510,0	14,0	1,7	4,0	9,0	16,8	42,1
PFPeS	413	92	22%	0,24	3.300,0	147,0	0,6	1,5	8,4	367,0	658,5
PFHxDA	412	86	21%	0,20	780,0	33,7	0,6	1,1	2,7	120,0	208,0
6:2 diPAP	411	69	17%	0,52	54,0	2,2	0,7	1,0	1,4	3,4	6,9
NMePFBSAA	397	66	17%	0,50	1.300,0	54,4	1,7	4,8	13,0	43,6	503,5
NMePFBSA	396	53	13%	0,54	650,0	28,0	1,7	2,9	8,3	26,6	226,0
6:2 FTS	413	29	7%	0,25	2.200,0	285,2	1,0	160,0	370,0	750,0	1.515,0
HFPO-DA	413	15	4%	130,00	2.300,0	519,3	-	-	-	-	-
8:2 diPAP	413	11	3%	0,53	41,0	7,3	-	-	-	-	-
PFODA	411	10	2%	0,21	1,5	0,8	-	-	-	-	-
6:2/8:2 FTPD	411	6	1%	0,57	32,0	6,3	-	-	-	-	-
8:2 FTS	413	6	1%	0,25	9,1	3,0	-	-	-	-	-
PFECHS	413	4	1%	0,53	1,8	1,2	-	-	-	-	-
10:2 FTS	413	4	1%	0,27	3,7	1,3	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/kg ds

Uit deze resultaten blijkt dat:

- PFOS is de belangrijkste individuele PFAS-verbinding die in het vaste deel van de aarde op de 3M-site is gemeten. De mediaan concentratie voor PFOS in grond bedraagt voor de huidige dataset 450 µg/kg ds;
- Andere relevante individuele PFAS-verbindingen die onsite gemeten zijn, qua detectie en gemeten concentraties, zijn PFOSA, NETPFOSAA, NMePFOSAA, NETPFOSA, NMePFOSA, alsook PFOA en PFHxS. De absolute concentraties voor deze twee laatste parameters zijn aanzienlijk lager dan de concentraties van de hiervoor vermelde precursoren en PFOS;
- De parameters met de maximale concentratie zijn PFOS en PFHxS. Dit zijn de basisscomponenten van het eerste generatie 3M-geformuleerde blusschuim, de foamer en filmer, en dus niet verwonderlijk dat deze als hoogste concentratie voorkomen. Het feit dat de mediaan voor PFHxS beduidend lager is dan deze voor PFOS is allicht ook het gevolg van het feit dat PFHxS slechts voor een beperkte periode op de site is geproduceerd. Het voorkomen is dan vermoedelijk gerelateerd aan de testen van het blusschuim;
- Voor PFHxSA en PFHpS is een relatief hoge maximumconcentratie gemeten, maar gezien het 95-percentiel rond 830 en 410 µg/kg ds is bepaald, betreffen dit vermoedelijk enkele lokale spots; en
- Ook de COC's PFHxA en PFHxSA zijn in een aanzienlijk percentage van monsters gedetecteerd (58-60%). De C4-verbindingen PFBS, PFBA, PFBSA zijn in 51% of minder van de monsters gedetecteerd, in aanzienlijk lagere concentraties, met een mediaanconcentratie van 1,7-4,0 µg/kg ds.

Precursoren

Zoals in sectie 2.11.3 is toegelicht, kunnen een deel van de CMA-parameters beschouwd worden als precursoren voor de C8-, C6- en C4-componenten. In deze sectie is dieper ingegaan op hun relatieve bijdrage ten opzichte van de finale sulfonzuren.

C8 precursoren

De 5 precursoren van de C8-componenten die opgenomen zijn in het CMA-pakket zijn op de 3M-site en zuidelijke landstrook in concentraties hoger dan de rapportagegrens gemeten. In onderstaande tabel zijn deze opgelijst. Zoals eerder besproken kunnen deze precursoren omgezet worden naar hetzij PFOS, hetzij PFOA, afhankelijk van de omstandigheden.

Daarom is naast de maximale precursor-concentratie in de laatste kolom van onderstaande tabel de PFOS-concentratie als eerste en de PFOA-concentratie als tweede waarde tussen haakjes vermeld die in hetzelfde staal is gemeten.

De 5 precursoren zijn in 69 tot 90% van de stalen gedetecteerd. Ter hoogte van de 3M-site zijn voor deze PFOS-precursoren hogere concentraties gemeten (> 100 µg/kg ds) dan op de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek (< 100 µg/kg ds) is gemeten.

Uit onderstaande tabel blijkt ook dat bij een hoge precursorconcentratie er steeds beduidend meer PFOS dan PFOA in het staal aanwezig is.

TABEL 5-16 EVALUATIE C8-PRECURSOREN IN GROND TER HOOGTE VAN 3M-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/kg ds)	Max conc. (µg/kg ds)
PFOS	531	527	99%	0,92	160.000
PFOA	532	449	84%	0,4	21.000
PFOSA	462	414	90%	0,30	38.000 (67.000 & 840)
NEtPFOSAA	409	352	86%	0,53	87.000 (160.000 & 690)
NMePFOSAA	409	325	79%	0,57	55.000 (67.000 & 840)
NEtPFOSA	386	276	72%	0,34	86.000 (160.000 & 690)
NMePFOSA	386	267	69%	0,58	23.000 (32.000 & 270)

C6-precursoren

De precursor voor de C6-componenten, met name PFHxSA, is in 60% van de geanalyseerde stalen gedetecteerd (Tabel 5-17). De hoogste concentraties aan PFHxS, PFHxA en PFHxSA zijn voornamelijk gemeten op de 3M-site, op de landstrook tussen de Palingbeek en de 3M-site zijn lagere concentraties gemeten.

Naar analogie met de C8-precursoren, is naast de maximale PFHxSA-concentratie in de laatste kolom van onderstaande tabel de PFHxS-concentratie als eerste en de PFHxA-concentratie als tweede waarde tussen haakjes vermeld die in hetzelfde staal is gemeten.

TABEL 5-17 EVALUATIE C6-PRECURSOREN 3M-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/kg ds)	Max conc. (µg/kg ds)
PFHxS	465	367	79%	0,35	110.000
PFHxA	483	280	58%	0,27	2.700
PFHxSA	401	240	60%	0,32	38.000 (95.000 & 500)

C4-precursoren

De drie precursoren voor de C4-componenten die opgenomen zijn in het CMA-pakket, zijn op de 3M-site en zuidelijke landstrook in concentraties hoger dan de rapportagegrens gemeten. In onderstaande tabel zijn deze opgelijst.

In tegenstelling tot de C8- en C6-precursoren waarvoor ofwel in de literatuur ofwel via de TOP-assay indicaties zijn dat ze ofwel omzetten naar het sulfonzuur of het carboxylzuur is dat voor de C4-precursoren niet duidelijk.

Opnieuw zijn de hoogste concentraties in de grondstalen genomen op de 3M-site gemeten, en in mindere mate ter hoogte van de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

TABEL 5-18 EVALUATIE C4-PRECURSOREN 3M-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/kg ds)	Max conc. (µg/kg ds)
PFBS	483	216	45%	0,21	2.100
PFBSA	407	110	27%	0,45	510
NMePFBSAA	397	66	17%	0,50	1.300
NMePFBSA	396	53	13%	0,54	650

PFAS-som (kwantitatief)

De samenvatting van de resultaten voor PFAS-som kwantitatief is opgenomen in Tabel 5-19.

TABEL 5-19 RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF

PFAS-som (kwantitatief)		
Aantal geanalyseerde monsters:	1.360,00	
Aantal monsters met concentratie > RW:	1.240,00	91%
Max. concentratie	570.931,50	µg/kg ds
25th Perc.	81,17	µg/kg ds
50th Perc.	663,10	µg/kg ds
55th Perc.	935,04	µg/kg ds
75th Perc.	3.827,17	µg/kg ds
90th Perc.	13.014,82	µg/kg ds
95th Perc.	23.846,52	µg/kg ds

In ongeveer 91% van de geanalyseerde monsters op de 3M-site en de landstrook tussen de 3M-site en de E34 is de concentratie PFAS-som kwantitatief hoger dan de richtwaarde van 8 µg/kg ds.

PFOS en PFOA - voorgestelde bodemsaneringsnorm

De toetsing van de gemeten PFOS- en PFOA-concentraties is opgenomen in Bijlage 11. In het algemeen is gesteld dat in het ondiepe bodeminterval ter hoogte van de 3M-site de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor PFOS (industrie) in het merendeel van de stalen overschreden is. Voor PFOA zijn slechts op enkele locaties concentraties gemeten die de voorgestelde bodemsaneringsnorm (industrie) overschrijden.

5.7.2.2 GEBIED OFF-SITE

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in het vaste deel van de aarde in het off-site deel van het projectgebied (muv landstrook tussen 3M-site en Palingbeek), is weergegeven in Tabel 5-20.

In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/kg ds) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

TABEL 5-20 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. (µg/kg ds).	Max. conc. (µg/kg ds).	Gem. conc. (µg/kg ds).	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFOS	3773	3422	90,7%	< 0,01	1.800,0	16,0	2,8	6,3	15,0	34,0	56,0
PFOA	3781	1865	49,3%	< 0,01	36,0	1,4	0,6	0,9	1,5	2,5	3,6
PFBA	3775	1113	29,5%	0,09	13,0	1,2	0,5	0,8	1,3	2,3	3,2
PFBS	3755	553	14,7%	0,07	69,0	1,2	0,4	0,6	1,0	1,9	3,7
PFHxS	3659	460	12,6%	0,07	33,0	1,8	0,3	0,6	1,5	4,7	8,0
PFBSA	2719	307	11,3%	0,16	37,0	1,2	0,5	0,8	1,3	1,8	2,7
PFPeA	3735	320	8,6%	0,05	34,0	0,7	0,2	0,4	0,7	1,0	1,2
PFOSA	3653	250	6,8%	0,07	85,0	3,7	0,5	1,0	3,3	6,0	15,5
PFHxA	3775	250	6,6%	0,07	15,0	0,7	0,3	0,5	0,7	1,1	1,5
NEtPFOSAA	2449	141	5,8%	0,08	220,0	12,3	0,7	1,5	9,0	35,0	70,1
PFNA	3231	139	4,3%	0,06	47,0	1,0	0,2	0,2	0,5	1,2	3,1
NMePFOSAA	2654	111	4,2%	0,07	310,0	15,0	1,0	2,4	8,2	27,2	84,4
PFHpS	3157	131	4,1%	0,00	4,8	0,7	0,2	0,5	0,9	1,3	1,7
6:2 FTS	3157	113	3,6%	0,05	220,0	6,2	0,7	1,4	2,3	12,0	21,9
PFHpA	3735	132	3,5%	0,10	4,2	0,6	0,2	0,3	0,6	1,1	3,4
6:2 diPAP	2887	85	2,9%	0,21	17,0	2,2	0,8	1,2	2,6	4,4	8,0
PFDA	3231	85	2,6%	0,07	140,0	2,6	0,2	0,3	0,8	1,6	8,0
HFPO-DA	3077	74	2,4%	0,21	8,0	0,8	0,3	0,4	0,8	1,4	2,7
PFUnDS	546	10	1,8%	0,30	0,7	0,4	-	-	-	-	-
PFHxSA	2504	38	1,5%	0,26	9,6	2,5	1,0	1,8	3,4	5,7	8,3
PFOSAA	579	8	1,4%	0,50	5,7	1,5	-	-	-	-	-
NMePFBSA	2185	30	1,4%	0,39	39,0	4,1	1,2	3,1	4,1	5,6	22,1
PFDS	3157	43	1,4%	0,20	3,8	1,1	0,6	0,8	1,4	2,0	2,7
PFNS	3152	40	1,3%	0,30	6,8	1,5	0,6	1,1	1,3	3,9	5,6
NEtPFOSA	2773	35	1,3%	0,50	40,0	4,2	0,7	1,8	5,1	10,4	21,6
PFDoDA	3231	37	1,1%	0,07	96,0	3,7	0,2	0,6	1,1	4,2	18,6
PFDoDS	2876	23	0,8%	0,23	9,8	2,2	1,0	1,5	2,5	6,2	9,3
PFUnDA	3231	25	0,8%	0,04	32,0	2,0	0,1	0,4	0,8	3,7	23,8

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$).	Max. conc. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$).	Gem. conc. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$).	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFPeS	3152	24	0,8%	0,12	1,3	0,6	0,2	0,5	1,0	1,3	1,3
NMePFBSAA	2185	13	0,6%	0,17	2,8	1,0	-	-	-	-	-
NMePFOSA	2857	16	0,6%	0,90	15,0	3,0	-	-	-	-	-
PFTeDA	2940	16	0,5%	0,25	23,0	2,1	-	-	-	-	-
PFTrDA	2928	13	0,4%	0,10	4,3	0,7	-	-	-	-	-
8:2 FTS	3157	11	0,3%	0,74	170,0	19,9	-	-	-	-	-
PFTrDS	291	1	0,3%	0,30	0,3	0,3	-	-	-	-	-
10:2 FTS	3152	7	0,2%	1,50	170,0	29,1	-	-	-	-	-
PFODA	2886	4	0,1%	0,22	2,4	0,8	-	-	-	-	-
4:2 FTS	3152	4	0,1%	0,11	0,5	0,3	-	-	-	-	-
PFHxDA	2902	3	0,1%	0,20	6,4	2,4	-	-	-	-	-
6:2/8:2 FTPD	2875	1	0,0%	0,56	0,6	0,6	-	-	-	-	-
8:2 diPAP	3152	1	0,0%	2,20	2,2	2,2	-	-	-	-	-

Concentratie in $\mu\text{g}/\text{kg ds}$

Bij een waarde van $< 0,01$ is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en $0,01 \mu\text{g}/\text{kg ds}$

Uit deze resultaten blijkt dat:

- PFOS is duidelijk de belangrijkste individuele PFAS-verbinding die in het vaste deel van de aarde rondom de 3M-site gemeten is. Deze stof is in 91% van de stalen gerapporteerd boven de rapportagegrens, en de mediaan concentratie voor PFOS in grond bedraagt $6,3 \mu\text{g}/\text{kg ds}$, wat beduidend lager is dan op de 3M-site zelf;
- De volgende, meest voorkomende verbinding is PFOA. Deze stof is maar in de helft van de stalen gerapporteerd (49%), en in relatief lage concentraties;
- De C4-PFAS-verbindingen PFBA, PFBS en PFBSA, alsook PFHxS zijn in 10-30% van de stalen gedetecteerd, weliswaar in relatief lage concentraties, met een mediaanconcentratie van $0,60$ - $0,80 \mu\text{g}/\text{kg ds}$; en
- Enkele C8-precursoren, NMePFOSAA en NMePFOSAA zijn in een relatief klein aantal stalen gedetecteerd ($< 10\%$), maar wel met een relatief hoge maximumconcentratie. Deze stalen liggen allen ter hoogte van de Karperreed, tussen de Kluifrotonde en het eerste rondpunt van de Keetberglaan.

Precursoren

Zoals in sectie 2.11.3 is toegelicht, kunnen een deel van de CMA-parameters beschouwd worden als precursoren voor de C8-, C6- en C4-componenten. In deze sectie is dieper ingegaan op hun relatieve bijdrage ten opzichte van de finale PFAS-componenten, de sulfonzuren of carboxylzuren.

C8-precursoren

De 5 precursoren voor de C8-componenten die opgenomen zijn in het CMA-pakket zijn off-site van de 3M-site in concentraties hoger dan de rapportagegrens gemeten. In onderstaande tabel zijn deze opgelijst. Ter volledigheid is naast de maximale precursor-concentratie in de laatste kolom van onderstaande tabel de PFOS-concentratie als eerste en de PFOA als tweede waarde tussen haakjes vermeld die in hetzelfde staal is gemeten.

PFOSA en NEtPFOSAA zijn de gemeten C8-precursoren die in de meeste stalen gedetecteerd zijn (6-7%), met een maximale concentratie van 85 µg/kg ds en 220 µg/kg ds.

De hoogste concentratie aan deze precursoren zijn voornamelijk gemeten in de grondstalen genomen nabij de Karpereed, en dan in een 3-tal stalen nabij elkaar. Op verdere afstand van de 3M-site zijn deze precursoren niet meer in de grondstalen gedetecteerd.

TABEL 5-21 EVALUATIE C8-PRECURSOREN OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/kg ds)	Max conc. (µg/kg ds)
PFOS	3773	3422	91%	0,00	1.800
PFOSA	3653	250	7%	0,07	85 (81 & 9,8)
NEtPFOSAA	2449	141	6%	0,08	170 (120 & 27)
NMePFOSAA	2654	111	4%	0,07	310 (120 & 27)
NEtPFOSA	2773	35	1%	0,50	40 (81 & 9,8)
NMePFOSA	2857	16	1%	0,90	15 (55 & 31)

C6-precursoren

De precursor voor de C6-componenten, met name PFHxSA, is in 2% van de geanalyseerde stalen gemeten (Tabel 5-22). PFHxS en PFHxA zijn in respectievelijke 13% en 7% van de geanalyseerde stalen gemeten.

TABEL 5-22 EVALUATIE C6-PRECURSOR OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/kg ds)	Max conc. (µg/kg ds)
PFHxS	3659	460	13%	0,07	33,00
PFHxA	3775	250	7%	0,07	15,00
PFHxSA	2504	38	2%	0,26	9,60

PFAS-som (kwantitatief)

De samenvatting van de resultaten voor PFAS-som kwantitatief is opgenomen in onderstaande tabel.

TABEL 5-23 RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF

PFAS-som (kwantitatief)		
Aantal geanalyseerde monsters:	6.228,00	
Aantal monsters met concentratie > RW:	2.036,00	33%
Max. concentratie	1.855,40	µg/kg ds
25th Perc.	2,20	µg/kg ds
50th Perc.	5,70	µg/kg ds
55th Perc.	6,60	µg/kg ds
75th Perc.	14,00	µg/kg ds
90th Perc.	34,31	µg/kg ds
95th Perc.	60,81	µg/kg ds

In ongeveer 33% van de geanalyseerde monsters is de concentratie PFAS-som kwantitatief hoger dan de richtwaarde van 8 µg/kg ds.

PFOS en PFOA - voorgestelde bodemsaneringsnorm

De toetsing van de gemeten PFOS-en PFOA-concentraties is opgenomen in Bijlage 11. In het algemeen kan gesteld worden dat in het ondiepe bodeminterval enkel overschrijdingen van de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor PFOS zijn aangetoond, en dan met name voor landbouwgebied en woongebied, voor tuin met kippen en moestuin. Voor PFOA zijn er geen relevante overschrijdingen van de voorgestelde bodemsaneringsnorm aangetoond.

5.7.3 ULTRAKORTE KETEN PFAS-VERBINDINGEN

Binnen het projectgebied van voorliggend onderzoek is een eerste preliminaire screening van de vaste deel van de aarde uitgevoerd voor de ultrakorte PFAS-verbindingen TFA en PFPrA.

TFA in grond is door het laboratorium van SGS bepaald. Voor deze analyses is een rapportagegrens van 500-1.000 µg/kg ds gerapporteerd. Voor de geanalyseerde grondstalen (tot een diepte van 12 m-mv) binnen het volledige projectgebied zijn geen concentraties gemeten hoger dan deze rapportagegrenzen. Enkel on site, ter hoogte van productiegebouw 016, zijn in maart 2022 TFA-concentraties door SGS gerapporteerd tussen 0,5-1,2 µg/kg ds in het diepte-interval 2,5-4,0 m-mv. De rapportagegrens bij SGS tijdens deze staalnamecampagne (ikv BBO minerale olie en andere parameters, 2023) lag beduidend lager (0,50 µg/kg ds). In het ondiepere bodeminterval is toen geen concentratie gemeten hoger dan de rapportagegrens van 0,50 µg/kg ds.

Op vraag van ERM heeft SGS op enkele grondstalen die in oktober 2023 op de 3M-site genomen zijn, een heranalyse uitgevoerd met een lagere detectielimiet van 250 µg/kg ds. Uit deze heranalyse blijkt dat er eveneens geen TFA-concentraties gemeten zijn hoger dan deze verlaagde detectielimiet (rapportagegrens).

Voor PFPrA zijn zowel on site als off-site enkele PFPrA-concentraties in grond gemeten, dit in kader van voorgaande onderzoeken en het Oosterweelproject. Rekening houdend met een rapportagegrens van 0,5-10 µg/kg ds zijn off-site van de 3M-site in het algemeen geen concentraties gemeten hoger dan deze rapportagegrenzen, met uitzondering van enkele lokale spots ten zuiden van de snelweg. Ter hoogte van de 3M-site variëren de gemeten concentraties tussen 0,50-5,50 µg/kg ds in het ondiepe bodeminterval. In het diepere bodeminterval (>5 m-mv) zijn het aantal metingen eerder beperkt en is op de 3M-site en ten zuidwesten van Blokkersdijkvijver een concentratie gemeten tussen 10-40 µg/kg ds. De overig gemeten concentraties zijn niet hoger dan de rapportagegrens.

5.7.4 EOF EN TOP-ASSAY ANALYSE

Op vraag van OVAM naar aanleiding van opmerkingen op voorgaande onderzoeken, zijn naast de individuele PFAS-verbindingen ook EOF-analyses en TOP-assay analyses uitgevoerd, als een screening van het ondiepe bodeminterval verspreid over het projectgebied.

Na navraag bij verschillende labo's bleek de gevraagde brede screening van organische stoffen met HR-LS-MS/MS nog niet mogelijk te zijn. Verschillende laboratoria hebben bijgevolg een soort van 3-staps-analyse voorgesteld, waarbij de resultaten van de PFAS-analyse (CMA), EOF en/of TOP-assay met elkaar vergeleken kunnen worden om na te gaan of er een relevant aandeel PFAS-verbindingen die niet in het CMA-pakket openomen zijn binnen het projectgebied voorkomt.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de EOF-resultaten voor de geanalyseerde grondstalen.

TABEL 5-24 STATISTISCHE EVALUATIE EOF-CONCENTRATIES

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min	Max	Avg.	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
EOF											
3M-site (*)	133	101	76%	240	430.000	54.351	2.800	15.000	79.500	132.000	288.000
Off-site	452	11	2%	200	19.000	1.935	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/kg ds

(*) De 3M-site inclusief de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

Op de 3M-site en op de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek is in 76% van de geanalyseerde grondstalen een EOF-concentratie gemeten hoger dan de rapportagegrens van 200 µg/kg ds (soms 50.000 µg/kg ds). De mediaan van de gemeten EOF-concentraties on site is 15.000 µg/kg ds. Off-site zijn er beduidend lagere concentraties gemeten, met slechts in 2% van de stalen een detectie.

Een verdere interpretatie van deze data is opgenomen onder hoofdstuk 6, alsook de interpretatie van de TOP-assay analyse.

5.7.5 MINERALE OLIE

In twee stalen waar een oliegeur is waargenomen, is de aanwezigheid van minerale olie aangetoond, met een maximale concentratie van 990 mg/kg ds in het staal van COTU_B10, op

een diepte van 3,5-4 m-mv en van 670 mg/kg ds in het staal op 3-3,5 m-mv van COTU B_5. Beide concentraties overschrijden de bodemsaneringsnorm voor natuurgebied, die 600 mg/kg ds bedraagt op basis van het organisch stofgehalte van 1,2 % dat bepaald is voor die zone.

Deze verontreiniging met minerale olie op die diepte is niet het gevolg van de activiteiten van 3M, maar vermoedelijk ontstaan tijdens de ophoging van het gebied in de jaren '70, aangezien deze verontreiniging niet organoleptisch aangetoond is in de ondiepere lagen op beide boorlocaties en ook analytisch niet is aangetoond in het bodemstaal dat een halve meter minder diep is genomen op beide locaties.

Om te bepalen of deze verontreiniging aanleiding geeft tot een BBO, is een DAEB-beoordeling uitgevoerd (Duidelijke Aanwijzing voor een Ernstige Bedreiging). Uit deze beoordeling, terug te vinden in Bijlage 18, blijkt dat er geen noodzaak is tot bijkomend onderzoek. Aan deze verontreiniging is ID 50 toegekend.

5.8 RESULTATEN GRONDWATER

5.8.1 ALGEMEEN

Net zoals bij de bespreking van de grondresultaten, zijn voor de beschrijving van de grondwaterresultaten in voorliggend BBO alle beschikbare resultaten vanaf 2017 binnen het projectgebied meegenomen. Dit omvat zowel de door ERM als door derden verzamelde grondwaterstalen.

Voor de bespreking is een opsplitsing gemaakt tussen de verschillende aquifers:

- 1^{ste} aquifer en ongedifferentieerde aquifer ondiep (filterstelling boven 6 m-mv);
- middeldiepe watervoerende laag in de 2^{de} aquifer en ongedifferentieerde aquifer (filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is); en
- diepe watervoerende laag in de 2^{de} aquifer en ongedifferentieerde aquifer (filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei).

De toetsing van de grondwateranalyses aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen is weergegeven in Bijlage 11.

De concentraties van de voor dit onderzoek meest relevante PFAS-componenten die gemeten zijn, alsook de PFAS-somconcentraties zijn gevisualiseerd in Figuur 9.

De interpretatie van de gegevens, met inbegrip van de ruimtelijke verdeling, is opgenomen in hoofdstuk 6.

Naar analogie met het vaste deel van de aarde, is in onderstaande bespreking een onderscheid gemaakt tussen de 3M-site samen met de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek enerzijds, en het overige projectgebied anderzijds.

De bespreking van de grondwaterresultaten ter hoogte van de 3M-site is gebaseerd op de meest recente grondwaterresultaten die beschikbaar zijn, gezien hier al over een lange periode een monitoring voor de PFAS-verontreiniging lopende is. Voor het overige projectgebied is telkens de maximale gemeten PFAS-concentratie in het grondwater meegenomen.

5.8.2 PFAS-VERBINDINGEN (WAC)

C4- precursoren

De drie precursoren voor PFBS die opgenomen zijn in het CMA-pakket, zijn off-site van de 3M-site in concentraties hoger dan de rapportagegrens gemeten. In onderstaande tabel zijn deze opgelijst.

De precursor PFBSA is aangetoond in 11% van de geanalyseerde grondwaterstalen, de overig gemeten PFBS-precursoren NMePFBSA en NMePFBSAA zijn slechts in 1% van de gemeten grondwaterstalen gedetecteerd.

TABEL 5-25 EVALUATIE C4-PRECURSOREN OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFBS	3755	553	15%	0,07	69,00
PFBSA	2719	307	11%	0,16	37,00
NMePFBSA	2185	30	1%	0,39	39,00
NMePFBSAA	2185	13	1%	0,17	2,80

5.8.2.2 GEBIED 3M-SITE EN LANDSTROOK TUSSEN 3M-SITE EN DE PALINGBEEK

1^{ste} aquifer

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in het grondwater van de 1^{ste} aquifer ter hoogte van de 3M-site en de zuidelijke landstrook is opgenomen in Tabel 5-26.

In de tabel zijn de individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

TABEL 5-26 1^{STE} AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFOS	789	789	100%	0,368	100.000,0	3.191,2	11,250	135,00	1.516,50	5.500,00	8.920,00
PFOA	789	785	99%	0,160	9.800,0	299,9	4,100	47,00	250,00	530,80	1.140,00
PFHxS	781	774	99%	0,062	100.000,0	1.430,6	1,700	25,00	150,00	663,40	3.480,00
PFBS	473	465	98%	0,079	100.000,0	1.144,6	2,253	6,60	25,40	210,00	518,25
PFHxA	362	344	95%	0,029	18.000,0	257,3	0,780	8,80	39,00	92,00	565,00
PFBSA	338	320	95%	0,099	300,0	18,7	1,775	7,65	16,00	29,80	56,40
PFBA	361	339	94%	0,059	100.000,0	952,8	2,500	6,40	26,75	261,00	461,00
PFHpA	362	336	93%	0,015	2.500,0	58,9	0,665	8,90	33,00	76,80	152,50
PFHpS	359	332	92%	0,010	100.000,0	727,1	0,220	3,30	16,00	55,00	132,50
PFHxSA	336	304	90%	0,025	4.900,0	253,0	1,800	31,50	180,00	525,00	1.420,00
PFPeS	359	320	89%	0,011	6.400,0	121,1	0,188	1,75	9,93	46,60	378,50
PFPeA	360	308	86%	< 0,001	3.300,0	64,4	0,750	5,80	20,00	37,40	144,00
PFOSA	780	662	85%	< 0,001	270,0	28,7	1,300	14,00	37,00	73,80	108,84
NMePFBSAA	334	283	85%	0,004	8.200,0	163,5	0,720	7,40	36,00	190,00	390,00
PFNA	360	264	73%	0,011	21,0	2,3	0,098	0,99	2,80	5,46	10,40
NMePFBSA	334	240	72%	0,004	1.300,0	19,1	0,110	0,48	2,90	11,40	17,20
NMePFOSAA	359	238	66%	< 0,001	63,0	5,1	0,735	1,90	6,60	12,00	16,00
NEtPFOSAA	359	238	66%	< 0,001	100,0	9,4	0,750	2,75	7,68	24,20	42,70
PFDA	360	218	61%	< 0,001	19,0	1,6	0,094	0,69	2,10	3,48	6,16
PFNS	359	142	40%	< 0,001	120,0	3,2	0,180	0,71	1,60	3,87	10,01

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
6:2 FTS	359	135	38%	0,003	15,0	0,5	0,026	0,10	0,62	1,20	1,50
NMePFOSA	359	113	31%	0,007	390,0	8,7	0,029	0,33	1,15	4,30	8,20
NEtPFOSA	359	96	27%	0,002	400,0	16,2	0,072	0,33	1,95	14,20	106,80
PFECHS	359	94	26%	< 0,001	89,0	2,7	0,027	0,13	0,96	2,34	5,30
HFPO-DA	357	84	24%	< 0,001	15,0	0,5	0,014	0,03	0,53	0,86	1,05
PFUnDA	360	72	20%	0,003	2,7	0,2	0,014	0,03	0,07	0,71	1,00
PFDS	359	54	15%	< 0,001	37,0	1,7	0,031	0,12	0,58	1,88	7,11
4:2 FTS	359	44	12%	< 0,001	5,7	0,7	0,012	0,08	0,78	1,44	2,67
8:2 FTS	359	40	11%	< 0,001	2,7	0,3	0,007	0,02	0,32	0,87	1,05
10:2 FTS	359	37	10%	0,004	23,0	2,4	0,014	0,02	0,03	9,28	21,25
PFTTrDA	359	36	10%	0,004	26,0	2,7	0,014	0,16	0,80	11,59	19,45
6:2 diPAP	359	29	8%	0,002	13,0	2,2	0,022	1,10	1,60	7,74	10,58
DONA	357	23	6%	< 0,001	8,1	1,5	0,580	0,71	0,85	4,96	5,55
PFDoDA	360	22	6%	< 0,001	1,4	0,1	0,005	0,01	0,04	0,23	0,59
PFODA	359	18	5%	0,004	440,0	26,5	0,014	0,13	1,20	2,86	91,20
PFHxDA	359	17	5%	0,006	41,0	11,1	0,009	0,10	32,00	36,60	39,40
8:2 diPAP	359	16	4%	0,001	2,4	0,3	0,020	0,04	0,19	0,72	1,24
PFTTeDA	359	15	4%	0,002	20,0	3,1	0,003	0,01	0,09	13,20	15,80
PFUnDS	334	12	4%	0,005	5,7	2,0	0,893	1,50	3,20	3,72	4,71
6:2/8:2 FTPD	359	10	3%	0,002	1,2	0,5	0,058	0,49	0,75	0,86	1,03
PFTTrDS	334	9	3%	0,005	5,6	1,4	0,356	0,76	1,20	3,02	4,31
PFDoDS	359	8	2%	0,002	19,0	5,1	0,028	0,92	5,50	13,60	16,30

Concentratie in $\mu\text{g/l}$

Bij een waarde van $< 0,001$ is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en $0,001 \mu\text{g/l}$

Uit deze resultaten blijkt dat:

- De meest relevante individuele PFAS-verbindingen die on site gemeten zijn, qua detectie ($>70\%$) en gerapporteerde concentraties, zijn PFOS, PFOA, PFHxS, PFBS, PFHxA, PFBSA, PFBA, PFHpA, PFHpS, PFHxSA, PFPeS, PFPeA, PFOSA, NMePFBSAA, NMePFBSA; en
- In meer dan 85% van de stalen zijn de COC's gedetecteerd. De C4- verbindingen PFBS, PFBA, PFBSA zijn in meer dan 94% van de stalen gedetecteerd.

2^{de} aquifer – middeldiepe watervoerende laag

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in grondwater van de middeldiepe watervoerende laag in de 2^{de} aquifer is opgenomen in Tabel 5-27.

In deze tabel zijn de individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond. In deze tabel zijn ook alleen die PFAS-componenten opgenomen waarbij de 95%-iel een waarde heeft boven 0,01 µg/l.

TABEL 5-27 2^{DE} AQUIFER MIDDELDIEP - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFHxS	250	249	100%	0,059	14.100,00	532,49	4,50	61,00	560,00	824,00	1.310,00
PFOA	251	249	99%	0,020	3.100,00	546,65	14,50	150,00	800,00	1.700,00	2.410,00
PFOS	256	253	99%	0,150	18.000,00	1.417,15	53,50	440,00	1.250,00	3.440,00	6.760,00
PFHxA	133	131	98%	0,037	1.400,00	182,78	4,70	23,00	230,00	598,00	768,00
PFHpA	133	130	98%	0,012	490,00	69,12	2,50	15,00	120,00	220,00	266,00
PFBS	133	130	98%	0,038	510,00	62,28	1,30	4,80	70,00	210,00	306,00
PFBA	127	123	97%	0,063	640,00	104,77	4,10	15,00	135,00	380,00	540,00
PFHxSA	124	118	95%	0,027	880,00	122,63	5,20	47,00	130,00	360,00	574,00
PFPeS	127	120	94%	0,012	240,00	29,16	0,67	4,10	37,50	87,40	137,50
PFPeA	133	124	93%	0,026	770,00	84,04	2,45	10,35	118,50	261,00	372,50
PFBSA	124	115	93%	0,071	180,00	20,78	1,90	6,60	25,75	45,50	81,75
PFHpS	127	117	92%	0,028	450,00	32,98	0,84	5,20	28,00	105,00	137,00
NMePFBSAA	124	112	90%	0,030	910,00	74,01	1,10	5,20	59,00	216,00	396,00
PFNA	133	112	84%	0,001	16,00	2,84	0,40	1,05	2,73	8,37	12,65
PFOSA	250	183	73%	0,010	77,00	6,72	0,22	0,86	5,35	22,70	35,00

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
NMePFBSA	124	84	68%	0,001	230,00	16,37	0,16	0,54	5,10	68,80	82,80
PFDA	133	76	57%	0,011	7,10	1,09	0,41	0,73	1,23	2,55	3,35
NEtPFOSAA	127	57	45%	0,001	14,00	0,94	0,03	0,17	1,25	1,84	2,15
6:2 FTS	127	54	43%	0,002	4,40	0,49	0,05	0,15	0,69	1,15	1,64
PFECHS	127	51	40%	0,007	16,00	1,39	0,04	0,27	1,28	3,61	4,71
NMePFOSAA	127	50	39%	0,013	10,00	1,09	0,04	0,28	1,00	3,51	4,25
HFPO-DA	127	27	21%	0,002	1,00	0,24	0,02	0,02	0,52	0,61	0,81
PFNS	127	19	15%	0,020	1,80	0,51	0,08	0,29	0,75	1,60	1,63
4:2 FTS	127	19	15%	< 0,001	2,30	0,53	0,06	0,53	0,68	0,81	1,42
10:2 FTS	127	12	9%	0,011	0,07	0,04	0,01	0,02	0,06	0,06	0,07
8:2 FTS	127	11	9%	0,011	0,78	0,37	0,16	0,38	0,50	0,57	0,68
NMePFOSA	127	10	8%	0,005	0,71	0,19	0,04	0,09	0,24	0,45	0,58
6:2 diPAP	126	7	6%	0,020	1,60	0,45	0,03	0,05	0,73	1,48	1,54
PFODA	127	6	5%	0,003	0,24	0,06	0,01	0,03	0,06	0,15	0,20
PFHxDA	127	6	5%	0,009	0,13	0,08	0,05	0,09	0,10	0,12	0,13
NEtPFOSA	127	5	4%	0,014	0,12	0,05	0,02	0,04	0,05	0,09	0,11
6:2/8:2 FTPD	127	5	4%	0,013	0,77	0,28	0,02	0,02	0,56	0,69	0,73
PFUnDA	133	5	4%	0,011	0,20	0,08	0,02	0,09	0,10	0,16	0,18
PFTeDA	127	4	3%	< 0,001	0,09	0,03	0,01	0,01	0,04	0,07	0,08
PFDS	127	4	3%	0,017	0,09	0,05	0,02	0,05	0,09	0,09	0,09
8:2 diPAP	127	4	3%	0,011	0,10	0,05	0,01	0,05	0,08	0,09	0,10
PFTTrDA	127	3	2%	0,013	0,37	0,17	0,07	0,13	0,25	0,32	0,35

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFD _o DS	127	1	1%	0,140	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14

Concentratie in µg/l

Bij een waarde van < 0,001 is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en 0,001 µg/l

Uit deze resultaten blijkt dat:

- In het merendeel van de geanalyseerde stalen uit de middeldiepe watervoerende laag van 2^{de} aquifer zijn over het algemeen dezelfde individuele PFAS-parameters aanwezig zoals in de freatische aquifer;
- De maximale PFOS en PFHxS-concentratie zijn veruit het hoogst in vergelijking met de andere componenten. De mediaan voor PFHxS is dan weer beduidend lager dan de PFOS-mediaan; en
- In meer dan 73% van de stalen zijn de gedefinieerde COC's gedetecteerd. De C4- verbindingen PFBS, PFBA en PFBSA zijn in meer dan 94% van de stalen gedetecteerd. De maximale PFBA en PFBS alsook de mediaan van beide componenten is ook beduidend lager dan PFOS en PFHxS.

2^{de} aquifer – diepe watervoerende laag

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in het grondwater van de diepe watervoerende laag in de 2^{de} aquifer is opgenomen in Tabel 5-28.

In de tabel zijn de individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond. In deze tabel zijn ook alleen die PFAS-componenten opgenomen waarbij de 95%-iel een waarde heeft boven 0,01 µg/l.

TABEL 5-28 2^{DE} AQUIFER DIEP - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFHxA	70	70	100%	0,014	4.500,00	498,89	3,35	12,50	133,25	929,00	3.943,00
PFBA	70	70	100%	0,100	2.300,00	256,99	4,20	11,25	40,00	519,00	2.117,50
PFHxS	150	148	99%	0,044	2.800,00	376,40	3,28	13,00	112,25	1.341,00	2.730,00
PFBS	71	70	99%	0,045	1.300,00	140,71	1,06	9,45	61,25	389,00	809,00
PFOA	150	147	98%	0,055	6.000,00	629,52	2,53	16,00	57,75	1.986,00	3.810,00
PFOS	150	144	96%	0,750	4.700,00	293,69	1,08	6,35	65,75	486,00	700,50
PFHpA	70	67	96%	0,018	1.900,00	192,25	0,62	5,30	34,00	285,00	1.630,00
PFPeA	70	66	94%	0,037	1.900,00	205,75	1,73	6,55	53,00	410,00	1.636,50
PFPeS	70	65	93%	0,014	830,00	82,04	0,47	3,95	8,88	147,00	596,50
NMePFBSAA	66	59	89%	0,026	280,00	43,07	0,15	1,10	8,80	230,00	270,00
PFBSA	66	59	89%	0,023	49,00	8,54	0,50	0,77	6,20	38,00	44,00
PFHxSA	66	53	80%	0,040	320,00	19,47	0,26	0,78	8,93	26,70	28,95
PFOSA	150	106	71%	0,025	13,00	2,06	0,05	0,28	2,80	4,52	8,54
PFHpS	70	45	64%	0,018	47,00	5,13	0,06	0,46	1,30	11,76	33,50
NEtPFOSAA	70	32	46%	0,010	4,70	0,54	0,04	0,07	0,51	1,23	1,81

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
NMePFBSA	66	24	36%	0,009	8,00	0,60	0,02	0,07	0,20	0,33	2,32
NMePFOSAA	70	24	34%	0,010	1,20	0,30	0,03	0,10	0,44	0,84	1,12
PFNA	70	22	31%	0,010	6,90	1,18	0,17	0,31	0,58	3,82	5,46
PFDA	70	19	27%	0,011	5,00	0,89	0,12	0,37	0,86	1,67	3,34
6:2 FTS	70	17	24%	0,012	0,89	0,15	0,01	0,03	0,11	0,50	0,71
PFECHS	70	14	20%	0,001	1,50	0,27	0,01	0,03	0,34	0,85	1,16
4:2 FTS	70	8	11%	0,052	2,00	0,93	0,48	0,61	1,50	1,80	1,90
HFPO-DA	70	8	11%	0,014	0,56	0,25	0,06	0,14	0,50	0,54	0,55
PFNS	70	7	10%	0,016	1,40	0,35	0,04	0,10	0,36	0,91	1,16
PFTTrDA	70	5	7%	0,004	0,41	0,20	0,16	0,20	0,23	0,34	0,37
NMePFOSA	70	4	6%	0,015	0,09	0,05	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09
10:2 FTS	70	3	4%	0,012	0,53	0,19	0,02	0,02	0,28	0,43	0,48
PFODA	70	3	4%	0,015	0,36	0,14	0,02	0,03	0,20	0,29	0,33
6:2 diPAP	70	3	4%	0,005	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
DONA	70	2	3%	0,530	0,57	0,55	0,54	0,55	0,56	0,57	0,57
PFHxDA	70	2	3%	0,420	0,53	0,48	0,45	0,48	0,50	0,52	0,52
NEtPFOSA	70	2	3%	0,052	0,13	0,09	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13
6:2/8:2 FTPD	70	2	3%	0,012	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8:2 FTS	70	1	1%	0,550	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
PFTeDA	70	1	1%	0,240	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
PFDS	70	1	1%	0,049	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
PFUnDA	70	1	1%	0,019	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Concentratie in µg/l

Uit deze resultaten blijkt dat:

- Ook in de diepe watervoerende laag van de 2^{de} aquifer zijn grotendeels dezelfde individuele PFAS-verbindingen gerapporteerd als in het middeldiepe deel van de tweede aquifer;
- De maximale concentratie en de mediaan van de meest gerapporteerde PFAS-componenten zijn redelijke gelijkaardig. In tegenstelling tot de middeldiepe laag, is in deze diepe laag de maximale PFBA en PFBS-concentratie beduidend hoger en in deze laag in lijn met de maximale PFOS-concentratie en de PFOS-mediaan; en
- In meer dan 71% van de stalen zijn de gedefinieerde COC's gedetecteerd. De C4- verbindingen PFBS, PFBA, PFBSA zijn in meer dan 89% van de stalen gedetecteerd.

Precursoren

Naar analogie met grond, is ook voor het grondwater een korte bespreking opgenomen voor de precursoren.

C8- precursoren

In Tabel 5-29 is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de C8-precursoren in grondwaterstalen ter hoogte van de 3M-site en de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

De precursoren PFOSA, NMePFOSAA en NEtPFOSAA zijn in een relevant aantal stalen zowel in de 1^{ste} als 2^{de} aquifer gedetecteerd. De maximaal gemeten concentratie neemt af met toenemende diepte. NMePFOSA en NEtPFOSA zijn nog wel in de 1^{ste} aquifer gedetecteerd, maar beduidend minder in de 2^{de} aquifer.

TABEL 5-29 EVALUATIE C8-PRECURSOREN IN GRONDWATER TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFOS					
1 ^{ste} aquifer	789	789	100%	0,368	100.000,0
2 ^{de} aquifer -middeldiep	256	253	99%	0,150	18.000,0
2 ^{de} aquifer - diep	150	144	96%	0,750	293,7
PFOSA					
1 ^{ste} aquifer	780	662	85%	< 0,001	270,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	250	183	73%	0,010	77,0
2 ^{de} aquifer - diep	150	106	71%	0,025	13,0
NMePFOSAA					
1 ^{ste} aquifer	359	238	66%	< 0,001	63,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	127	50	39%	0,013	10,0
2 ^{de} aquifer - diep	70	24	34%	0,010	1,2
NEtPFOSAA					
1 ^{ste} aquifer	359	238	66%	< 0,001	100,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	127	57	45%	0,001	14,0
2 ^{de} aquifer - diep	70	32	46%	0,010	4,7
NMePFOSA					
1 ^{ste} aquifer	359	113	31%	0,007	390,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	127	10	8%	0,005	0,7
2 ^{de} aquifer - diep	70	4	6%	0,015	0,1
NEtPFOSA					
1 ^{ste} aquifer	359	96	27%	0,002	400,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	127	5	4%	0,014	0,1

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
2 ^{de} aquifer - diep	70	2	3%	0,052	0,1

C6- precursoren

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de gekende C6-precursor.

De precursor voor C6-componenten, met name PFHxSA, is in 80-95% van de geanalyseerde stalen gedetecteerd, in 1^{ste} en 2^{de} aquifer. De maximaal gemeten concentratie neemt af met toenemende diepte.

TABEL 5-30 EVALUATIE C6-PRECURSOR TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFHxS					
1 ^{ste} aquifer	781	774	99%	0,06	100.000,00
2 ^{de} aquifer - middeldiep	250	249	100%	0,06	14.100,00
2 ^{de} aquifer - diep	150	148	99%	0,04	2.800,00
PFHxSA					
1 ^{ste} aquifer	336	304	90%	0,03	4.900,00
2 ^{de} aquifer - middeldiep	124	118	95%	0,03	880,00
2 ^{de} aquifer - diep	66	53	80%	0,04	320,00

C4-precursoren

In onderstaande tabel is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de C4-precursoren.

C4-precursoren zijn in vergelijking tot grond in een aanzienlijk hoger percentage grondwaterstalen gedetecteerd, wat het gevolg is van de hogere mobiliteit en oplosbaarheid van C4-componenten waardoor deze makkelijk uitlogen.

PFBSA en NMePFBSAA zijn in 85-95% van de geanalyseerde stalen gedetecteerd, zowel in 1^{ste} als 2^{de} aquifer. De maximaal gemeten concentratie neemt af met toenemende diepte.

NMePFBSA is enkel in de 2^{de} aquifer in een kleiner percentage van de geanalyseerde stalen gemeten in vergelijking met de andere precursoren.

TABEL 5-31 EVALUATIE C4-PRECURSOREN TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFBS					

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
1 ^{ste} aquifer	473	465	98%	0,079	100.000,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	133	130	98%	0,038	510,0
2 ^{de} aquifer - diep	71	70	99%	0,045	1.300,00
PFBSA					
1 ^{ste} aquifer	338	320	95%	0,099	300,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	124	115	93%	0,071	180,0
2 ^{de} aquifer - diep	66	59	89%	0,023	49,00
NMePFBSAA					
1 ^{ste} aquifer	334	283	85%	0,004	8.200,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	124	112	90%	0,030	910,0
2 ^{de} aquifer - diep	66	59	89%	0,026	280,00
NMePFBSA					
1 ^{ste} aquifer	334	240	72%	0,004	1.300,0
2 ^{de} aquifer - middeldiep	124	84	68%	0,001	230,0
2 ^{de} aquifer - diep	66	24	36%	0,009	8,00

PFAS som

In het overgrote deel van de grondwatermonsters genomen ter hoogte van de 3M-site en de strook tussen de 3M-site en Palingbeek is de gemeten concentratie voor som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL hoger dan de van toepassing zijnde voorgestelde bodemsaneringsnorm.

5.8.2.3 GEBIED OFF-SITE

1^{ste} aquifer en ondiepe laag ongedifferentieerde aquifer

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in het grondwater van de 1^{ste} aquifer en ondiepe laag van de ongedifferentieerde aquifer ter hoogte van het off-site deel van het projectgebied is opgenomen in Tabel 5-32.

In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond. In deze tabel zijn ook alleen die PFAS-componenten opgenomen waarbij de 95%-iel een waarde heeft boven 0,01 µg/l.

TABEL 5-32 1^{STE} AQUIFER EN ONDIEPE LAAG ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFBS	486	477	98%	<0,001	13,000	0,519	0,057	0,140	0,480	1,400	2,300
PFOA	507	496	98%	<0,001	170,000	0,707	0,027	0,089	0,302	0,813	1,815
PFBA	475	458	96%	<0,001	52,000	0,914	0,063	0,185	0,553	1,800	3,515
PFHxA	489	468	96%	<0,001	180,000	0,572	0,016	0,045	0,140	0,440	0,921
PFHxS	481	452	94%	<0,001	140,000	0,516	0,019	0,054	0,187	0,540	0,887
PFOS	509	470	92%	<0,001	33,000	1,519	0,015	0,072	0,433	3,400	9,505
PFHpA	489	427	87%	<0,001	66,000	0,208	0,007	0,018	0,048	0,122	0,226
PFPeA	479	393	82%	<0,001	170,000	0,617	0,017	0,042	0,120	0,476	0,866
PFPeS	464	359	77%	<0,001	3,300	0,048	0,004	0,012	0,031	0,085	0,160
PFBSA	438	334	76%	<0,001	4,300	0,174	0,007	0,022	0,066	0,350	1,325
PFHpS	461	243	53%	<0,001	6,900	0,045	0,002	0,005	0,018	0,057	0,072
6:2 FTS	464	173	37%	<0,001	80,000	0,501	0,002	0,004	0,015	0,071	0,286
PFHxSA	422	156	37%	<0,001	16,000	0,228	0,007	0,012	0,029	0,140	0,680
PFNA	479	168	35%	<0,001	0,110	0,007	0,001	0,003	0,009	0,015	0,025

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFOSA	490	170	35%	<0,001	0,362	0,022	0,001	0,004	0,020	0,057	0,079
NEtPFOSAA	464	140	30%	<0,001	3,800	0,060	0,002	0,007	0,028	0,074	0,187
NMePFOSAA	448	128	29%	<0,001	2,400	0,035	0,001	0,004	0,018	0,036	0,060
HFPO-DA	433	115	27%	<0,001	0,440	0,009	0,001	0,003	0,006	0,014	0,017
NMePFBSAA	428	98	23%	<0,001	0,490	0,026	0,006	0,010	0,020	0,048	0,111
PFDA	479	81	17%	<0,001	0,090	0,005	0,001	0,001	0,003	0,012	0,025
PFPeDA	156	25	16%	0,010	0,022	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,018
NMePFBSA	428	60	14%	<0,001	0,260	0,032	0,007	0,011	0,030	0,093	0,177
8:2 FTS	464	40	9%	0,001	0,660	0,020	0,001	0,001	0,002	0,017	0,049
4:2 FTS	464	38	8%	0,001	0,830	0,024	0,001	0,001	0,002	0,004	0,076
6:2 diPAP	453	37	8%	0,002	2,300	0,079	0,010	0,010	0,012	0,052	0,330
PFUnDA	479	37	8%	<0,001	0,027	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,019
NEtPFOSA	456	35	8%	0,001	0,040	0,009	0,004	0,004	0,010	0,026	0,040
NMePFOSA	464	34	7%	0,001	0,025	0,004	0,002	0,002	0,002	0,008	0,018
6:2/8:2 FTPD	454	32	7%	0,001	0,023	0,010	0,010	0,010	0,010	0,012	0,017
8:2 diPAP	461	32	7%	0,001	0,023	0,002	0,001	0,001	0,002	0,004	0,012
PFTeDA	464	32	7%	0,001	0,035	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,016
PFDoDA	479	33	7%	<0,001	0,065	0,005	0,001	0,001	0,001	0,004	0,057
10:2 FTS	464	31	7%	0,004	0,510	0,022	0,004	0,004	0,004	0,012	0,212
PFNS	456	30	7%	<0,001	0,027	0,003	0,001	0,001	0,001	0,006	0,021
PFHxDA	464	30	6%	0,001	0,015	0,002	0,001	0,001	0,002	0,008	0,013

Concentratie in µg/l

Bij een waarde van < 0,001 is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en 0,001 µg/l

Uit deze resultaten blijkt dat:

- De meest relevante individuele PFAS-verbindingen die off-site gemeten zijn in de 1^{ste} aquifer en de ondiepe laag van de ongedifferentieerde aquifer, qua detectie (>75%) en gemeten concentraties, zijn PFBS, PFOA, PFBA, PFHxA, PFHxS, PFOS, PFHpA, PFPeA, PFPeS en PFBSA;
- Wat de maximale concentraties betreft van bovenvermelde parameters, blijkt dat:
 - De PFPeA-concentratie van 170.000 ng/l, de PFOA-concentratie van 170.000 ng/l, de PFHxA-concentratie van 180.000 ng/l, de PFHxS-concentratie van 140.000 ng/l, de PFHpA-concentratie van 66.000 ng/l, de PFBA-concentratie van 52.000 ng/l en de 6:2 FTS-concentratie van 80.000 ng/l zijn allen gemeten in dezelfde peilbuis nabij de brandweerpost op Linkeroever; en
 - De maximale concentraties van deze parameters nabij de brandweerpost Linkeroever zijn ook significant hoger dan elders in het projectgebied, gelet op de mediaan en het 95%-iel van deze stoffen zoals in bovenstaande tabel staan vermeld. Dit betekent dat deze verontreiniging nabij de brandweerpost niet het gevolg is van de 3M-activiteiten;
- De precursoren die on site in de 1^{ste} aquifer wel in een significant percentage grondwatermonsters zijn gedetecteerd, zijn off-site in een kleiner percentage (5-40 %) van de geanalyseerde grondwaterstalen gedetecteerd. De gemeten concentraties liggen ook beduidend lager; en
- In meer dan 35% van de stalen zijn de COC's gedetecteerd. De COC's PFBS, PFOA, PFBA, PFHxA, PFHxS, PFOS zijn in meer dan 92% van de stalen gedetecteerd. De C4- verbindingen PFBS, PFBA, PFBSA zijn in meer dan 76% van de stalen gedetecteerd.

Middeldiepe laag 2^{de} en ongedifferentieerde aquifer

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen in grondwater van de middeldiepe laag in de 2^{de} en ongedifferentieerde aquifer, is opgenomen in Tabel 5-33.

In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond. In deze tabel zijn ook alleen die PFAS-componenten opgenomen waarbij de 95%-iel een waarde heeft boven 0,01 µg/l.

TABEL 5-33 MIDDELDIEPE LAAG 2^{DE} EN ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE

Component	Aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
PFBA	98	90	92%	< 0,001	73,000	1,409	0,051	0,230	0,815	1,890	3,390
PFHxA	110	101	92%	< 0,001	120,000	1,298	0,009	0,036	0,140	0,318	0,476
PFOA	113	100	88%	< 0,001	420,000	4,624	0,006	0,046	0,248	0,718	1,590
PFBS	109	94	86%	< 0,001	6,600	0,256	0,008	0,058	0,260	0,565	1,000
PFOS	113	96	85%	< 0,001	650,000	7,815	0,006	0,028	0,155	0,628	8,940
PFPeA	110	92	84%	< 0,001	51,000	0,654	0,008	0,037	0,138	0,299	0,554
PFHxS	111	90	81%	< 0,001	1.600,000	17,913	0,010	0,041	0,128	0,475	0,769
PFHpA	110	84	76%	< 0,001	58,000	0,732	0,004	0,015	0,044	0,087	0,253
PFPeS	98	68	69%	< 0,001	9,100	0,163	0,003	0,013	0,029	0,093	0,192
PFBSA	97	56	58%	< 0,001	16,000	0,313	0,002	0,009	0,026	0,105	0,188
PFHpS	97	30	31%	< 0,001	20,000	0,673	0,001	0,002	0,011	0,024	9,014
PFOSA	111	33	30%	0,001	2,700	0,088	0,002	0,003	0,008	0,029	0,835
PFHxSA	97	27	28%	< 0,001	15,000	0,597	0,002	0,010	0,041	0,197	9,292
NEtPFOSAA	92	24	26%	0,001	0,780	0,037	0,001	0,004	0,009	0,019	0,592
NMePFOSAA	92	24	26%	< 0,001	0,890	0,040	0,001	0,002	0,005	0,012	0,672

Component	Aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
6:2 FTS	98	22	22%	0,001	0,150	0,014	0,002	0,002	0,010	0,043	0,134
PFNA	110	23	21%	0,001	2,000	0,092	0,001	0,002	0,005	0,030	1,607
PFDA	110	21	19%	0,001	0,610	0,030	0,001	0,001	0,001	0,002	0,549
NMePFBSAA	91	16	18%	0,001	3,500	0,231	-	-	-	-	-
HFPO-DA	97	17	18%	0,001	0,068	0,015	-	-	-	-	-
PFECHS	97	12	12%	0,001	2,000	0,168	-	-	-	-	-
NMePFBSA	91	8	9%	0,002	0,710	0,105	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/l

Bij een waarde van < 0,001 is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en 0,001 µg/l

Uit deze resultaten blijkt dat:

- De meest relevante individuele PFAS-verbindingen die offsite gemeten zijn in de middeldiepe laag van de 2^{de} en ongedifferentieerde aquifer, qua detectie (> 76%) en gemeten concentraties, zijn PFBA, PFHxA, PFOA, PFBS, PFOS, PFPeA, PFHxS en PFHpA;
- Wat de maximale concentraties betreft van bovenvermelde parameters, blijkt dat:
 - De PFBA-concentratie van 73.000 ng/l, de PFHxA-concentratie van 120.000 ng/l, de PFOA-concentratie van 420.000 ng/l, de PFBS-concentratie van 6.600 ng/l, de PFOS-concentratie van 650.000 ng/l, de PFPeA-concentratie van 51.000 ng/l, de PFHxS-concentratie van 1.600.000 ng/l en de PFHpA-concentratie van 58.000 ng/l zijn allen gemeten in dezelfde peilbuis gelegen aan de Palingbeek, ten zuiden van de Blokkersdijkvijver;
 - De maximale concentraties van deze parameters worden gemeten rond de Blokkersdijkvijver en de 3M-site. Deze concentraties liggen ook hoger dan elders in het projectgebied, gelet op de mediaan en het 95%-iel van deze stoffen zoals in bovenstaande tabel vermeld staat; en
- De precursoren die on site in de middeldiepe watervoerende laag van 2^{de} aquifer wel in een significant percentage grondwatermonsters zijn gedetecteerd, zijn off-site in een kleiner percentage (5-58 %) van de geanalyseerde grondwaterstalen gedetecteerd. De gemeten concentraties liggen ook beduidend lager.

Diepe laag 2^{de} en ongedifferentieerde aquifer

Een statistische momentopname van de analyseresultaten van de PFAS-verbindingen voor de grondwaterwaterstalen uit alle peilbuizen met een diepe filterstelling in het off-site deel van het projectgebied (m.u.v. landstrook tussen 3M-site en Palingbeek), zijn opgenomen in Tabel 5-34.

In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarbij concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond. In deze tabel zijn ook alleen die PFAS-componenten opgenomen waarbij de 95%-iel een waarde heeft boven 0,01 µg/l.

TABEL 5-34 DIEPE LAAG 2^{DE} EN ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER - STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN IN GRONDWATER OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
PFBA	71	65	92%	0,001	18,000	0,627	0,011	0,039	0,160	1,340	4,030
PFOA	72	62	86%	0,001	1,500	0,073	0,003	0,009	0,032	0,274	0,378
PFBS	72	61	85%	0,001	3,300	0,180	0,003	0,013	0,039	0,718	1,470
PFHxA	71	60	85%	0,001	1,300	0,097	0,004	0,010	0,029	0,269	0,736
PFOS	72	57	79%	0,001	11,286	0,289	0,002	0,010	0,057	0,354	0,840
PFPeA	69	54	78%	0,001	1,300	0,071	0,006	0,012	0,024	0,200	0,380
PFHxS	72	55	76%	0,001	1,500	0,097	0,001	0,005	0,019	0,466	0,658
PFHpA	71	54	76%	0,001	0,180	0,021	0,002	0,005	0,010	0,080	0,130
PFPeS	69	47	68%	0,001	0,280	0,018	0,001	0,002	0,005	0,038	0,150
PFPeDA	38	21	55%	0,010	0,020	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,019
PFOSA	72	38	53%	0,001	0,049	0,006	0,001	0,003	0,005	0,016	0,024
6:2 FTS	69	34	49%	0,001	0,870	0,032	0,002	0,003	0,010	0,027	0,242
NEtPFOSAA	69	33	48%	0,001	0,150	0,009	0,001	0,001	0,003	0,026	0,074
PFBSA	71	32	45%	0,001	0,140	0,011	0,002	0,002	0,005	0,044	0,085
PFHxSA	71	32	45%	0,003	0,051	0,014	0,010	0,010	0,010	0,035	0,048

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. Conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
NMePFOSAA	69	30	43%	0,001	0,120	0,008	0,001	0,001	0,003	0,020	0,069
NMePFBSAA	69	27	39%	0,002	0,051	0,012	0,010	0,010	0,010	0,029	0,045
DONA	69	25	36%	0,001	0,019	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,014
HFPO-DA	69	25	36%	0,001	0,021	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,016
NEtPFOSA	69	23	33%	0,004	0,048	0,008	0,004	0,004	0,005	0,023	0,045
NMePFOSA	69	22	32%	0,002	0,014	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,012
NMePFBSA	69	21	30%	0,010	0,060	0,017	0,010	0,010	0,025	0,038	0,058

Concentratie in µg/l

Bij een waarde van < 0,001 is er een concentratie gemeten tussen de detectielimiet en 0,001 µg/l

Uit deze resultaten blijkt dat:

- De meest relevante individuele PFAS-verbindingen die offsite gemeten zijn in de diepe laag van de 2^{de} en ongedifferentieerde aquifer, qua detectie (> 76%) en gemeten concentraties, zijn PFBA, PFOA, PFBS, PFHxA, PFOS, PFPeA, PFHxS en PFHpA;
- Wat de maximale concentraties betreft van bovenvermelde parameters, blijkt dat:
 - De PFBA-concentratie van 18.000 ng/l, de PFOA-concentratie van 1.500 ng/l, de PFBS-concentratie van 3.300 ng/l, de PFHxA-concentratie van 1.300 ng/l, de PFOS-concentratie van 11.286 ng/l, de PFPeA-concentratie van 1.300 ng/l, de PFHxS-concentratie van 1.500 ng/l en de PFHpA-concentratie van 180 ng/l zijn allen gemeten rond de Blokkersdijkvijver;
 - Deze concentraties liggen ook hoger dan elders in het projectgebied, gelet op de mediaan en het 95%-iel van deze stoffen zoals in bovenstaande tabel vermeld staat; en
- De precursoren die on-site in de diepe watervoerende laag van 2^{de} aquifer wel in een significant percentage grondwatermonsters zijn gedetecteerd, zijn off-site in een kleiner percentage (30-53 %) van de geanalyseerde grondwaterstalen gedetecteerd. De gemeten concentraties liggen ook beduidend lager.

Precursoren

Naar analogie met grond, is ook voor het grondwater een korte bespreking opgenomen voor de precursoren.

C8- precursoren

In Tabel 5-35 is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de C8-precursoren in de grondwaterstalen gelegen binnen het off-site deel van het projectgebied.

PFOS, PFOA en de C8-precursoren zijn in vergelijking tot grond in een aanzienlijk hoger percentage grondwaterstalen gedetecteerd.

TABEL 5-35 EVALUATIE C8-PRECURSOREN OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFOS					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	509	470	92%	< 0,001	33,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	113	96	85%	< 0,001	650,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	72	57	79%	0,001	11,286
PFOA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	490	170	35%	< 0,001	0,362
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	111	33	30%	0,001	2,700
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	72	38	53%	0,001	0,049
NETPFOSAA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	464	140	30%	< 0,001	3,800
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	92	24	26%	0,001	0,780
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	33	48%	0,001	0,150
NMePFOSAA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	448	128	29%	< 0,001	2,400
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	92	24	26%	< 0,001	0,89
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	30	43%	0,001	0,120
NETPFOA					

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	456	35	8%	0,001	0,040
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	91	5	5%	0,002	0,006
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	23	33%	0,004	0,048

NMePFOSA

1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	464	34	7%	0,001	0,025
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	92	5	5%	0,002	0,003
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	22	32%	0,002	0,014

C6- precursoren

In Tabel 5-36 is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de C6-precursor.

PFHxS en C6-precursor zijn in vergelijking tot grond in een aanzienlijk hoger percentage grondwaterstalen gedetecteerd. De precursor PFHxSA is off-site in circa 40% van de geanalyseerde monsters gedetecteerd.

TABEL 5-36 EVALUATIE C6-PRECURSOR OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFHxS					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	481	452	94%	< 0,001	140,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer -middeldiep	111	90	81%	< 0,001	1.600,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	72	55	76%	0,001	1,500
PFHxSA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	422	156	37%	< 0,001	16,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer -middeldiep	97	27	28%	< 0,001	15,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	71	32	45%	0,003	0,051

C4- precursoren

In Tabel 5-37 is een samenvatting gegeven van de aanwezigheid van de C4-precursoren.

PFBS en de PFBS-precursoren zijn in vergelijking tot grond in een aanzienlijk hoger percentage grondwaterstalen gedetecteerd. PFBSA is in 40-80% van de geanalyseerde stalen gedetecteerd. De andere precursoren zijn in een lager percentage aanwezig.

TABEL 5-37 EVALUATIE C4-PRECURSOREN OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Totaal aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min conc. (µg/l)	Max conc. (µg/l)
PFBS					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	486	477	98%	< 0,001	13,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	109	94	86%	< 0,001	6,600
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	72	61	85%	0,001	3,300
PFBSA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	438	334	76%	< 0,001	4,300
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	97	56	58%	< 0,001	16,000
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	71	32	45%	0,001	0,140
NMePFBSAA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	428	98	23%	< 0,001	0,490
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	91	16	18%	0,001	3,500
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	27	39%	0,002	0,051
NMePFBSA					
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	428	60	14%	< 0,001	0,260
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - middeldiep	91	8	9%	0,002	0,710
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	69	21	30%	0,010	0,060

PFAS-som

Tabel 5-38 geeft een overzicht van de som PFAS de som PFAS 20 EU DWRL voor de grondwaterstalen gelegen binnen het off-site deel van het projectgebied. Er is hierbij geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende aquifers.

TABEL 5-38 'SOM TOTAAL PFAS' EN 'SOM 20 EU DWRL' GRONDWATER OFF-SITE

	Som totaal PFAS	20 EU DWRL
Voorgestelde bodemsaneringsnorm (BSN)	0,5 µg/l	0,1 µg/l
% monsters > Voorgestelde BSN	53%	84%
% monster tussen Voorgestelde BSN en 80% Voorgestelde BSN	7%	2%
% monsters < 80% Voorgestelde BSN	40%	14%

In respectievelijk 53% en 84% van de geanalyseerde grondwaterstalen is de voorgestelde BSN voor som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL overschreden.

5.8.3 ULTRAKORTE KETEN PFAS-VERBINDINGEN

Binnen het projectgebied van voorliggend onderzoek is een eerste preliminaire screening in het grondwater uitgevoerd voor enkele ultrakorte PFAS-verbindingen. In onderstaande sectie is een bespreking van de meest relevante ultrakorte ketens weergegeven, met name TFA en PFPrA.

5.8.3.1 GEBIED 3M-SITE EN LANDSTROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

In Tabel 5-39 is een samenvatting gegeven van de TFA en PFPrA-resultaten voor de grondwaterstalen genomen ter hoogte van de 3M-site en de strook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

De maximumconcentratie van TFA in de peilbuizen met een ondiepe (1.600 µg/l) en middeldiepe filterstelling (1.700 µg/l) is aanzienlijk hoger dan de maximumconcentratie in de peilbuizen met een diepe (173 µg/l) filterstelling.

PFPrA is in het grondwater van elke bemonsterde peilbuis aangetoond. De hoogste PFPrA-concentraties zijn gemeten op de 3M-site. Ter hoogte van de strook tussen de 3M-site en de Palingbeek zijn lagere concentraties gemeten.

TABEL 5-39 STATISTISCHE EVALUATIE TFA EN PFPRA TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
TFA											
1 ^{ste} aquifer	69	35	51%	0,16	1.600	103,00	2	23	76	110	332
2 ^{de} aquifer - middeldiep	39	30	77%	0,34	1.700	262,00	16	73	395	652	805
2 ^{de} aquifer - diep	14	11	79%	0,28	173	1.300,00	-	-	-	-	-
PFPra											
1 ^{ste} aquifer	14	14	100%	0,21	3.100	252,96	-	-	-	-	-
2 ^{de} aquifer - middeldiep	10	10	100%	0,19	880	201,69	-	-	-	-	-
2 ^{de} aquifer - diep	4	4	100%	0,06	820	106,27	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/l

5.8.3.2 GEBIED OFF-SITE

Tabel 5-40 geeft een samenvatting van de TFA en PFPrA-resultaten voor de grondwaterstalen gelegen binnen het off-site deel van het projectgebied.

Uit de TFA-resultaten en de statistische evaluatie blijkt dat:

- TFA is gemeten in 82% van de ondiepe filters, in 90% van de middeldiepe filters en in alle diepe filters;
- de aangetoonde maximale TFA-concentratie in de peilbuizen met een ondiepe filterstelling, 62 µg/l, is aanzienlijk hoger dan de maximale gemeten concentraties in de peilbuizen met een middeldiepe (8,6 µg/l) en diepe (9,1 µg/l) filterstelling; en
- de gemeten TFA-concentraties in de peilbuizen off-site liggen allen duidelijk lager dan deze gemeten op de 3M-site en de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek zelf. De maximale off-site concentratie van 62 µg/l in de ondiepe filters is significant lager dan de 1.600 µg/l gemeten op de site.

Wat PFPrA betreft, is het volgende vastgesteld:

- PFPrA is in het grondwater van bijna alle bemonsterde peilbuizen aangetoond. In de middeldiepe laag van de 2^{de} aquifer zijn er enkele peilbuizen in het Sint Annabos en op Linkeroever waar er geen PFPrA is gerapporteerd;
- de maximale PFPrA-concentratie van 36 µg/l is gemeten in een ondiepe peilbuis aan de oostelijke zijde van Blokkersdijk. Deze concentratie is opmerkelijk hoger dan de concentraties in de omliggende peilbuizen; en
- de gemeten PFPrA-concentraties in de peilbuizen off-site liggen significant lager dan deze gemeten op de 3M-site en de landstrook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

TABEL 5-40 STATISTISCHE EVALUATIE TFA EN PFPrA OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
TFA											
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	144	118	82%	0,005	62,000	2,302	0,600	0,955	1,400	3,130	7,135
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer -middeldiep	30	27	90%	0,100	8,600	1,738	0,390	0,600	2,300	6,080	7,880
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	12	12	100%	0,064	9,100	1,680	-	-	-	-	-
PFPrA											
1 ^{ste} aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	76	76	100%	0,027	8,100	1,683	0,077	0,500	1,500	4,260	6,180
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer -middeldiep	22	18	82%	0,013	11,000	1,632	0,113	0,475	1,443	4,590	7,515
2 ^{de} en ongedifferentieerde aquifer - diep	7	7	100%	0,007	36,000	1,131	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/l

5.8.4 AOF EN TOP-ASSAY ANALYSE

Op vraag van OVAM naar aanleiding van opmerkingen op voorgaande onderzoeken, zijn naast de individuele PFAS-verbindingen ook AOF-analyses en TOP-assay analyses uitgevoerd, als een screening van het grondwater verspreid over het projectgebied. Er zijn stalen geselecteerd zowel op de 3M-site als in de weide omgeving van de site binnen het projectgebied.

5.8.4.1 GEBIED 3M-SITE EN LANDSTROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Tabel 5-41 geeft een samenvatting van AOF-resultaten voor de grondwaterstalen gelegen ter hoogte van de 3M-site en de strook tussen de 3M-site en de Palingbeek.

In alle waterstalen is AOF aangetoond boven de detectielimiet. De AOF-concentratie in de ondiepe filters is gemiddeld hoger dan deze in de middeldiepe en diepe filters. De AOF-concentratie in de middeldiepe filters is gemiddeld gesproken wel nog hoger dan deze in de diepe filters.

TABEL 5-41 STATISTISCHE EVALUATIE AOF TER HOOGTE VAN 3M-SITE EN STROOK TUSSEN 3M-SITE EN PALINGBEEK

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
AOF											
1 ^{ste} aquifer	57	57	100%	9	84.000	7.080	310	1.200	4.700	15.000	31.000
2 ^{de} aquifer -middeldiep	22	22	100%	3	23.000	3.114	255	635	3.150	7.740	13.700
2 ^{de} aquifer - diep	9	9	100%	56	16.000	2.528	150	310	850	6.960	11.480

Concentratie in µg/l

Een verdere interpretatie van deze data is opgenomen onder hoofdstuk 6, samen met de interpretatie van de TOP-assay analyse.

5.8.4.2 GEBIED OFF-SITE

Tabel 5-42 geeft een samenvatting van AOF-resultaten voor de grondwaterstalen gelegen binnen het off-site deel van het projectgebied.

AOF is in 54% van de watermonsters van de peilbuizen met een ondiepe filterstelling aangetoond met een maximumconcentratie van 120 µg/l. In de peilbuizen met een middeldiepe filterstelling zijn er beduidend lagere concentraties gemeten, met slechts in 2% een detectie, en in de peilbuizen met een diepe filterstelling is deze som parameter niet aangetoond. De gemeten concentraties op de 3M-site en in de strook tussen de Palingbeek en de 3M-site liggen beduidend hoger dan deze gemeten off-site.

TABEL 5-42 STATISTISCHE EVALUATIE AOF OFF-SITE

Component	Totaal aantal stalen	Aantal stalen met detectie	% stalen met detectie	Min. conc. (µg/l)	Max. conc. (µg/l)	Gem. conc. (µg/l)	25 Perc.	50 Perc.	75 Perc.	90 Perc.	95 Perc.
AOF											
1ste aquifer + ondiep ongedifferentieerde aquifer	54	29	54%	1	120	19,18	2	4	15	93	115
2de en ongedifferentieerde aquifer -middeldiep	113	8	7%	1	5	2,25	-	-	-	-	-
2de en ongedifferentieerde aquifer - diep	3	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-

Concentratie in µg/l

Een verdere interpretatie van deze data is opgenomen onder hoofdstuk 6, alsook de interpretatie van de TOP-assay analyse.

5.9 RESULTATEN IN VOEDINGSMIDDELEN

De resultaten van het onderzoek van geteste voedingsmiddelen zijn gebruikt als input voor de risico-evaluatie die in hoofdstuk 7 is besproken. De resultaten zijn gevisualiseerd op Figuur 13 en in tabelvorm weergegeven in Bijlage 11. De voedingsmiddelen betreffen dierlijke producten (melk, eieren, en kippenvlees), groenten, kruiden, fruit en voedergewassen. Daarnaast is ook kippenvoer bemonsterd.

5.9.1 DIERLIJKE PRODUCTEN

5.9.1.1 ALGEMEEN

In totaal zijn 3 typemonsters (melk, eieren en kippenvlees) 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 (gebied ten zuiden van E34). In de volgende sectie is het resultaat van 2021 opgenomen. Deze melkmonsters zijn niet opnieuw genomen in 2022-2023.

Volgende eiermonsters zijn verzameld:

- 7 eiermonsters in juni 2021 - gebied ten zuiden van E34;
- 4 eiermonsters in september 2021 - gebied ten zuiden van E34;
- 16 eiermonsters in juli 2022 - gebied ten zuiden van E34; en
- 1 eiermonster in oktober 2022 - Linkeroever.

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 en oktober 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.

5.9.1.2 MELK

Gebied ten zuiden van E34

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 2023. De andere PFAS-verbindingen die door het labo zijn 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.

5.9.1.3 EIEREN

Gebied ten zuiden van E34

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 11354-2021 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 11. De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022 zijn respectievelijk weergegeven in Tabel 5-43 en Tabel 5-44.

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 5-43 TATISTISCHE 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 5-44 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
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

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min ($\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht)	Max ($\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht)
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 bevestigen dit.

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

In september 2021 zijn er geen verbindingen gedetecteerd in het eiwit boven de detectielimiet van 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht, met inbegrip van PFOS. In 2022 zijn er, met een lagere detectielimiet van 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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.

Linkeroever

De resultaten van de analyse (in $\mu\text{g}/\text{kg}$) van het geteste eiermonster is opgenomen in Bijlage 11. Verschillende PFAS-verbindingen zijn gedetecteerd in het eigeel, waarbij PFOS de dominante PFAS-verbinding is, gevolgd door PFTrDA, maar in veel lagere concentraties. In het eiwit is geen PFAS gedetecteerd. De PFOS-concentratie bedraagt 44,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht en overschrijdt hiermee de actiewaarde van 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (nat gewicht). Voor PFOA, PFNA, en PFHxS zijn de geldende actiewaarden niet overschreden. De maximale Som PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS-concentratie van 45,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (nat gewicht) overschrijdt ook de vigerende actiewaarde van 1,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (nat gewicht).

5.9.1.4 KIPPENVLEES

Gebied ten zuiden van E34

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 de huidige actiewaarde ongeveer met een factor 2.

5.9.2 GROENTEN EN GEWASSEN

5.9.2.1 GROENTEN

Gebied ten zuiden van E34

De analyseresultaten van de nieuwe groentemonsters uit 2023 genomen in het gebied ten zuiden van E34 zijn weergegeven in Bijlage 11. De beknopte statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022, inclusief 2023, zijn respectievelijk weergegeven in Tabel 5-45 en Tabel 5-46. Daar er maar beperkt groentemonsters zijn genomen in 2023, is ervoor gekozen om deze bij de monsters van 2022 te voegen voor de statistische analyse. De analysemethode en het aantal geanalyseerde parameters is gelijk.

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

TABEL 5-45 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 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 5-46 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 2022 EN 2023

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFBA	21	10	50%	0,22	1,89
PFOS	90	37	41%	0,02	0,55
PFBS	90	29	32%	0,03	0,88
PFPeA	90	13	14%	0,06	0,27
PFOA	90	5	5%	0,01	0,08
PFHxS	90	3	3%	0,01	0,02
PFNA	90	2	2%	0,01	0,04
PFHxA	90	1	1%	0,06	0,06

In 2021 zijn in 16 van de 74 geteste groentemonsters PFAS-componenten aangetoond boven de door het labo gehanteerde detectielimiet. In 2022/2023 zijn in 59 van de 90 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 2022/2023 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 2022/2023 is in 41 % van de monsters PFOS gedetecteerd boven de detectielimiet. In 2021 zijn er geen PFOS-concentraties gemeten boven de detectielimiet. Met uitzondering van twee monsters liggen alle gemeten PFOS-concentraties in 2022/2023 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 2022/2023 zijn geen PFOA-concentraties boven de detectielimiet gedetecteerd in monsters genomen in tuinen langs de Molenstraat.

PFBS wordt zowel in 2021 en 2022/2023 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 2022/2023 zijn geen concentraties van 6:2 FTS, 4:2 FTS en HFPO-DA gemeten boven de detectielimiet.

Linkeroever

De analyseresultaten van de 17 groente- en kruidenmonsters genomen in 2022 in het gebied Linkeroever zijn weergegeven in Bijlage 11. De beknopte statistische evaluatie van de analyseresultaten, is weergegeven in Tabel 5-47.

Er zijn in 13 van de 17 geteste groente- en kruidenmonsters PFAS-componenten gedetecteerd. De concentraties van het merendeel van de aangetoonde PFAS-verbindingen liggen onder de 0,5 µg/kg nat gewicht, met uitzondering van PFBA en PFPeA.

Ook op Linkeroever is PFBA de belangrijkste verbinding die is gedetecteerd, in 12 van de 17 stalen. De maximaal aangetoonde PFBA-concentratie op Linkeroever is 4,81 µg/kg nat gewicht. Tevens de maximaal aangetoonde PFAS-concentratie in gewassen op Linkeroever. Vervolgens is PFPeA het meest gedetecteerd, 8 van de 17 stalen. PFOA en PFBS zijn in 6 van de 17 stalen teruggevonden. In 24 % van de monsters is PFOS gedetecteerd boven de detectielimiet. In verhouding tot het gebied ten zuiden van E34 is dit beperkter.

Net zoals in het gebied ten zuiden van de E34 zijn PFNA, PFHxA, PFHpA en PFHxS minder aanwezig in de stalen.

TABEL 5-47 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN GROENTENMONSTERS 2022

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min ($\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht)	Max ($\mu\text{g}/\text{kg}$ nat gewicht)
PFBA	17	12	71%	0,115	4,810
PFPeA	17	8	47%	0,170	0,840
PFBS	17	6	35%	0,025	0,302
PFOA	17	6	35%	0,013	0,092
PFNA	17	5	29%	0,006	0,029
PFHxA	17	4	24%	0,101	0,148
PFOS	17	4	24%	0,045	0,084
PFHpA	17	1	6%	0,606	0,606
PFHxS	17	1	6%	0,032	0,032

5.9.2.2 VOEDERGEWASSEN (KLAVER, GRAS, GRAAN EN MAÏS)

Gebied ten zuiden van E34

De analyseresultaten van de voedergewassen uit 2021 en 2022 in het gebied ten zuiden van de E34 zijn reeds opgenomen in bijlage in eerder onderzoek. De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022 zijn respectievelijk weergegeven in Tabel 5-48 en Tabel 5-49.

TABEL 5-48 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 5-49 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, zijn 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.

5.9.3 FRUIT

Gebied ten zuiden van E34

De analyseresultaten van de nieuwe fruitmonsters uit 2023 in het gebied ten zuiden van de E34 zijn opgenomen in Bijlage 11. De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2022 en 2023 zijn weergegeven in Tabel 5-50. Daar er maar beperkt fruitmonsters zijn genomen in 2023, is ervoor gekozen om deze bij de monsters van 2022 te voegen voor de statistische analyse. De analysemethode en het aantal geanalyseerde parameters is gelijk.

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 51 fruitmonsters verzameld tijdens campagnes in 2021, 2022 en 2023, 15 fruitmonsters in 2021, 31 fruitmonsters in 2022 en 5 fruitmonsters in 2023.

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 5-50 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN FRUITMONSTERS 2022 EN 2023

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min ($\mu\text{g/kg}$ nat gewicht)	Max ($\mu\text{g/kg}$ nat gewicht)
PFBA	5	1	20%	0,208	0,208
PFPeA	36	4	11%	0,053	0,160
PFOS	36	3	8%	0,023	0,140
PFBS	36	2	6%	0,092	0,095
PFHxA	36	1	3%	0,053	0,053

In 2022/2023 zijn vijf PFAS-verbindingen gedetecteerd (PFOS, PFPeA, PFHxA, PFBS en PFBA) in de fruitmonsters. Elke gedetecteerde PFAS-verbinding had een concentratie lager dan 0,5 $\mu\text{g/kg}$ nat gewicht. Ook hier dient vermeld dat Sciensano niet in staat was om PFBA kwantitatief te rapporteren in de fruitmonsters uit 2022, omwille van interferentie met de analyseapparatuur. In de 5 nieuwe fruitmonsters genomen in 2023 is PFBA gedetecteerd in 1 van de 5 monsters.

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 5-51 is weergegeven. Het is opvallend dat er geen PFOA werd gedetecteerd in de geteste appelstalen.

TABEL 5-51 PFAS-VERBINDINGEN IN APPELDELEN

Component	Schil ($\mu\text{g/kg}$ nat gewicht)	Klokhuis ($\mu\text{g/kg}$ nat gewicht)	Vruchtvlees ($\mu\text{g/kg}$ 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-verslag⁴⁹.

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.

⁴⁹ 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

- 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.

Linkeroever

De analyseresultaten van de 4 fruitmonsters genomen in 2022 in het gebied Linkeroever zijn weergegeven in Bijlage 11. De beknopte statistische evaluatie van de analyseresultaten, is weergegeven in Tabel 5-52.

In 3 van de 4 fruitgewassen zijn PFAS-componenten gedetecteerd. De concentraties van het merendeel van de aangetoonde PFAS-verbindingen liggen onder de 0,5 µg/kg nat gewicht, met uitzondering van PFBA en NEtPFOSA. Echter in tegenstelling tot de gewassen, blijkt PFNA de dominante PFAS-component te zijn in het geteste fruit. Het is aangetoond in 3 van de 4 stalen.

De maximale concentratie in het fruit is gemeten in het meidoorn staal op Lekkerover, en dit voor EtPFOSA met een concentratie van 2,99 µg/kg nat gewicht.

TABEL 5-52 STATISTISCHE EVALUATIE PFAS-VERBINDINGEN FRUITMONSTERS 2022

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFNA	4	3	75%	0,006	0,010
PFBA	4	2	50%	0,526	1,680
NEtPFOSA	4	1	25%	2,990	2,990
PFOA	4	1	25%	0,011	0,011

5.9.4 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).

Deze oefening is niet herhaald.

5.10 RESULTATEN OPPERVLAKTEWATER, SEDIMENT, EN VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM

5.10.1 OPPERVLAKTEWATER

5.10.1.1 ALGEMEEN

De resultaten van de bemonsteringen uit de periode 2021 – 2023, zijn in beschouwing genomen om de kwaliteit van het oppervlaktewater van de waterlopen/waterlichamen die binnen het projectgebied aanwezig zijn te beoordelen. Voor sommige waterlopen zoals de Palingbeek, Karperreed en Blokkersdijk zijn ook analyseresultaten beschikbaar uit de periode 2001-2014, welke in deze evaluatie niet weerhouden zijn. Een uitzondering hierop zijn de waterstalen uit de Karperreed welke in onderstaande tabellen opgenomen zijn aangezien voor deze waterloop geen recente analyseresultaten beschikbaar zijn. De beschouwde dataset geeft een voldoende representatief beeld van de milieuhygiënische kwaliteit van het oppervlaktewater.

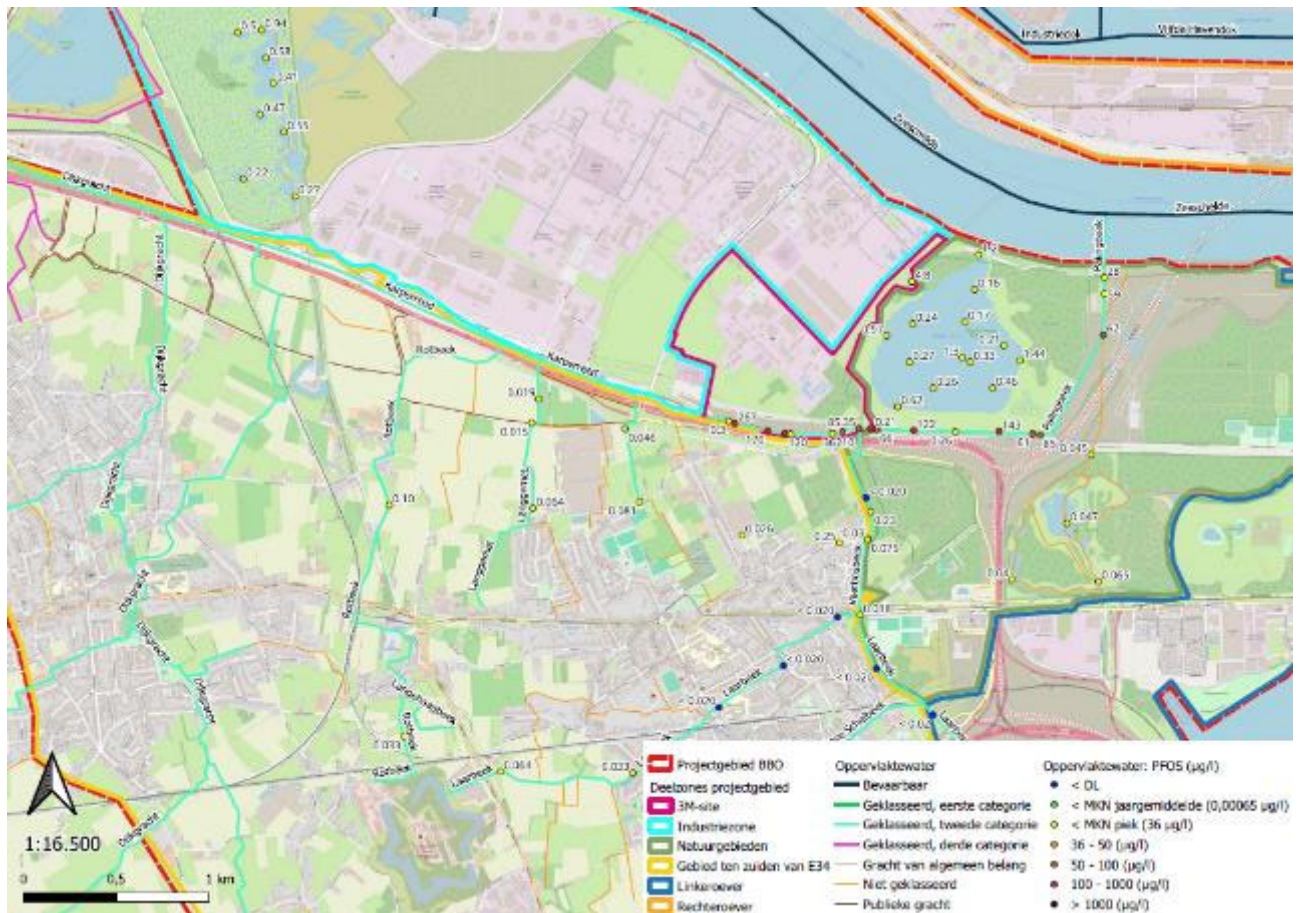
Hoewel de resultaten uit de periode 2001-2014 niet meegenomen zijn in onderstaande analyse is wel een vergelijking gemaakt met de meetresultaten uit de periode 2021-2023. Hieruit blijkt dat de gemiddelde concentratie voor PFOS, PFOA en som PFAS 5-10% hoger was tijdens deze periode in vergelijking met de recente bemonsteringen. Daartegenover staat wel dat de hoogste individuele concentraties voor de verschillende stalen wel steeds gemeten zijn tijdens de periode 2021-2023.

De analysecertificaten zijn opgenomen in Bijlage 13.

De toetsing van de PFOS-resultaten aan de 'milieukwaliteitsnormen' uit 'Vlaem II - Bijlage 2.3.1' is opgenomen in Bijlage 11. Voor de overige PFAS-verbindingen, waarvoor geen toetsingswaarde in Vlaanderen bestaat, is een alternatieve toetsing uitgevoerd aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen die gelden voor grondwater. Deze alternatieve toetsing is eveneens voor PFOS uitgevoerd. Deze toetsingen, eveneens 'Basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater' zijn eveneens opgenomen in Bijlage 11. De resultaten zijn verder gevisualiseerd in Figuur 11.

In Illustratie 5-18 zijn de diverse waterlopen aangeduid met als voorbeeld de PFOS-concentraties gemeten in het sediment. Meetpunten die in het blauw zijn aangeduid, bevatten concentraties PFAS-som kwantitatief die lager dan of gelijk zijn aan de 'toetsingswaarde richtwaarde'.

ILLUSTRATIE 5-18 CONCENTRATIE PFOS IN OPPERVLAKTEWATER



5.10.1.2 PFAS-VERBINDINGEN

In het oppervlaktewater van de waterlopen die binnen het projectgebied van het onderhavige BBO onderzocht zijn, zijn verhoogde concentraties aan (individuele) PFAS-verbindingen gemeten.

De meest opvallende PFAS-verbindingen die in verhoogde concentraties gemeten zijn, zijn de C8- componenten PFOS en PFOA, met maximale concentraties van respectievelijk 270 en 160 µg/l, gevolgd door PFHxS en PFHxA met respectievelijk 120 µg/l en 71 µg/l.

De C4-componenten PFBA en PFBS worden teruggevonden met maximale concentraties van 36 en 21 µg/l. Opvallend is ook dat een concentratie van 86 µg/l is gemeten voor TFA.

Deze maximale concentraties van de bovengenoemde PFAS-verbindingen zijn steeds gemeten in het water van de Palingbeek. Hoewel, in tegenstelling tot de slibstalen, geen specifieke hotspot bepaald kan worden zijn de gemeten concentraties aanzienlijk hoger in het traject ten zuiden van Blokkersdijk, na de samenvloeiing met de Vlietbosbeek tot aan het stroomafwaartse bemalingsstation. De gemeten concentraties in dit deel van de Palingbeek lopen op tot 200 à 300 µg/l voor sommige individuele PFAS-componenten en zijn hierdoor 10 tot 50 keer hoger dan de gemiddelde concentraties in de omliggende waterlopen. Naar analogie met de slibstalen zijn PFOS en PFOA in het oppervlaktewater doorgaans de voornaamste componenten.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat hoewel het traject van de Palingbeek na samenvloeiing met de Vlietbosbeek de hoogste concentraties van verschillende PFAS-componenten bevat, dat in de Vlietbosbeek zelf slechts maximale concentraties gemeten die onder de 1 µg/l blijven voor de individuele PFAS-componenten.

De milieuhygiënische kwaliteit van het oppervlaktewater voor wat betreft de aanwezigheid van PFAS-verbindingen verschilt relatief sterk per beschouwde waterloop. De gemiddelde concentraties voor som PFAS is het hoogst in de Palingbeek met 160 µg/l en het laagst in de Rotbeek met 0,18 µg/l. De tweede hoogste concentraties zijn gemeten in de Karperreed maar hier dient opgemerkt te worden dat het gaat om resultaten van slechts één oppervlaktewaterstaal.

De resultaten voor PFOS, PFOA, PFAS 20 EU DWRL en som PFAS zijn per waterloop opgenomen in Tabel 5-53 tot en met Tabel 5-56. Bij de berekening van de gemiddelde concentraties, zoals weergegeven in de onderstaande tabellen, zijn alle gemeten waarden boven de detectielimiet weerhouden (aantal stalen (n)).

TABEL 5-53 RESULTATEN PFOS IN OPPERVLAKTEWATER

Waterloop	Min. Concentratie PFOS (µg/l)	Max. Concentratie PFOS (µg/l)	Gem. Concentratie PFOS (µg/l)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	0,16	7,40	1,32	15
Groot Rietveld	0,22	0,94	0,49	8
Het Rot	0,04	0,07	0,05	4
Karperreed				0
Kleine Kerkenkouterbeek	0,05	0,08	0,06	2
Laarbeek	< DL	0,06	0,04	3
Langgemet	0,02	0,06	0,03	3
Palingbeek	0,21	210,00	70,21	19
Rotbeek	0,03	0,10	0,07	2
Scheldepad	4,40	4,80	4,60	2
Vlietbosbeek	< DL	0,23	0,11	3

TABEL 5-54 RESULTATEN PFOA IN OPPERVLAKTEWATER

Waterloop	Min. Concentratie PFOA (µg/l)	Max. Concentratie PFOA (µg/l)	Gem. Concentratie PFOA (µg/l)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	0,48	3,80	0,88	15
Groot Rietveld	0,08	0,28	0,19	8
Het Rot	< DL	0,20	0,09	3
Karperreed	109,00	109,00	109,00	1
Kleine Kerkenkouterbeek	0,05	0,14	0,09	2
Laarbeek	< DL	0,05	0,04	7
Langgemet	0,04	0,12	0,09	3
Palingbeek	0,55	110,00	41,28	19
Rotbeek	< DL	< DL	< DL	2
Scheldepad	0,64	1,20	0,92	2
Vlietbosbeek	0,05	0,12	0,08	4

TABEL 5-55 RESULTATEN PFAS SOM 20 EU DWRL IN OPPERVLAKTEWATER

Waterloop	Min. Concentratie PFAS som 20 (EU) (µg/l)	Max. Concentratie PFAS som 20 (EU) (µg/l)	Gem. Concentratie PFAS som 20 (EU) (µg/l)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	0,36	9,44	6,08	16
Groot Rietveld	0,69	1,86	1,21	8
Het Rot	0,23	0,41	0,30	4
Karperreed	123,90	123,90	123,90	1
Kleine Kerkenkouterbeek	0,72	1,66	1,19	2
Laarbeek	0,06	0,46	0,33	8
Langgemet	0,54	1,29	0,98	3
Palingbeek	7,54	549,90	160,63	19
Rotbeek	0,03	0,30	0,17	2
Scheldepad	0,42	9,44	4,93	2
Vlietbosbeek	0,61	1,21	0,83	4

TABEL 5-56 RESULTATEN PFAS SOM TOTAAL

Waterloop	Min. Concentratie PFAS som tot. ($\mu\text{g/l}$)	Max. Concentratie PFAS som tot. ($\mu\text{g/l}$)	Gem. Concentratie PFAS som tot. ($\mu\text{g/l}$)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	0,01	12,13	7,34	17
Groot Rietveld	0,77	2,03	1,33	8
Het Rot	0,25	0,41	0,30	4
Karperreed	123,90	123,90	123,90	1
Kleine Kerkenkouterbeek	0,74	1,66	1,20	2
Laarbeek	0,06	0,47	0,33	8
Langgemet	0,55	1,29	0,98	3
Palingbeek	8,40	561,79	167,75	19
Rotbeek	0,03	0,33	0,18	2
Scheldepad	0,47	10,81	5,64	2
Vlietbosbeek	0,62	1,34	0,87	4

Uit de beschikbare analyseresultaten blijkt het volgende:

- In de Palingbeek zijn de hoogste PFAS-concentraties aangetoond, gevolgd door de Karperreed en de Blokkersdijkvijver. De concentraties van de oppervlaktewaterstalen afkomstig van de Blokkersdijkvijver zijn gemiddeld tot 20 keer lager dan de concentraties van de stalen afkomstig van de Palingbeek. In de overige waterlopen zijn minder hoge PFAS-concentraties gemeten. Er dient opgemerkt dat de PFAS-concentraties in de oppervlaktewaterstalen relatief grote variaties vertonen over het traject van de Palingbeek. Dit is mogelijk het gevolg van een verschil in drainagesterkte en instroming van het grondwater langsheen de Palingbeek zelf; en
- Precursoren komen voornamelijk in de Palingbeek in verhoogde concentraties voor. Wat de C8-precursoren betreft, is enkel PFOSA in relatief hoge concentratie gemeten, met een maximum van 23 $\mu\text{g/l}$. Ook de C6-precursor PFHxSA is aanwezig in de Palingbeek met een maximale concentratie van 13 $\mu\text{g/l}$. In de andere waterlopen blijven de maximale concentraties steeds onder de 5 $\mu\text{g/l}$.

In alle onderzochte waterlopen is de 'Milieukwaliteitsnorm' voor de jaargemiddelde PFOS-concentratie in het oppervlaktewater (0,00065 $\mu\text{g/l}$) overschreden.

De alternatieve toetsing aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor PFOS en som PFAS in het grondwater wordt in alle waterlopen overschreden voor de 'som PFAS 20 EU DWRL'. De norm voor de totale som PFAS is niet overschreden in Het Rot, de Laarbeek en de Rotbeek.

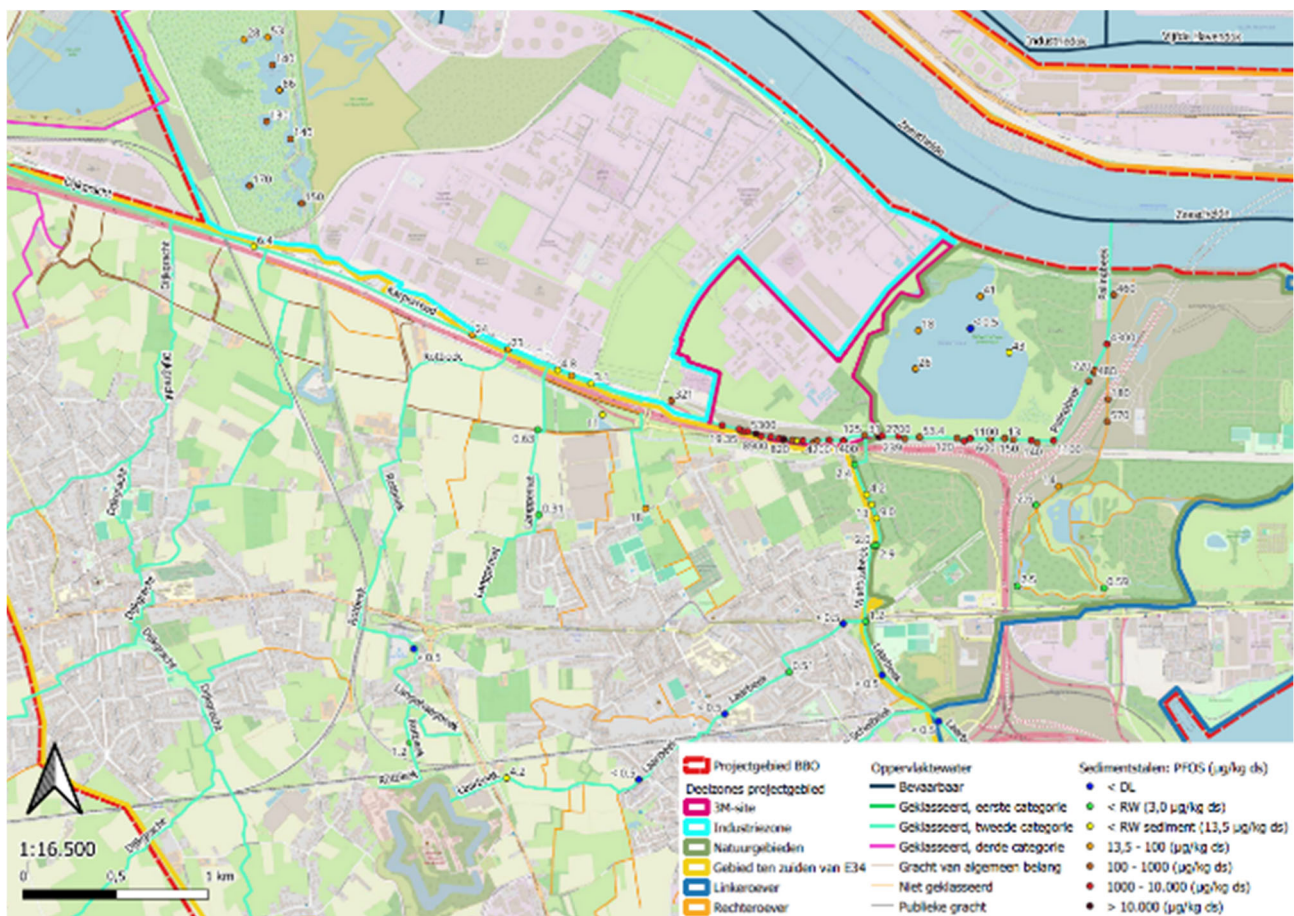
5.10.2 SEDIMENT

5.10.2.1 ALGEMEEN

De alternatieve toetsing van de analyseresultaten van stalen genomen in 2022 en 2023 voor PFOS en PFOA aan de voorgestelde richtwaarden is opgenomen in Bijlage 11. De alternatieve toetsing van de analyseresultaten voor PFAS-som aan de 'toetsingswaarde richtwaarde' is eveneens opgenomen in Bijlage 11. Deze resultaten zijn verder gevisualiseerd in Figuur 12.

In Illustratie 5-19 zijn de diverse waterlopen aangeduid met als voorbeeld de PFOS-concentraties gemeten in het sediment. Meetpunten die in het blauw zijn aangeduid, bevatten PFOS-concentraties die lager dan of gelijk zijn aan de 'toetsingswaarde richtwaarde', wat slechts op een beperkt aantal locaties het geval is.

ILLUSTRATIE 5-19 CONCENTRATIE PFOS IN SEDIMENT



5.10.2.2 PFAS-VERBINDINGEN

In het sediment van de waterlopen, gelegen binnen het projectgebied van het onderhavige BBO, zijn verhoogde concentraties aan individuele PFAS-verbindingen gemeten.

De PFAS-verbindingen die met concentraties > 100 µg/kg ds gemeten zijn, zijn de volgende (in volgorde van afnemende maximale concentratie):

- PFOS (65.000 µg/kg ds);
- PFOA (2.300 µg/kg ds);
- PFHxSA (1.400 µg/kg ds);

- PFHxS (940 µg/kg ds);
- PFHpS (430 µg/kg ds);
- PFHxA (230 µg/kg ds);
- PFBA (160 µg/kg ds);
- PFHpA (150 µg/kg ds); en
- 6:2 diPAP (130 µg/kg ds).

Met uitzondering van 6:2 diPAP zijn deze maximale concentraties allemaal aangetoond in hetzelfde sedimentstaal, E844, in de Palingbeek, ten zuiden van Blokkersdijk na de samenvloeiing met de Vlietbosbeek. De som PFAS-concentratie in dit staal bedraagt 68.521 µg/kg ds en is vier keer hoger dan de tweede hoogste concentratie gemeten in de Palingbeek. Voor 21 van de 42 sedimentstalen uit de Palingbeek is een som PFAS-concentratie boven de 1.000 µg/kg ds gemeten. Het staal E844 heeft dus een aanzienlijke impact op de gemiddelde concentratie van de Palingbeek en verhoogt dit gemiddelde van 2.500 µg/kg ds tot 4.050 µg/kg ds. Bij de berekening van deze gemiddelde concentraties, zoals weergegeven in de onderstaande tabellen, zijn alle gemeten waarden boven de detectielimiet weerhouden.

De milieuhygiënische kwaliteit van het sediment voor wat betreft de aanwezigheid van PFAS-verbindingen verschilt relatief sterk per beschouwde waterloop. De gemiddelde concentraties voor som PFAS kwantitatief is het hoogst in de Palingbeek met 4.050 µg/kg ds en het laagst in de Rotbeek met 1,20 µg/kg ds. Met uitzondering van Blokkersdijk en Langgemet is PFOS steeds de voornaamste component in de slibstalen, waar deze tussen de 70 en 98% van de totale concentratie uitmaakt. Enkel in de Langgemet heeft PFOA gemiddeld een groter aandeel in de totale concentratie dan PFOS. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de som PFAS kwantitatief in de Langgemet slechts 2,04 µg/kg ds bedraagt, de op twee na laagste gemeten waarde.

De resultaten voor PFOS, PFOA en PFAS-som kwantitatief per waterloop zijn opgenomen in Tabel 5-57 tot en met Tabel 5-59.

TABEL 5-57 RESULTATEN PFOS IN SEDIMENT

Waterloop	Min. Concentratie PFOS ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Max. Concentratie PFOS ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Gem. Concentratie PFOS ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	6,30	41,00	22,83	5
Groot Rietveld	28,00	170,00	112,13	8
Het Rot	0,59	14,00	4,92	4
Karperreed	3,10	93,00	25,72	6
Kleine Kerkenkouterbeek	18,00	18,00	18,00	1
Laarbeek	0,51	4,20	1,97	8
Langgemet	0,31	0,63	0,47	2
Palingbeek	7,80	65.000,00	3.839,52	43
Rotbeek	1,20	1,20	1,20	2
Vlietbosbeek	2,00	13,00	5,58	6

TABEL 5-58 RESULTATEN PFOA IN SEDIMENT

Waterloop	Min. Concentratie PFOA ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Max. Concentratie PFOA ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Gem. Concentratie PFOA ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	0,85	5,80	2,84	5
Groot Rietveld	0,90	2,90	2,06	8
Het Rot	1,50	1,50	1,50	4
Karperreed	0,60	0,60	0,60	6
Kleine Kerkenkouterbeek	0,41	0,41	0,41	1
Laarbeek	< DL	< DL	< DL	8
Langgemet	0,72	0,72	0,72	2
Palingbeek	1,40	2.300,00	138,26	43
Rotbeek	< DL	< DL	< DL	2
Vlietbosbeek	0,27	0,86	0,49	6

TABEL 5-59 RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF IN SEDIMENT

Waterloop	Min. Concentratie PFAS som Kwant. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Max. Concentratie PFAS som Kwant. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Gem. Concentratie PFAS som Kwant. ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	31,80	81,90	61,53	5
Groot Rietveld	29,60	175,10	115,49	8
Het Rot	0,59	15,50	5,30	4
Karperreed	3,10	93,00	26,02	6
Kleine Kerkenkou-terbeek	21,39	21,39	21,39	1
Laarbeek	0,51	4,20	1,97	8
Langgemet	0,31	3,76	2,04	2
Palingbeek	15,20	68.521,00	4.050,96	43
Rotbeek	1,20	1,20	1,20	2
Vlietbosbeek	2,40	16,16	7,14	6

Uit de beschikbare analyseresultaten blijkt dat:

- In de Palingbeek zijn de hoogste PFAS-concentraties gemeten, gevolgd door het Groot Rietveld, en de Blokkersdijkvijver. De concentraties van de sedimentstalen afkomstig van het Groot Rietveld en de Blokkersdijkvijver zijn tot 10 à 100 keer lager dan de concentraties van de stalen afkomstig van de Palingbeek. In de Vlietbosbeek zijn ook nog PFAS-concentraties gemeten, waarbij PFOS de meest gemeten PFAS-verbinding is. In de overige waterlopen zijn minder hoge PFAS-concentraties gemeten. Er dient opgemerkt dat de PFAS-concentraties in de sedimentstalen relatief grote variaties vertonen over het traject van de Palingbeek. Dit is mogelijk het gevolg van plaatselijke ruimingswerken, van een verschil in drainagesterkte of een verschil in kwaliteit van de instroming van het grondwater langsheen de Palingbeek zelf;
- Het sediment in het Groot Rietveld is afkomstig van baggerwerken bij de aanleg van de Waaslandhaven. De verontreiniging in het sediment is dus niet toe te schrijven aan de activiteiten op de 3M-site;
- Wat betreft de precursoren, zijn de C8-precursoren in meer dan de helft van de sedimentstalen aangetoond, maar in veel lagere concentraties in vergelijking met PFOS. De maximale precursorconcentratie bedraagt 47 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ voor NetPFOSAA, gemeten in MOW-S6, een sedimentstaal gelegen in het Groot Rietveld. Deze wordt gevolgd door een precursorconcentratie van 34 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ voor PFOSA, gemeten in het sterk verhoogde sedimentstaal E844 in de Palingbeek;
- De C6-precursor PFHxSA is enkel aanwezig in de Palingbeek met een maximale concentratie van 1.400 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$, die beduidend hoger is dan de C8-precursoren. In het Grote Rietveld en in de Blokkersdijkvijver is PFHxSA gemeten in lager concentraties met een maximale concentratie van 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$;

- Voor de C4 precursoren is PFBSA in 12 sedimentstalen aangetoond, terwijl PFBS in 31 stalen is aangetoond. De maximale PFBSA-concentratie van 47 µg/kg ds (E844) is evenwel hoger dan de maximale PFBS-concentratie van 39 µg/kg ds in hetzelfde staal E844. NMePFBSA is slechts in één staal gemeten (E844) met een concentratie van 4 µg/kg ds; en
- In het algemeen is de bijdrage van de C4-componenten aan de PFAS-vuilvracht aanwezig in het sediment eerder beperkt in vergelijking met de C6- en vooral de C8-componenten.

In alle onderzochte waterlopen, met uitzondering van de Langgemet en Rotbeek, is de toetsingswaarde 'richtwaarde' voor PFOS van 3,0 µg/kg ds overschreden. Voor PFOA is deze toetsingswaarde 'richtwaarde' enkel in de Palingbeek en Blokkersdijk overschreden.

De voorgestelde toetsingswaarde voor sediment van 13,5 µg/kg ds voor PFOS wordt in de helft van de waterlopen overschreden, zoals terug te vinden is in bovenstaande tabellen.

5.10.3 VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM

5.10.3.1 ALGEMEEN

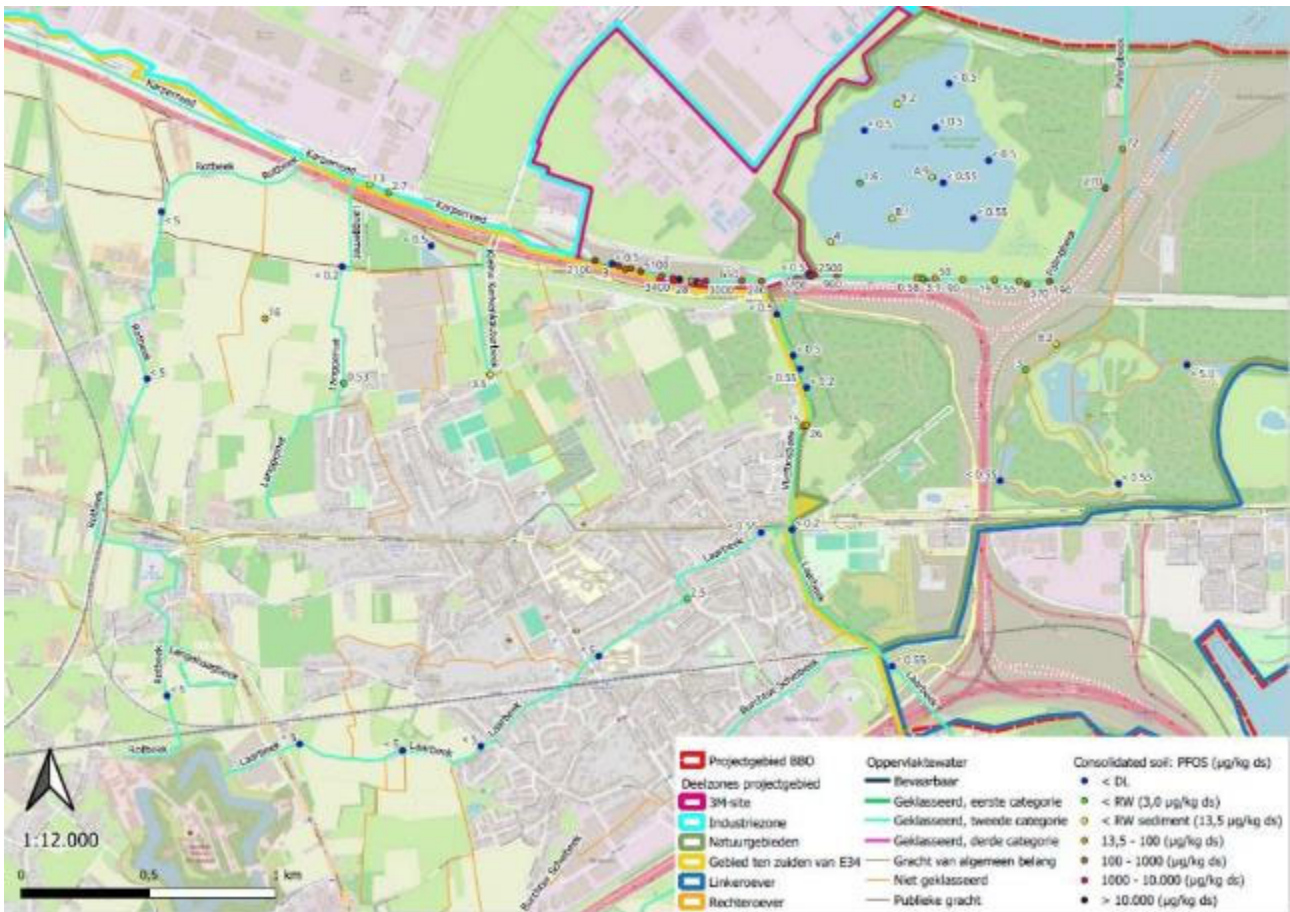
De resultaten van de bemonsteringen uit de periode 2021 – 2023, zijn in beschouwing genomen om de kwaliteit van de geconsolideerde waterbodem van de waterlopen/waterlichamen die binnen het projectgebied aanwezig zijn te beoordelen. De beschouwde dataset geeft een voldoende representatief beeld van de milieu hygiënische kwaliteit van de geconsolideerde waterbodem binnen het projectgebied.

De analysecertificaten van de monsters genomen in de periode 2021 - 2023 zijn opgenomen in Bijlage 13. Analyseresultaten van ERM die dateren van de periode vóór 2021 en analyseresultaten van monsters van derden zijn opgenomen in de databank van ERM, maar zijn niet opgenomen in Bijlage 11.

Alle stalen van de waterbodem die onder het sediment genomen zijn, zijn als vaste deel van de waterbodem beschouwd. Aangezien in de Code van Goede Praktijk nog geen triggerwaarden gedefinieerd zijn voor PFAS-verbindingen wordt een alternatieve toetsing toegepast. Hierbij is een toetsingswaarde voor PFOS van 13,5 µg/kg ds gehanteerd. Voor de andere PFAS-componenten is een alternatieve toetsing uitgevoerd aan de voorgestelde richtwaarden die gelden voor het vaste deel van de aarde. De alternatieve toetsing van de analyseresultaten van stalen genomen in 2021 en 2023 voor PFOS en PFOA is opgenomen in Bijlage 11. De alternatieve toetsing van de analyseresultaten voor PFAS-som aan de 'toetsingswaarde richtwaarde' is eveneens opgenomen in Bijlage 11.

In Illustratie 5-20 zijn de diverse waterlopen aangeduid met de gemeten concentraties van de verschillende PFAS-componenten in het vaste deel van de waterbodem. Meetpunten die in het blauw zijn aangeduid, bevatten concentraties PFAS-som kwantitatief die lager dan of gelijk zijn aan de 'toetsingswaarde richtwaarde'. In vergelijking met sediment is dat al op meerdere locaties het geval.

ILLUSTRATIE 5-20 CONCENTRATIE SOM PFAS KWANTITATIEF IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM



5.10.3.2 PFAS-VERBINDINGEN

In het vaste deel van de waterbodem van de waterlopen, gelegen binnen het projectgebied van het onderhavige BBO, zijn verhoogde concentraties aan individuele PFAS-verbindingen gemeten.

De PFAS-verbindingen die met concentraties > 100 µg/kg ds gemeten zijn, zijn de volgende (in volgorde van afnemende maximale concentratie):

- PFOS (14.000 µg/kg ds);
- TFA (1.000 µg/kg ds);
- PFHpS (430 µg/kg ds);
- PFOA (390 µg/kg ds);
- PFHxSA (340 µg/kg ds); en
- PFHxS (160 µg/kg ds).

Met uitzondering van TFA zijn deze maximale concentraties allemaal aangetoond in twee stalen, E844 en PA_13A, in de Palingbeek, ten zuiden van Blokbersdijk. De hoogste concentraties zijn doorgaans gemeten in PA_13A, vlak voor de samenvloeiing met de Vlietbosbeek. Uit deze resultaten blijkt dat de concentratie in het vaste deel van de

waterbodem een correlatie vertoont met de gemeten concentraties in het sediment. De som PFAS-concentratie in beide stalen bedraagt gemiddeld 12.000 µg/kg ds en is meer dan dubbel zo hoog in vergelijking met de tweede hoogste concentratie gemeten in de Palingbeek. Voor 10 van de 32 stalen uit de Palingbeek is een som PFAS-concentratie boven de 1.000 µg/kg ds gemeten. Voor geen van de andere waterlopen zijn som-concentraties boven 100 µg/kg ds gemeten. De gemiddelde som-PFAS concentratie in de Palingbeek is meer dan 100 keer groter dan de gemiddelde concentratie in Blokkersdijk, het waterlichaam met de tweede hoogste gemiddelde concentratie. Bij de berekening van deze gemiddelde concentraties, zoals weergegeven in de onderstaande tabellen, zijn alle gemeten waarden boven de detectielimiet weerhouden.

Voor TFA is een maximale concentratie van 1.000 µg/kg ds gemeten in de vaste waterbodem van Blokkersdijk. In geen van de andere waterlopen is een concentratie hoger dan de detectielimiet gerapporteerd, het dient wel vermeld dat deze detectielimiet relatief hoog was, met name 500-1.000 µg/kg ds.

De milieuhygiënische kwaliteit van het vaste deel van de waterbodem voor wat betreft de aanwezigheid van PFAS-verbindingen verschilt relatief sterk per beschouwde waterloop. De gemiddelde concentraties voor som PFAS kwantitatief is het hoogst in de Palingbeek met 1.575 µg/kg ds en het laagst in de Rotbeek met 0,97 µg/kg ds.

Met uitzondering van Blokkersdijk, Laarbeek en Langgemet is PFOS steeds de voornaamste component in de stalen, waar deze tussen de 60 en 98% van de totale concentratie uitmaakt. Enkel in de Langgemet heeft PFOA gemiddeld een groter aandeel in de totale concentratie dan PFOS. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de som PFAS kwantitatief in de Langgemet slechts 2,69 µg/kg ds bedraagt, de op twee na laagste waarde. In Blokkersdijk en de Laarbeek is PFSA de voornaamste component in het vaste deel van de waterbodem met een maximale concentratie van respectievelijk 92,89 en 7,35 µg/kg ds.

De resultaten voor PFOS, PFOA en PFAS-som kwantitatief per waterloop zijn opgenomen in Tabel 5-60 tot en met Tabel 5-62.

TABEL 5-60 RESULTATEN PFOS IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM

Waterloop	Min. Concentratie PFOS (µg/kg ds)	Max. Concentratie PFOS (µg/kg ds)	Gem. Concentratie PFOS (µg/kg ds)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	< DL	9,20	5,56	5
Het Rot	< DL	8,20	5,60	2
Karperreed	< DL	13,00	7,85	2
Kleine Kerkenkouterbeek	3,60	3,60	3,60	1
Laarbeek	< DL	2,50	2,50	1
Langgemet	< DL	0,53	0,53	1
Kleine gracht zonder naam*	16,00	16,00	16,00	1
Palingbeek	< DL	14.000,00	1.574,23	29
Vlietbosbeek	< DL	26,00	20,50	2

*ERM3469: staal verzameld tussen Langemet en Rotbeek. Tijdens de staalname was deze gracht tussen de velden droog

TABEL 5-61 RESULTATEN PFOA IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM

Waterloop	Min. Concentratie PFOA (µg/kg ds)	Max. Concentratie PFOA (µg/kg ds)	Gem. Concentratie PFOA (µg/kg ds)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	< DL	1,40	0,96	2
Het Rot	< DL	1,10	1,10	1
Karperreed	< DL	0,60	0,60	1
Kleine Kerkenkouterbeek	0,25	0,25	0,25	1
Langgemet	< DL	1,50	1,50	1
Palingbeek	< DL	390,00	58,18	28
Vlietbosbeek	< DL	1,80	1,08	2

TABEL 5-62 RESULTATEN PFAS-SOM KWANTITATIEF IN HET VASTE DEEL VAN DE WATERBODEM

Waterloop	Min. Concentratie PFAS som Kwant. (µg/kg ds)	Max. Concentratie PFAS som Kwant. (µg/kg ds)	Gem. Concentratie PFAS som Kwant. (µg/kg ds)	Aantal stalen (n)
Blokkersdijk	1,40	94,99	14,02	11
Het Rot	< DL	9,80	6,40	2
Karperreed	< DL	14,70	8,70	2
Kleine Kerkenkouterbeek	7,01	7,01	7,01	1
Laarbeek	< DL	7,35	3,16	3
Langgemet	1,30	4,07	2,69	2
Kleine gracht zonder naam*	18,31	18,31	18,31	1
Palingbeek	1,20	15.242,90	1.575,30	32
Rotbeek	< DL	1,30	0,97	2
Vlietbosbeek	< DL	30,19	9,96	5

*ERM3469: staal verzameld tussen Langemet en Rotbeek. Tijdens de staalname was deze gracht tussen de velden droog

Uit de beschikbare analyseresultaten blijkt dat:

- In de Palingbeek zijn de hoogste PFAS-concentraties aangetoond gevolgd door de Blokkersdijkvijver. De concentraties van de stalen van het vaste deel van de waterbodem afkomstig van de Blokkersdijkvijver zijn tot 10 à 100 keer lager dan de concentraties van

de stalen afkomstig van de Palingbeek. In de overige waterlopen zijn de gemeten PFAS-concentraties één grootteorde lager. Er dient opgemerkt dat de PFAS-concentraties in het vaste deel van de waterbodem relatief grote variaties vertonen over het traject van de Palingbeek, naar analogie met de sedimentstalen uit de Palingbeek;

- Voor TFA is een maximale concentratie van 1.000 µg/kg ds gemeten in de vaste waterbodem van Blokkersdijk. In geen van de andere waterlopen is een concentratie hoger dan de detectielimiet (500-1.000 µg/kg ds) gemeten;
- Voor de precursoren zijn de C8-precursoren in meer dan de helft van de sedimentstalen aangetoond, maar in veel lagere concentraties in vergelijking met PFOS. De maximale precursorconcentratie bedraagt 42 µg/kg ds voor NetPFOSAA, gemeten in SE3475, een staal uit Blokkersdijk;
- De C6-precursor PFHxSA is voornamelijk aanwezig in de Palingbeek met een maximale concentratie van 340 µg/kg ds. In Blokkersdijk komt PFHxSA voor met een maximale concentratie van 1,3 µg/kg ds;
- Voor de C4 precursoren blijven PFBSA en NMePFBSA blijven de maximale concentraties onder de 5 µg/kg ds. De hoogste concentraties zijn gemeten in de Palingbeek en in Blokkersdijk; en
- In het algemeen is de bijdrage van de C4-componenten aan de PFAS-vuilvracht aanwezig in het vaste deel van de waterbodem eerder beperkt in vergelijking met de C6- en vooral de C8-componenten. Deze bevindingen sluiten aan bij de resultaten voor de sedimentstalen.

In alle onderzochte waterlopen, met uitzondering van de Laarbeek, Langgemet en Rotbeek, is de toetsingswaarde 'richtwaarde' voor PFOS van 3,0 µg/kg ds overschreden. Voor PFOA is deze toetsingswaarde 'richtwaarde' enkel in de Palingbeek overschreden.

De voorgestelde toetsingswaarde voor sediment van 13,5 µg/kg ds voor PFOS is enkel in de Palingbeek en Vlietbosbeek overschreden.

5.11 **BESPREKING OPMERKINGEN OP CERTIFICATEN EN AFWIJKING CMA TIJDENS VELDWERK**

Op een aantal analysecertificaten zijn enkele opmerkingen vermeld i.v.m. de betrouwbaarheid en conformiteit van het analyseresultaat. Deze kunnen gegroepeerd worden in twee categorieën.

De eerste groep opmerkingen zijn deze waarbij de rapportagegrens is verhoogd ten gevolge van een verminderde monsterinzet, verdunning of lage concentratie van de te analyseren component (analiet). In deze gevallen kunnen de verdunning of lage monsterinzet ervoor zorgen dat de analietconcentraties onder de detectielimiet van het meettoestel vallen, waardoor de concentraties gemeten worden met een lagere betrouwbaarheid. Dit zorgt er op zijn beurt dan weer voor dat de rapportagegrens verhoogd wordt. Een tweede veelvoorkomende geval is dat de matrix voor storingen zorgt in het meettoestel, waardoor er meer onzekerheid ontstaat over de meting. Deze storingen zijn afkomstig uit de matrix van het staal, maar het laboratorium kon geen uitsluitsel geven over welke stoffen deze storingen hebben veroorzaakt.

Een tweede categorie opmerkingen in de analysecertificaten zijn deze omtrent het overschrijden van de conserveringstermijn. Deze kwamen voor wanneer het laboratorium niet

beschikte over de aanleveringsdatum van het staal, waardoor er onzekerheid was over het overschrijden van de conserveringstermijn. Gezien deze voor PFAS-stalen 1 maand bedraagt voor gond- en grondwaterstalen, en de labopdrachten telkens tijdig zijn aangevraagd, kon deze onzekerheid doorgaans makkelijk weerlegd worden.

Naast deze opmerkingen op de analysecertificaten, vonden ook nog enkel afwijkingen ten opzichte van het CMA plaats tijdens staalname die eventueel de betrouwbaarheid van de resultaten zouden beïnvloed hebben. Zo was er in enkele gevallen een non-conformiteit ten opzichte van het CMA voor het opmeten van stabiele parameters tijdens waterstaalname. Doorgaans lag een slechte watertoevoer en/of een continu dalend grondwaterpeil aan de basis van deze afwijking.

Hoewel deze afwijkingen in staalname en labanalyse de betrouwbaarheid van de resultaten negatief zouden kunnen beïnvloed hebben, zijn geen significant vreemde bevindingen teruggevonden in het algemeen beeld en is vastgesteld dat er een onderlinge samenhang is van resultaten. Dit is het resultaat van een voldoende dicht netwerk van metingen en het herbemonsteren van enkele uitschieters, waardoor het effect van deze afwijkingen op het uiteindelijke resultaat minimaal verwacht wordt.

6. EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS

6.1 PLAATSELIJKE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

6.1.1 GEOLOGIE EN HYDROSTRATIGRAFIE

De geologie van het BBO-projectgebied is geïnterpreteerd op basis van 114 sonderingen (Cone Penetration Tests (CPT)), deels gerealiseerd in opdracht van 3M en deels beschikbaar in de DOV (dov.vlaanderen.be). Daarnaast zijn eveneens de boorstaten van 49 geplaatste grondwater monitoringspeilbuizen gebruikt voor de interpretatie. Deze gegevens zijn vervolgens geïnterpoleerd in een 3D-geologisch model met behulp van het softwareprogramma EVS (Earth Volumetric Studio) om een beter ruimtelijk inzicht in de geologie te verkrijgen.

Illustratie 6-1 geeft de lokale geologie schematisch weer in doorsnede op basis van dit EVS-model. Deze dwarsdoorsnedes van de geologie staan loodrecht op elkaar in de richtingen westnoordwest - oostzuidoost en zuidzuidwest - noordnoordoost.

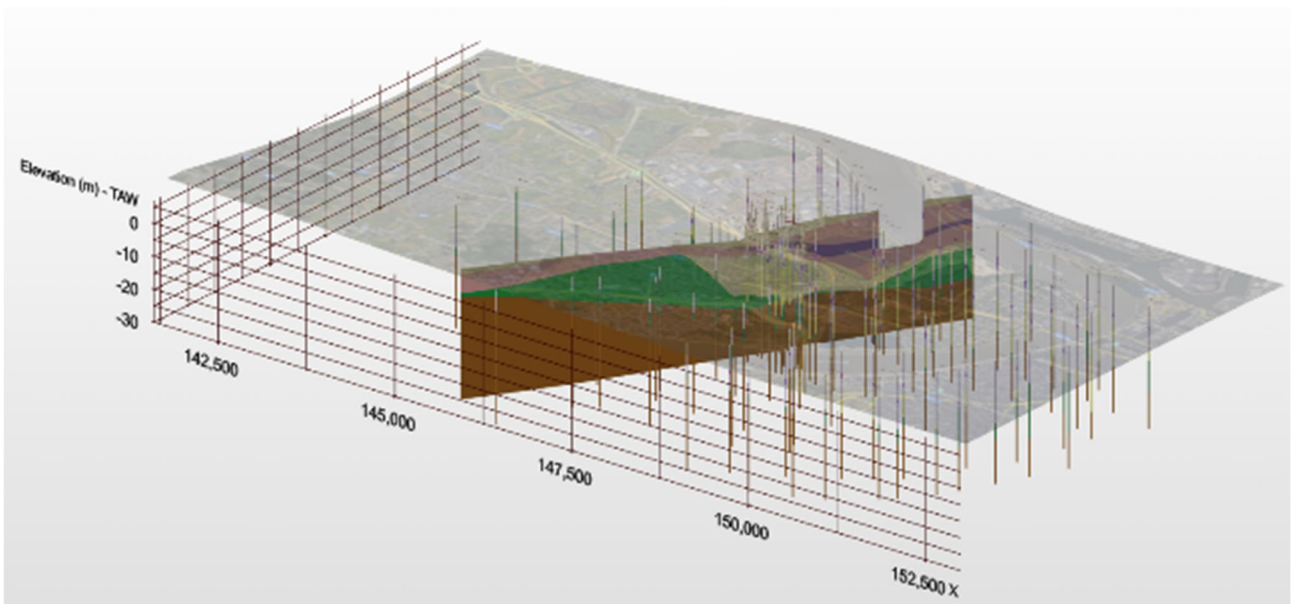
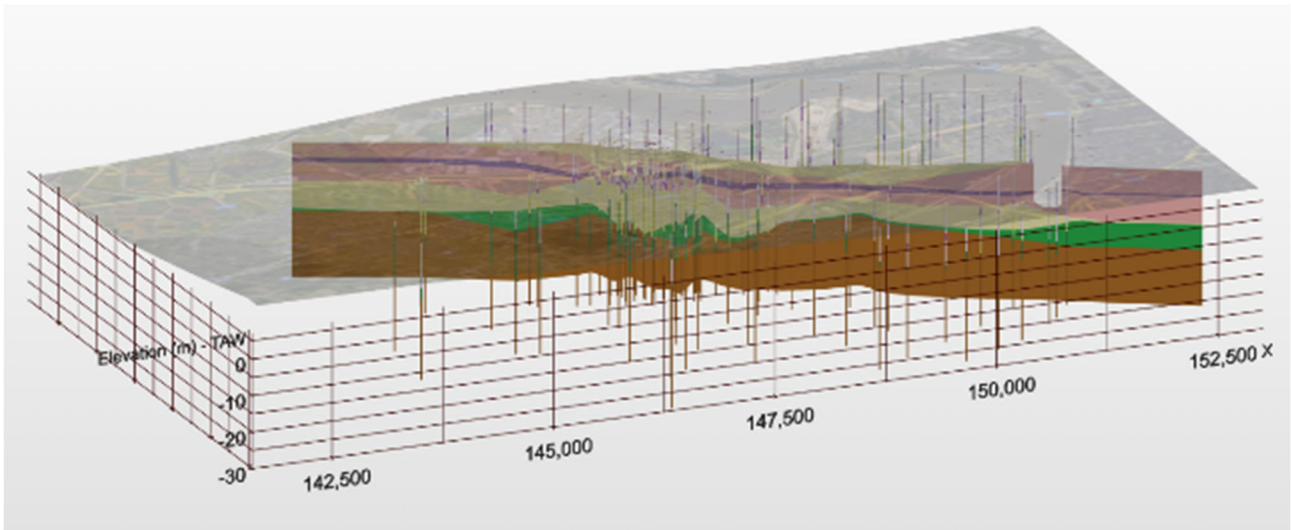
Uit dit geologisch model blijkt dat in het noorden en in het westen van het projectgebied (grotendeels overeenstemmend met de deelzones van de 3M-site, Industriezone Zwijndrecht, Natuurgebieden en Linkeroever) op een benaderde diepte van 4,5 tot 6,0 m-mv een laag van Polderklei (variërend van klei tot kleiig zand) voorkomt, zoals verder ook geïllustreerd in Illustratie 6-2. Deze Polderklei vormt een scheidende laag die twee watervoerende lagen differentieert: de 1^{ste} aquifer, bestaande uit zand en lemig zand, boven de Polderklei en de 2^{de} (halfgespannen) aquifer, eveneens bestaande uit zand en lemig zand, onder de Polderklei. De Polderklei semi-doorlatend, en in het bijzonder op de 3M-site kunnen funderingspalen onder de gebouwen de hydraulische communicatie tussen beide watervoerende lagen bevorderen.

Waar de Polderklei niet voorkomt (voornamelijk in de deelzone van het projectgebied ten zuiden van de snelweg E34), vormen de zandige lagen een ongedifferentieerde aquifer. Zowel de 2^{de} aquifer als de ongedifferentieerde aquifer zijn aan de onderzijde begrensd door de Boomse Klei, die een scheidende laag vormt. De diepte van de top van de Boomse Klei varieert sterk binnen het projectgebied, van 7 m-mv in het zuiden van het projectgebied tot 28 m-mv in het noorden. Binnen de 3M-site varieert de diepte van de Boomse Klei van 20 tot 25 m-mv.

Naar gelang de filterstelling zijn de peilbuizen geclassificeerd in verschillende lagen:

- Ondiep = filterstelling binnen de 6 m-mv in freatische aquifer (1^{ste} aquifer of ongedifferentieerd);
- Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
- Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

ILLUSTRATIE 6-1 SCHEMATISCHE BODEMOPBOUW: DOORSNEDEN WNW-OZO EN ZZW-NNO



Legende:

Symbologie	Lithologie	Doorlatendheid	Hydrogeologische laag
geelbruin	Zand	Goed doorlatend	1 ^{ste} aquifer
lichtpaars	Zand/leem	Doorlatend	
paars	Polderklei	Minder doorlatend	Scheidende laag
lichtpaars	Zand/leem	Doorlatend	2 ^{de} aquifer/ongedifferentieerd
geel	Zand (Gent)	Goed doorlatend	
groen	Zand (Kattendijk/Berchem)	Goed doorlatend	
bruin	Boomse klei	Slecht doorlatend	Scheidende laag

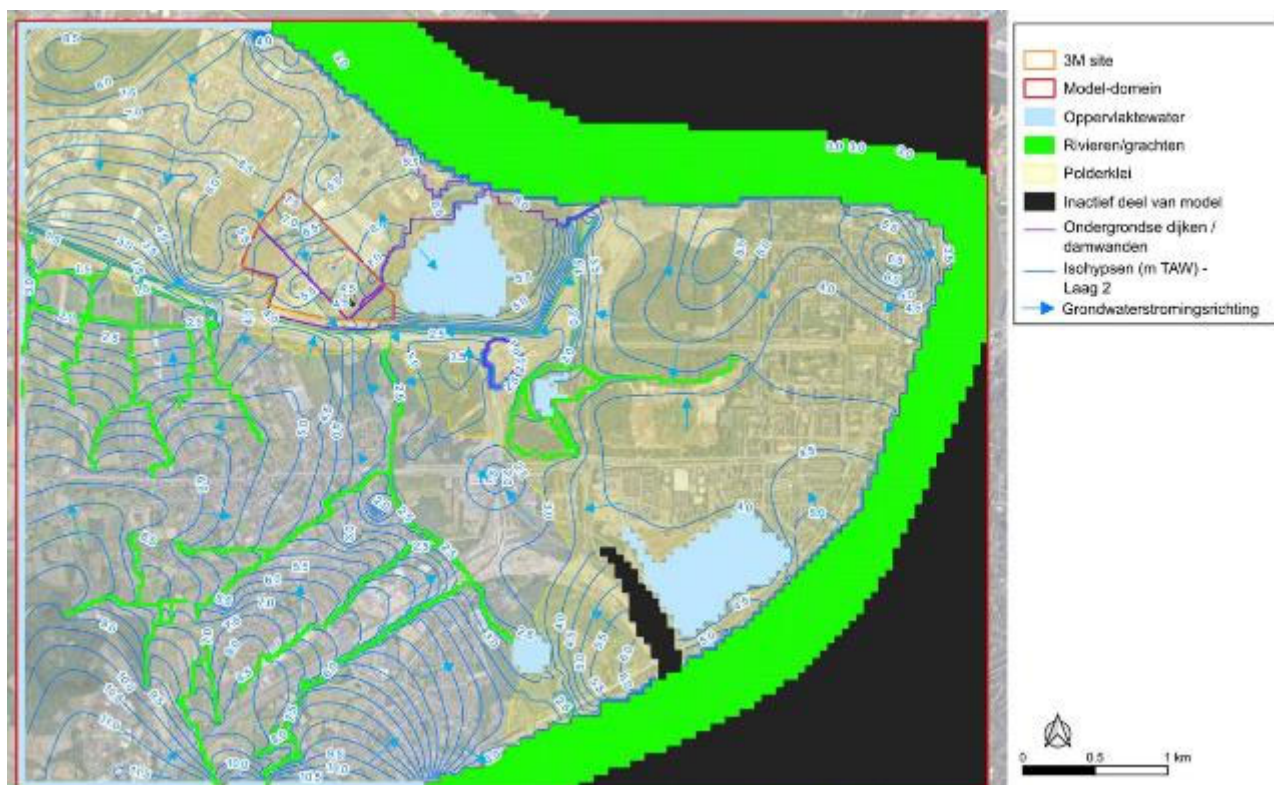
6.1.2 GRONDWATERSTANDEN EN GRONDWATERSTROMINGSRICHTING

Het freatische grondwaterpeil zoals bepaald tijdens diverse inpeilrondes tijdens het onderhavige BBO varieert voor het grotendeel van de peilbuizen (87%) tussen de 1,0 en 3,0 m-mv. Het hoogste (meest ondiepe) grondwaterpeil van 0,30 m-mv is gemeten in het gebied ten zuiden van de E34 dicht tegen de Vlietbosbeek, en het laagste van 6,72 m-mv in een peilbuis geïnstalleerd op de Scheldedijk.

De grondwaterstanden in de 1^{ste} freatische aquifer zijn typisch hoger dan in de 2^{de} halfgespannen aquifer, waardoor een verticale neerwaartse hydraulische gradiënt ontstaat.

De isohypsen in de freatische aquifer (ondiepe laag van zowel de 1^{ste} aquifer als de ongedifferentieerde aquifer) en in de middeldiepe laag (zowel van de 2^{de} aquifer als van de ongedifferentieerde aquifer) zoals berekend door het grondwatermodel zijn voorgesteld in respectievelijk Illustratie 6-2 en Illustratie 6-3. Het grondwatermodel (in detail beschreven in Bijlage 19) is gekalibreerd voor het gemiddelde van alle beschikbare grondwaterstanden (inpeilrondes door ERM en publieke gegevens) van 2013 tot 2023, wat als representatief kan beschouwd worden voor de gemiddelde grondwatersituatie. Bijlage 20 toont ook de isohypsen bepaald door de interpolatie van de gemeten grondwaterstanden voor de periode augustus tot oktober 2023, die meer een momentopname voorstellen.

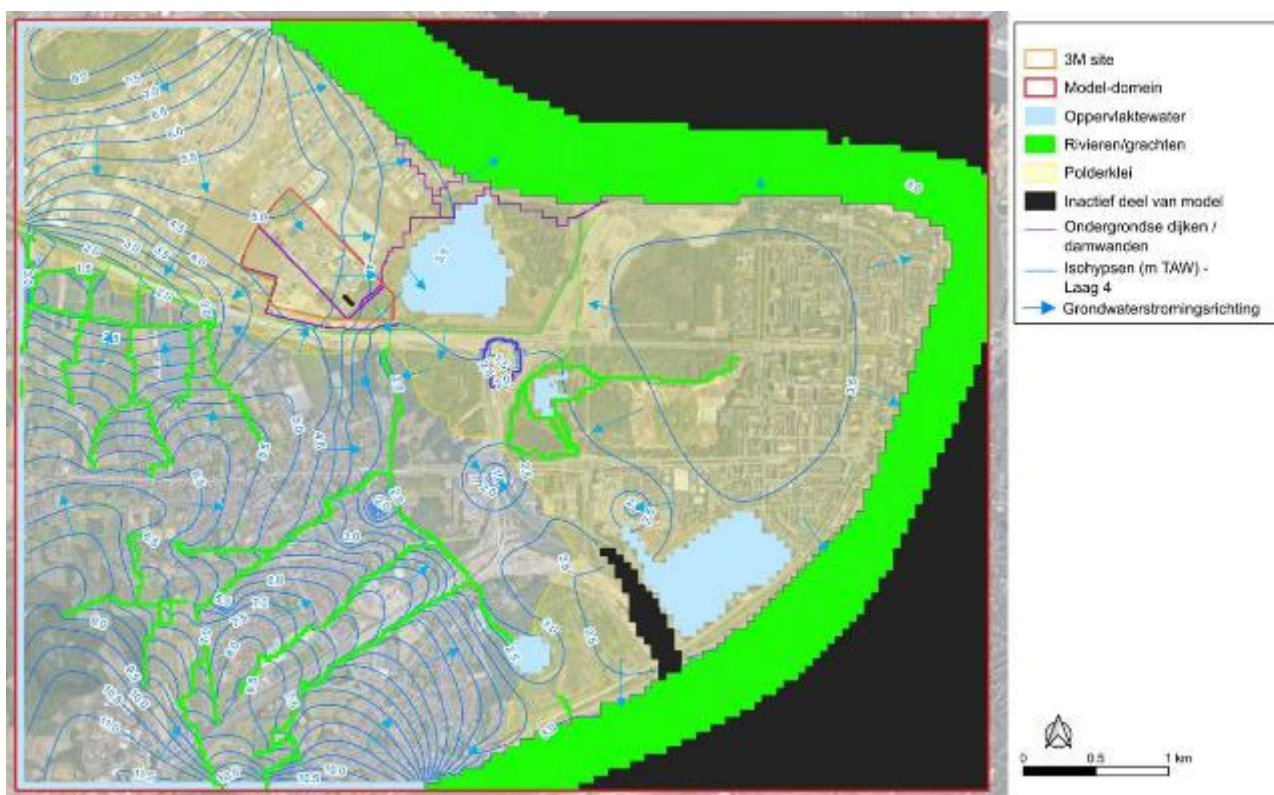
ILLUSTRATIE 6-2 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE FREATISCHE AQUIFER (LAAG 1 VAN MODEL)



Uit Illustratie 6-2 blijkt voor de freatische aquifer een complex patroon van de grondwaterstromingsrichting over het BBO-projectgebied. Op de 3M-site is de grondwaterstroming voornamelijk naar het zuidoosten in de richting van de Palingbeek, met lokaal invloed van het P&T systeem op de 3M-site. In de industriezone geldt voornamelijk

grondwaterstroming naar het zuiden in de richting van de Karperreed en naar het zuidoosten in de richting van de 3M-site. Ten zuiden van de E34 stroomt het grondwater voornamelijk noordwaarts richting Palingbeek en Karperreed, maar lokaal is er relatief sterke invloed van de aanwezige grachten (Vlietbosbeek, Laarbeek, Slijkhoekbeek, Rotbeek, Dijkgracht). Ook in de zone natuurgebieden is er lokaal relatief sterke invloed van het oppervlaktewater. Er is een relatief sterke grondwaterstroming naar de Tophatgracht toe vanuit zowel Blokkersdijk als het St-Annabos, en de grondwater 'recharge' ter hoogte van het St-Annabos. In de zone Linkeroever is in de 1^{ste} aquifer de grondwaterstroming voornamelijk gericht naar de kleinere grachten van het Rot en niet naar de Schelde, die door dijken van de 1^{ste} aquifer is afgeschermd.

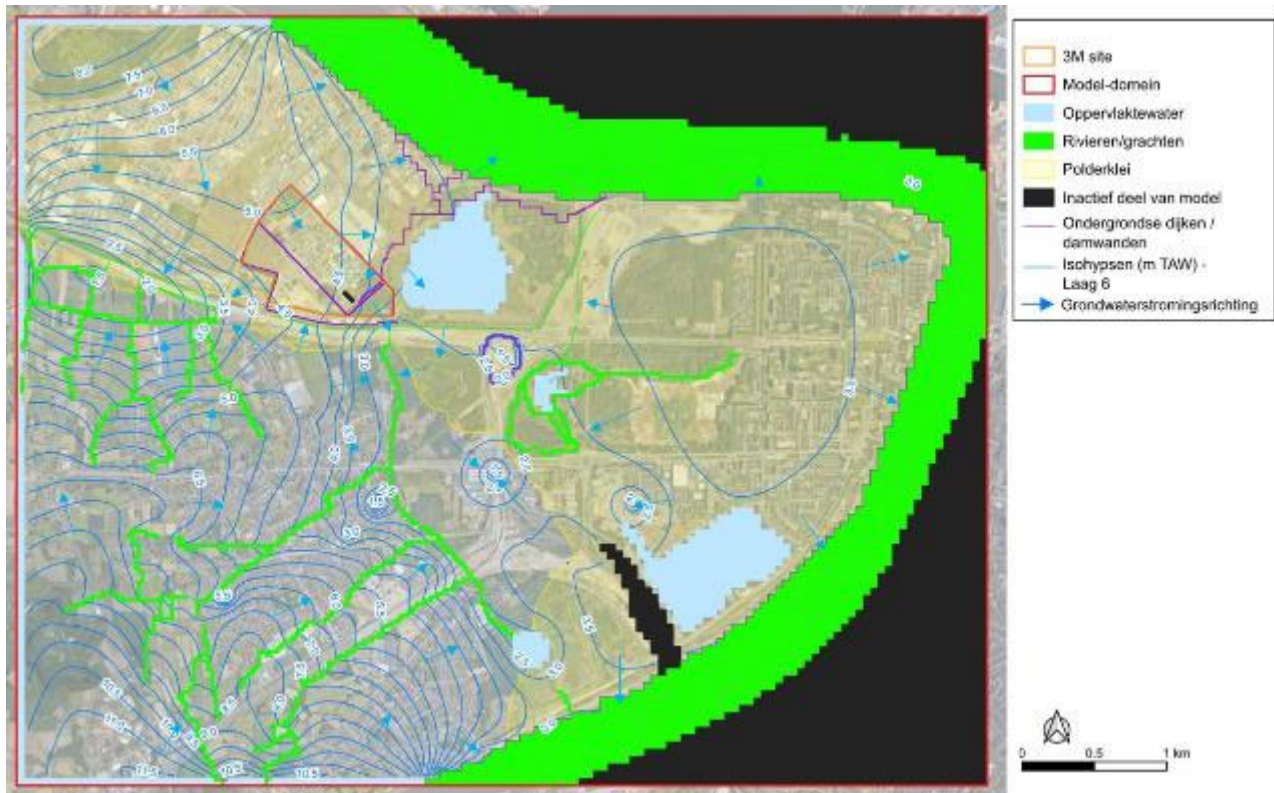
ILLUSTRATIE 6-3 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE MIDDELDIEPE LAAG VAN DE 2DE AQUIFER EN DE ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER (LAAG 4 VAN MODEL)



Illustratie 6-3 geeft aan dat in de middeldiepe laag van de ongedifferentieerde aquifer, waar de Polderklei ontbreekt, het grondwaterstromingspatroon over het algemeen coherent is met dat in de ondiepe laag, met een belangrijke invloed van de lokale grachten op de grondwaterstromingsrichting. In de middeldiepe laag van de 2^{de} aquifer onder de Polderklei, is de grondwaterstromingsrichting minder coherent dan die in de 1^{ste} aquifer als gevolg van de invloed van de Schelde. Dit is met name zichtbaar in de deelzone van de industriegebieden en Linkeroever. Binnen de 3M-site is een radiale divergente stroming aanwezig: richting oost naar Blokkersdijk, richting zuidoost naar de Palingbeek en Vlietbosbeek, en richting zuidwest naar de Karperreed.

Illustratie 6-4 geeft de isohypsen weer voor de diepe laag, boven de top van de Boomse Klei. Het grondwaterstromingspatroon is analoog met dat van de middeldiepe laag.

ILLUSTRATIE 6-4 ISOHYPSEN BEREKEND DOOR HET GRONDWATERMODEL VOOR DE DIEPE LAAG VAN DE 2DE AQUIFER EN DE ONGEDIFFERENTIEERDE AQUIFER (LAAG 6 VAN MODEL)



6.1.3 DOORLATENDHEID EN GRONDWATERSTROMINGSSNELHEID

De doorlatendheidscoëfficiënt is gemeten in het veld op basis van slugtesten (sectie 5.2.2), boorgatverdunningstesten (sectie 5.2.3), een stapsgewijze pompproef (sectie 5.2.9) en een pompproef met constant debiet (sectie 5.2.10), waarbij resultaten bekomen zijn met grootteorde variërend van 10^{-7} tot 10^{-4} m/s. In het grondwatermodel (zie Bijlage 19) is de doorlatendheidscoëfficiënt tijdens het calibratieproces aangepast, waarbij voor de 1^{ste} aquifer waarden bekomen zijn tussen $1,4 \cdot 10^{-6}$ en $2,8 \cdot 10^{-4}$ m/s en voor de 2^{de} aquifer tussen $1,4 \cdot 10^{-6}$ en $4,6 \cdot 10^{-4}$ m/s.

De grondwaterstromingssnelheid is ook berekend door het grondwatermodel, met gemiddelden tussen 0,04 en 0,15 m/d voor de 1^{ste} aquifer en tussen 0,02 en 0,18 m/d voor de 2^{de} aquifer.

6.1.4 INTERACTIE TUSSEN GRONDWATER EN OPPERVLAKTEWATER

Bij vergelijking tussen de hoogte van het wateroppervlak in grachten met de grondwaterstanden in peilbuizen die in transect langs die grachten zijn geïnstalleerd, blijkt dat in de meeste gevallen de grondwaterstand hoger is dan het niveau van het wateroppervlak in de grachten. Dit is het geval voor de Laarbeek, de Vlietbosbeek en het Rot, waar grondwater naar de grachten stroomt en de grachten dus een drainerende werking hebben op het grondwater.

Voor de Rotbeek in Zwijndrecht was de situatie omgekeerd bij de opmeting in oktober 2023, waarbij op meerdere plaatsen langsheen de gracht de grondwaterstanden lager waren dan het

niveau van het wateroppervlak in de gracht. Tijdens de opmeting had de Rotbeek dus geen drainerende functie voor het grondwater en kon daarentegen water verliezen naar het grondwater toe. De Rotbeek wordt gevoed door Fort Brosius in Zwijndrecht, wat kan bijdragen tot de hogere waterstand in deze gracht. Enkel in het laatste meetpunt aan de Rotbeek vlak voor die uitmondt in de Karperreed was de verhouding tussen grondwater en oppervlaktewater terug veranderd en heeft ook de Rotbeek een drainerende functie voor het grondwater.

6.2 INTERPRETATIE PFAS-RESULTATEN VASTE DEEL VAN DE AARDE

6.2.1 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-som⁵⁰ is enkel een richtwaarde gedefinieerd.

TABEL 6-1 PFAS-VERBINDINGEN VERGELEKEN MET VOORGESTELDE BODEMSANERINGSNORM (VBSN) EN RICHTWAARDEN (VRW)

Verbinding	Landgebruik type I - V (type III laagste norm)	Richtwaarde
PFOS	>vBSN	-
PFOA	>vBSN	-
PFAS-som	-	>vRW

Op basis van de bovenstaande tabel blijkt dat de concentraties van PFOS en PFOA de voorgestelde bodemsaneringsnormen binnen de bestemmingstypes I – V overschrijden. De concentratie PFAS-som overschrijdt de voorgestelde richtwaarde.

6.2.2 HORIZONTALE PFAS-VERDELING

In sectie 5.7.2 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 IDW⁵¹) binnen het GIS-programma ARC Map. De interpolatie is uitgevoerd op de dataset gelegen binnen de onderzoeksperimeter zoals bepaald in sectie 1.2.

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

⁵⁰ Parameters waarvan de gemeten waarde onder de rapporteringsgrens ligt, worden in de sommatie niet meegenomen.

⁵¹ <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/>

opzichte van de meetpunten, de dichtstbijzijnde meetpunten, de afstandscoefficiënt (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 10 – 15 meetpunten bestaat. Voor de afstandscoefficiënt (p) is de waarde 10 gebruikt. Dit wil zeggen dat in de berekening rekening is gehouden met de onderlinge afstanden tussen de meetpunten tot de macht tien. Dit is een aanpassing van de default-instelling van de IDW-instellingen binnen ARC Map (default is 2) en is beter geschikt dan de default-instelling om lokale verhoogde meetwaarden beter in beeld te brengen. Deze aanpassing resulteert in een hogere resolutie van de interpolatiekaarten.

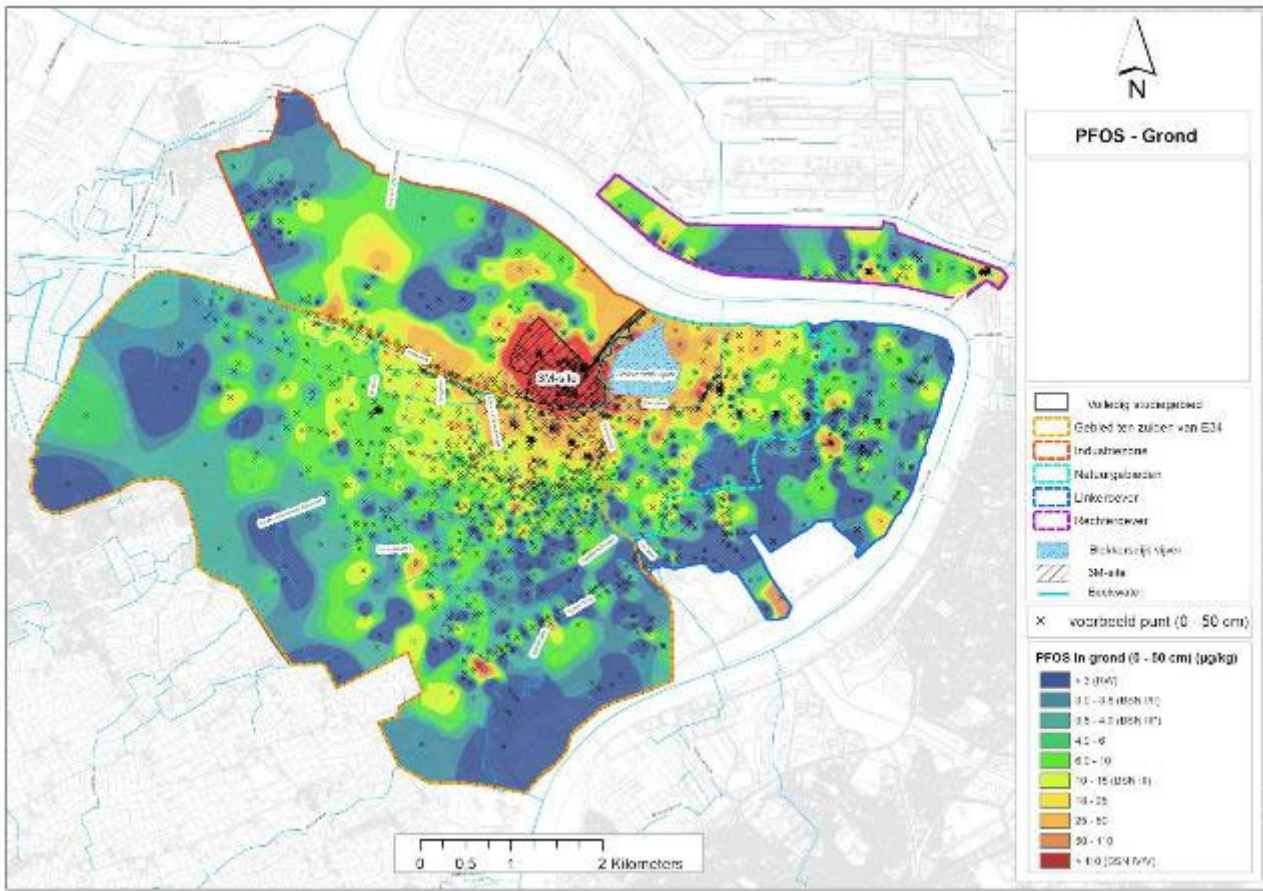
De toepassing van IDW als techniek voor de interpretatie en visualisatie van de bekomen onderzoeksresultaten werd bevestigd in een werkvergadering waar VITO de eigen review van de gegenereerde kaarten gerapporteerd in het vorige goedgekeurde beschrijvende bodemonderzoek, heeft toegelicht.

De belangrijkste kaarten met visualisatie van de resultaten zijn in onderstaande paragrafen toegelicht. Een overzicht van alle gegenereerde kaarten (diepte-intervallen 0,0-0,5, 0,5-1,0 en 1,0-1,5 m-mv), op A3-formaat, is opgenomen in Figuur 8.

6.2.2.1 PFOS

In Illustratie 6-5 is de horizontale verdeling van de PFOS-concentraties voor de onderzoeksperimeter weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. De verdere bespreking over de afperking van de PFOS-verontreiniging is weergegeven in 6.9.2. Op onderstaande illustratie zijn ook de locaties van de stalen aangeduid, om aan te geven op welke dataset deze evaluatie is uitgevoerd.

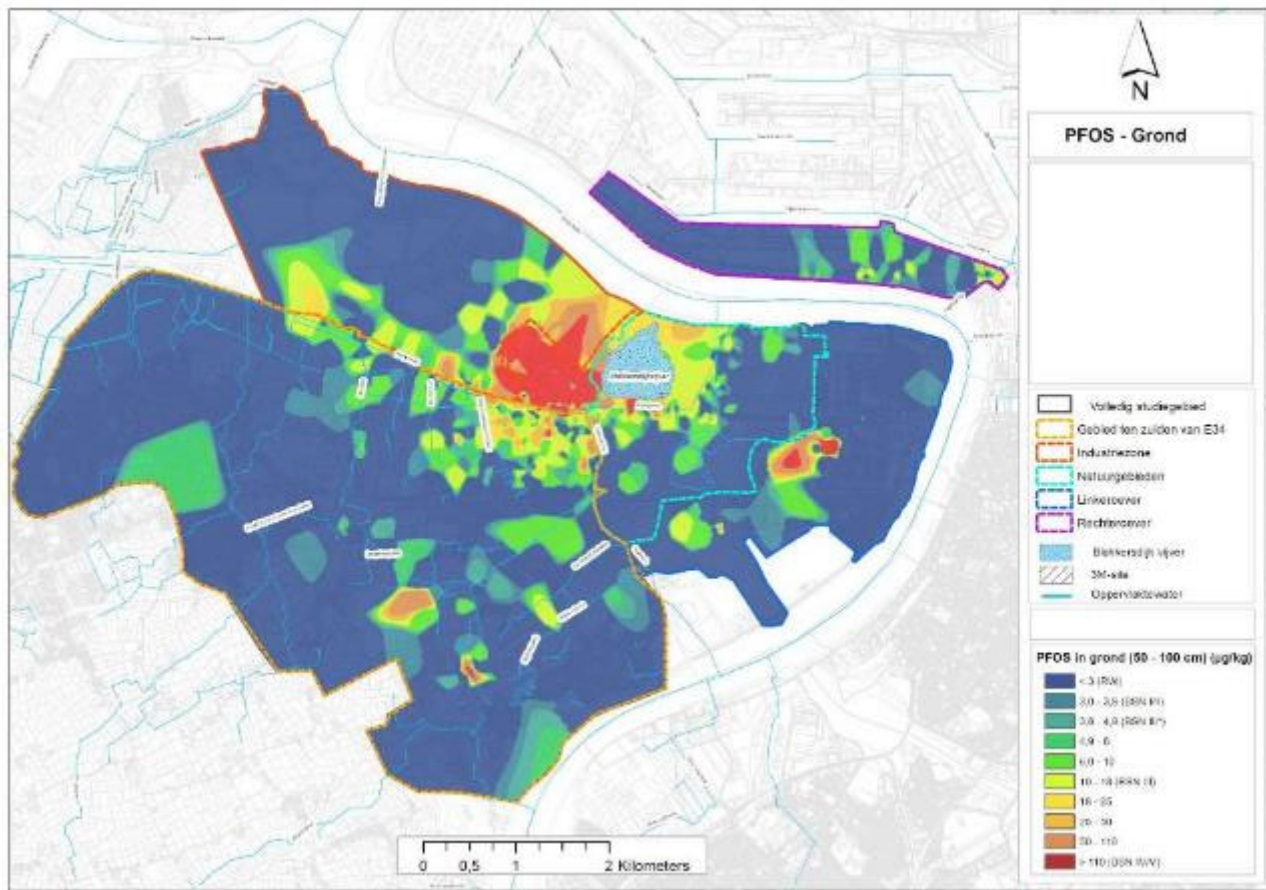
ILLUSTRATIE 6-5 HORIZONTALA VERDELING PFOS-CONCENTRATIES (0,0 - 0,5 M-MV)



Uit Illustratie 6-5 blijkt dat de PFOS-verontreiniging in de bovenste bodemlaag zich grotendeels situeert rond de 3M-site, maar dat er zich ook andere uitgesproken PFOS-hotspots manifesteren op afstand van de site, vaak ruimtelijke gescheiden door minder of niet-verontreinigde zones. De blauwe kleur op de illustratie (detectie beneden richtwaarde) is gebaseerd op meetresultaten van stalen die op die locatie genomen zijn.

In Illustratie 6-6 is de horizontale verdeling van de PFOS-concentraties voor de studiezone in de diepere bodemlaag van 0,5 tot 1,0 m-mv weergegeven.

ILLUSTRATIE 6-6 HORIZONTALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES (0,5 - 1,0 M-MV)



Deze illustratie bevestigt dat de belangrijkste PFOS-impact aanwezig is op de 3M-site en de directe omgeving, en toont ook de aanwezigheid aan van andere PFOS-bronnen zoals:

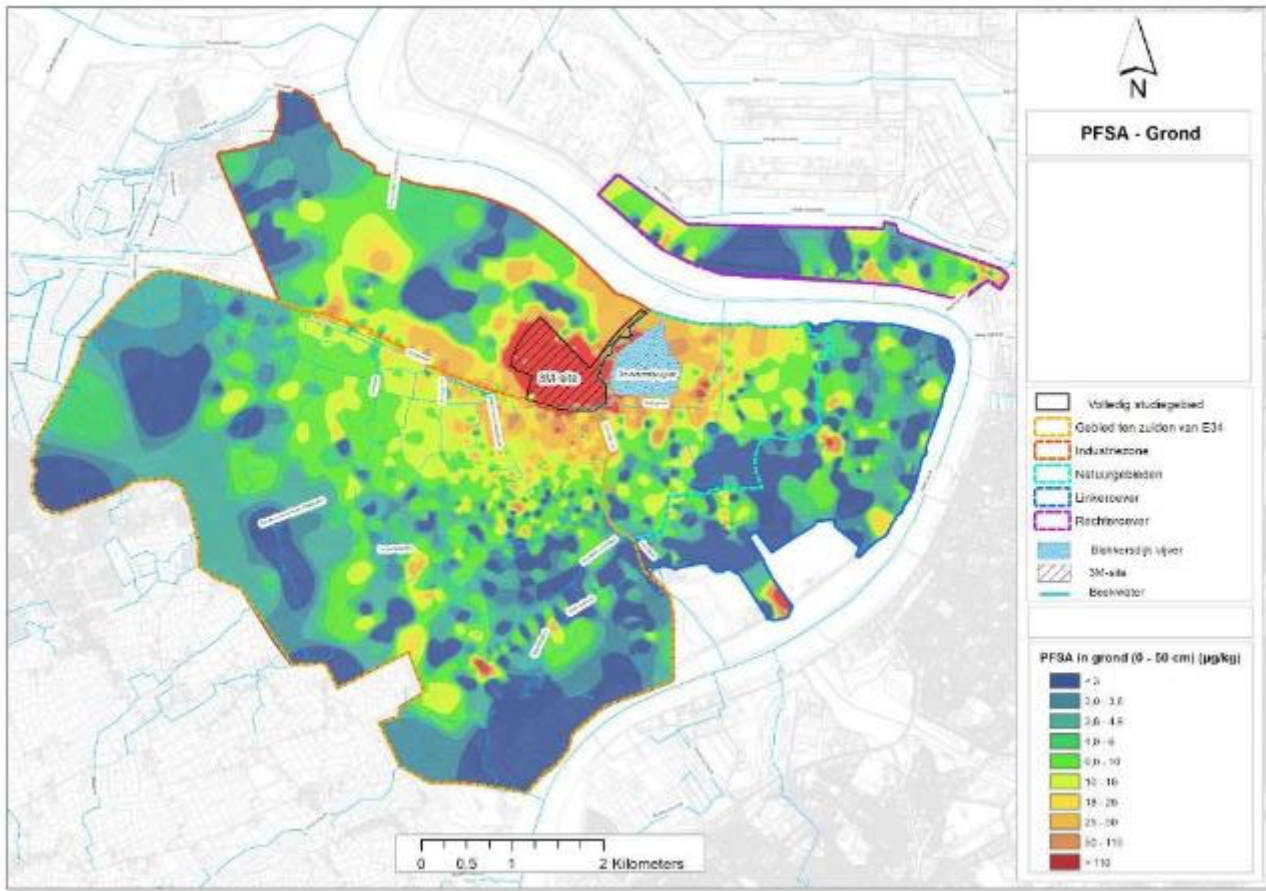
- het militaire kamp Fort Brosius;
- de brandweerposten Linkeroever & Royerssluis;
- het brandweeroefenterrein ter hoogte van de Ketenis/Keetberglaan komt duidelijk naar voren; alsook
- de impact van de Sanyo brand (Katwilgweg).

Ter hoogte van het industriegebied Zwijndrecht ten (noord)westen van de 3M-site was het niet mogelijk omwille van toestemming en/of toegankelijkheid om veel bodemonsters te nemen voor analyse en geven bovenstaande figuren een licht vertekend beeld. De grondwateranalyses binnen dit gebied geven immers aan dat er verhoogde PFOS-waarden aanwezig zijn, wat bevestigt dat er ook in die zone bijkomende externe PFAS-bronnen aanwezig zijn.

6.2.2.2 PFSA (PFOS-ACHTIGEN)

Illustratie 6-7 geeft de horizontale verdeling van de gemeten PFSA-concentraties weer voor de studiezone voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-7 HORIZONTALA VERDELING PFSA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)

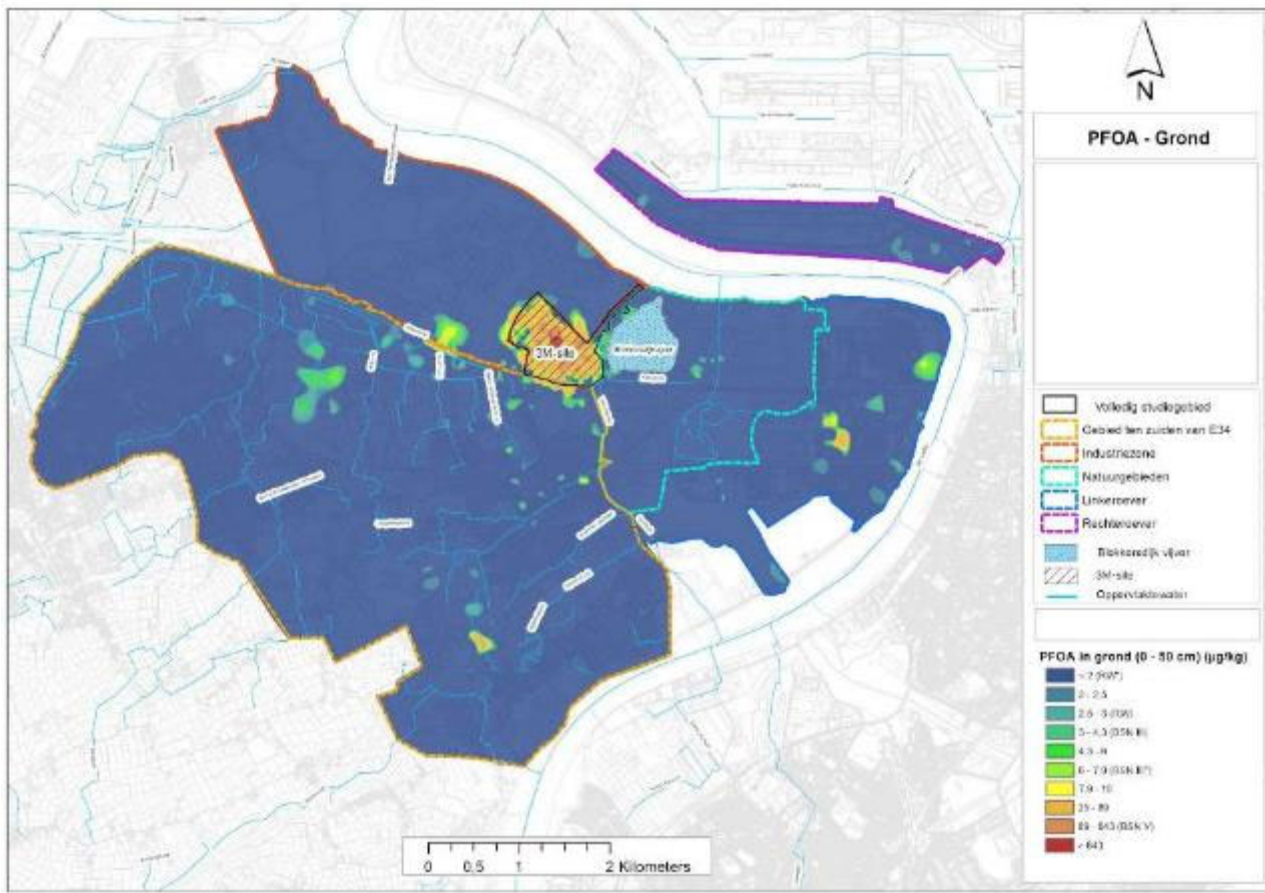


De horizontale ruimtelijke verdeling voor PFSA is nagenoeg identiek aan die voor PFOS, en bevestigt dat PFOS de meest dominant aanwezige PFSA-component is die gemeten is binnen de onderzoeksperimeter.

6.2.2.3 PFOA

Illustratie 6-8 geeft de horizontale verdeling van de PFOA-concentraties weer voor de onderzoeksperimeter voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-8 HORIZONTALE VERDELING PFOA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)

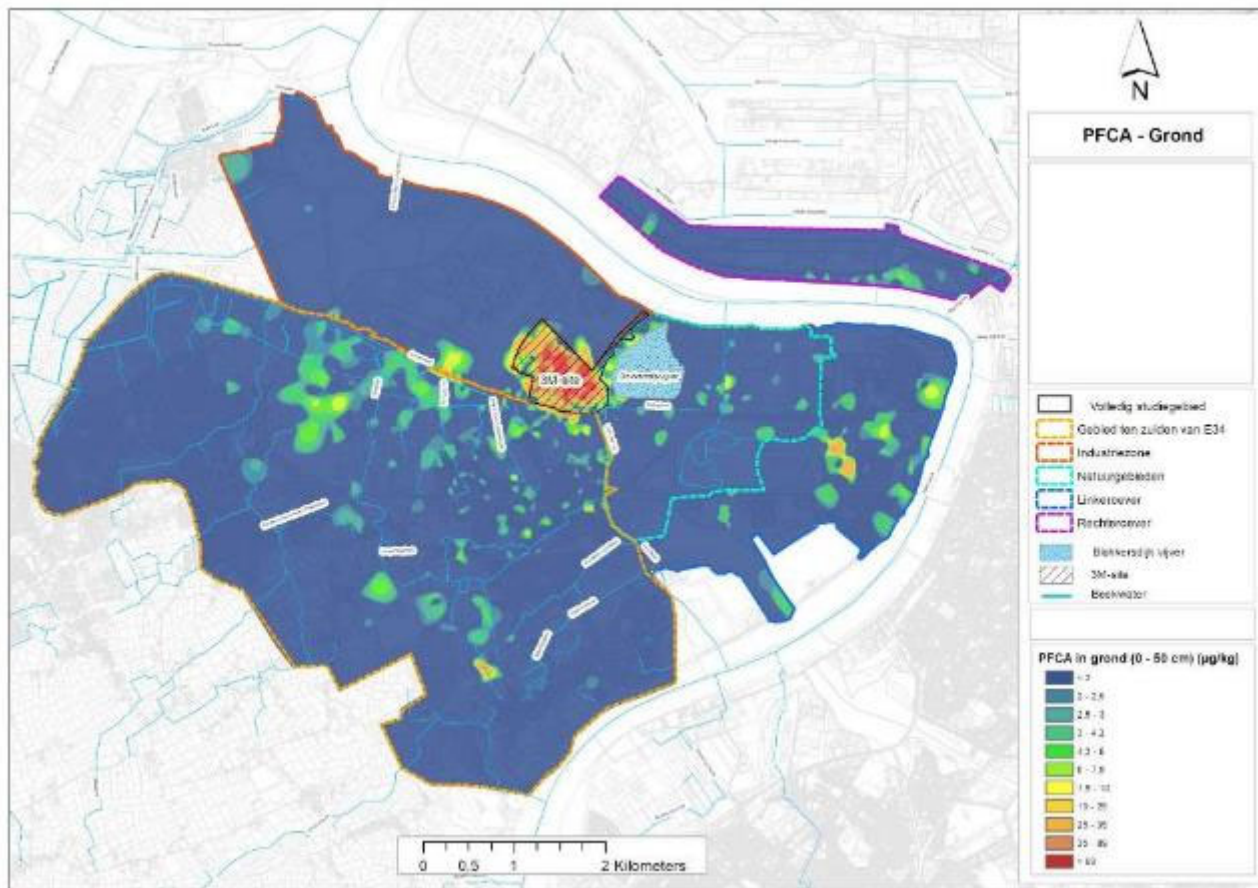


Hieruit blijkt dat de impact van PFOA-verontreiniging beperkt blijft tot de zone direct rondom de 3M-site. Er zijn enkele andere, externe lokale PFOA-bronnen aangetoond die niet gerelateerd zijn aan 3M. Meestal vallen deze externe PFOA-bronnen samen met de andere waargenomen externe PFAS-bronnen. Deze conclusie is ook in overeenstemming met de uitkomst van het historisch onderzoek.

6.2.2.4 PFCA (PFOA-ACHTIGEN)

Illustratie 6-9 geeft de horizontale verdeling van de PFCA-concentraties weer voor de onderzoeksperimeter voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-9 HORIZONTALE VERDELING PFCA-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)

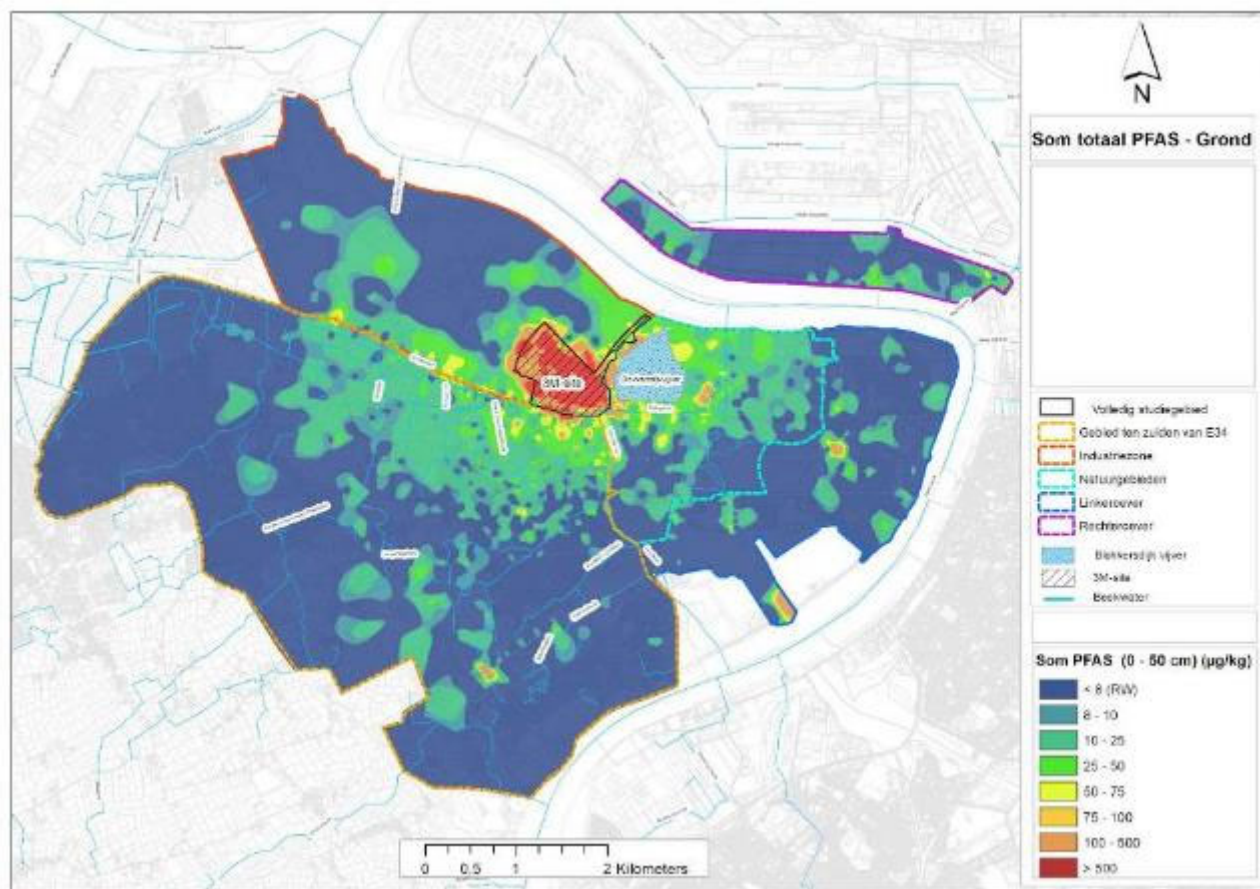


De illustratie voor de ruimtelijke verdeling van PFCA vertoont gelijkenissen met de ruimtelijke verdeling van PFOA, omdat PFOA een belangrijke gemeten component is binnen de PFCA-groep. Illustratie 6-9 suggereert ook dat er op meerdere plaatsen individuele spots zijn waar concentraties PFCA gemeten zijn boven de richtwaarde voor PFOA, wat betekent dat op die plaatsen er andere componenten dan PFOA binnen de PFCA-groep dominant aanwezig zijn.

6.2.2.5 PFAS-SOM

In Illustratie 6-10 is de horizontale verdeling van de PFAS-som-concentraties voor de onderzoeksperimeter weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-10 HORIZONTALE VERDELING PFAS-SOM-CONCENTRATIES (0,0 – 0,5 M-MV)



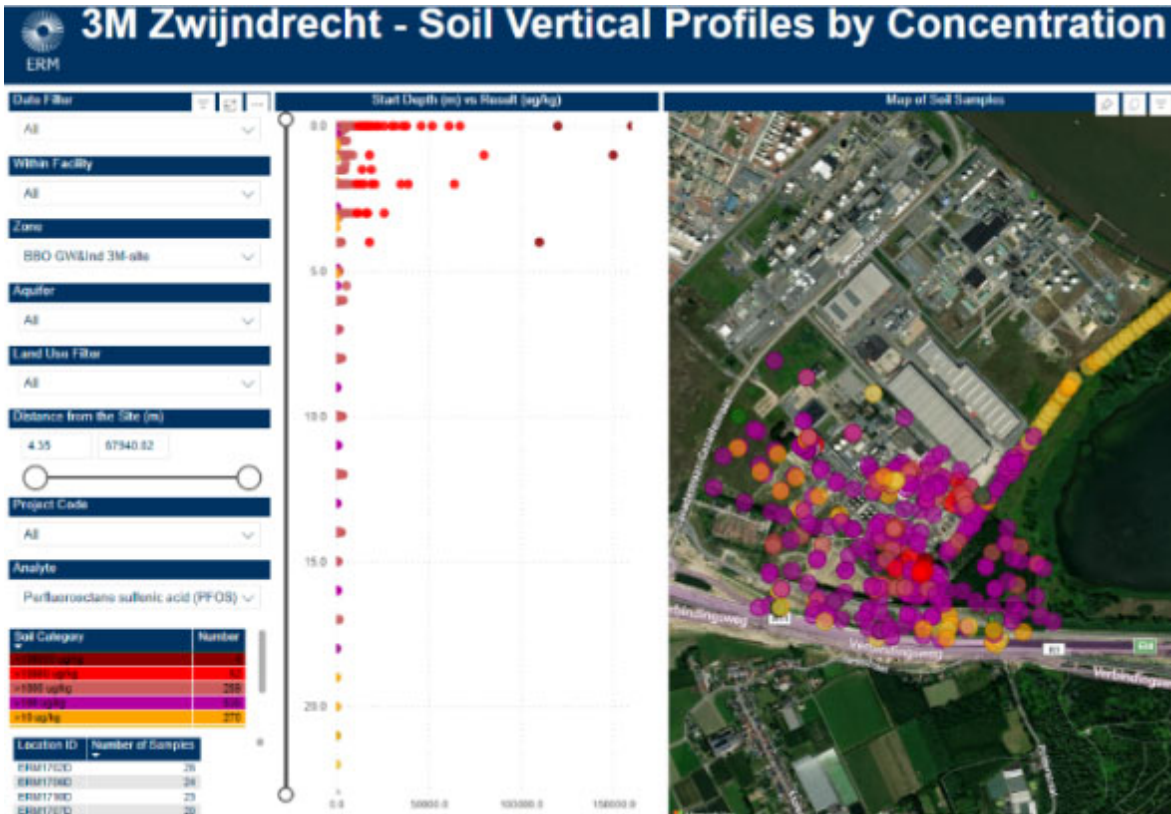
In vergelijking met de horizontale verdeling van PFOS voor hetzelfde diepteprofiel, is de ruimtelijke verspreiding van de PFAS-som in de bodem beperkter. Dit is bijkomend een bevestiging dat PFOS de meest dominante geanalyseerde PFAS-component is binnen de onderzoekspereimeter, omdat de PFAS-som is vergeleken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

6.2.3 VERTICALE PFOS-VERDELING

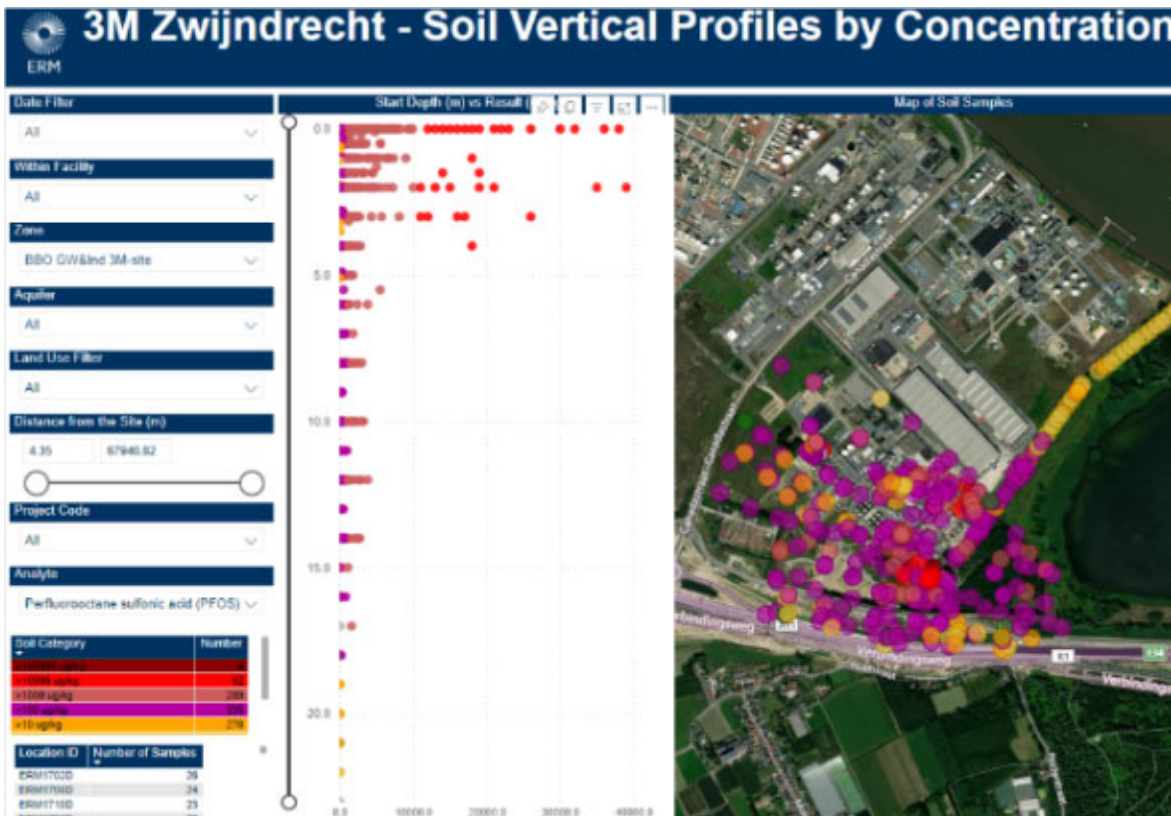
De PFAS-concentraties in de bodem nemen af met toenemende diepte. PFOS, als de belangrijkste in de bodem aanwezige PFAS-verbinding, is gebruikt om deze waarneming te illustreren. Er is een onderscheid gemaakt tussen de verticale afname van de concentraties op de 3M-site⁵² zelf (Illustratie 6-11) en de afname in het overige deel van het onderzoeksgebied dat daarrond gelegen is (Illustratie 6-13 en Illustratie 6-14). In de illustraties zijn alle monsters van het vaste deel van de aarde opgenomen die in de periode 2017-2023 geanalyseerd zijn binnen de onderzoekspereimeter.

⁵² Inclusief de strook industriegebied ten zuiden van 3M en ten noorden van de E34.

ILLUSTRATIE 6-11 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES - 3M-SITE



ILLUSTRATIE 6-12 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES - 3M-SITE (DETAIL)

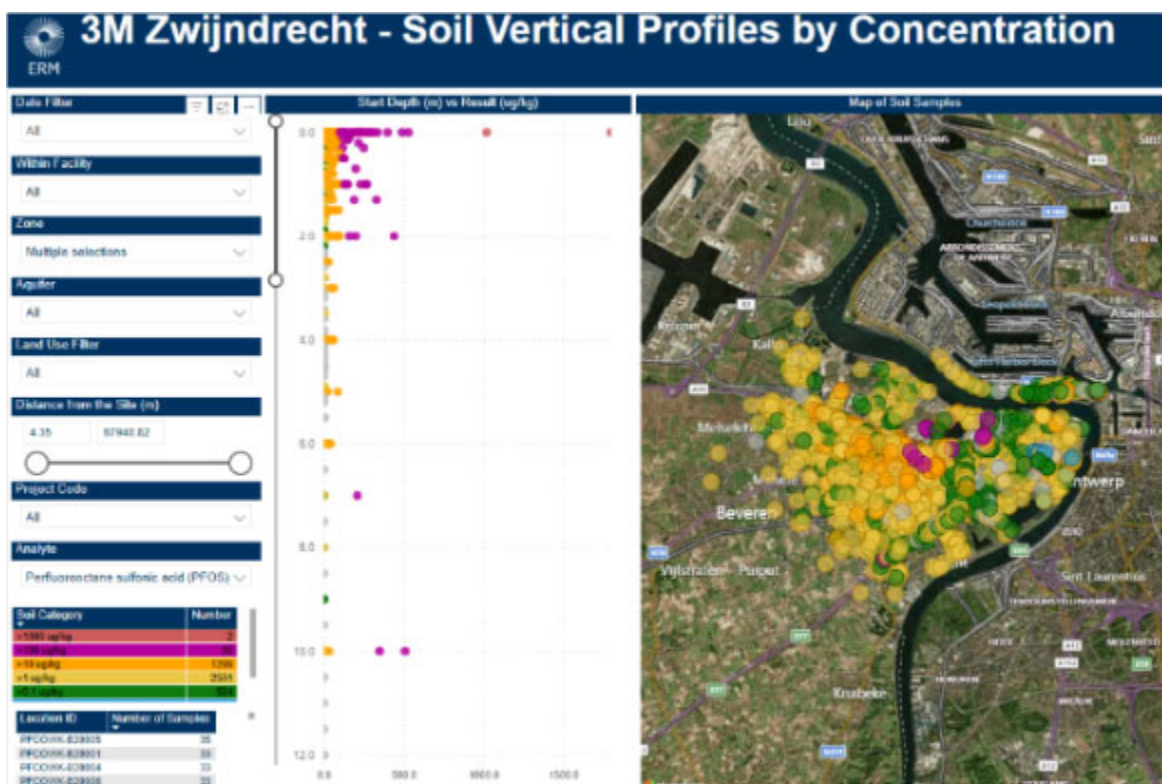


De belangrijkste impact in het vaste deel van de aarde, met concentraties boven de 10.000 µg/kg ds, beperkt zich tot een diepte van 5 m-mv. Tot 17,5 m-mv zijn concentraties hoger dan 1.000 µg/kg ds gemeten. Concentraties tot 100 µg/kg ds zijn gemeten tot op een diepte van ongeveer 19 m-mv. Vanaf 21,5 m-mv zijn de concentraties aan PFOS lager dan 10 µg/kg ds.

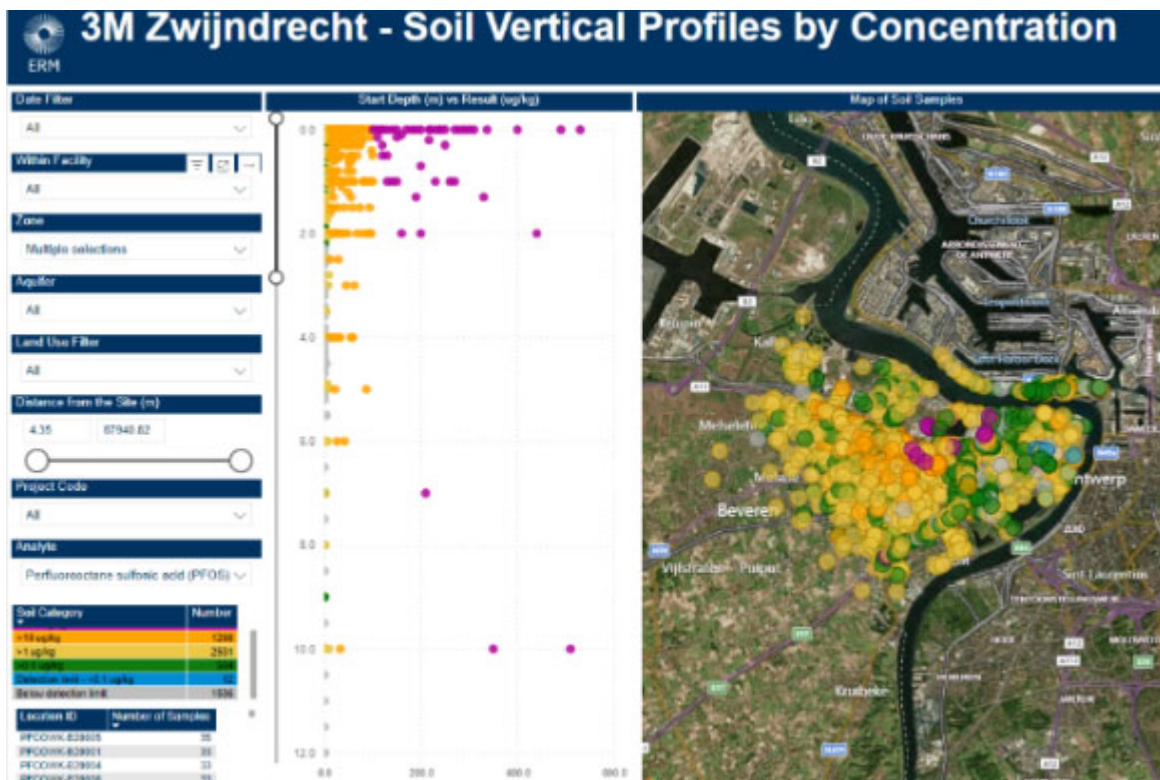
De meest verhoogde PFOS-concentraties zijn voornamelijk vastgesteld in de zone tussen de 3M-site, de Blokkersdijkvijver en de snelweg E34.

Het is belangrijk op te merken dat er in de bronzones onder de fabrieksgebouwen (gebouwen 3 & 16) slechts een zeer beperkt aantal stalen zijn genomen en analyses zijn uitgevoerd tot op heden. Bijkomend onderzoek na het stopzetten van de PFAS-activiteiten (gepland midden 2024) zal toelaten om de verontreinigingssituatie onder deze bronzones beter in kaart te brengen. Dit heeft een impact op de vuilvrachtberekening.

ILLUSTRATIE 6-13 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES – OVERIG DEEL ONDERZOEKSGBIED



ILLUSTRATIE 6-14 VERTICALE VERDELING PFOS-CONCENTRATIES CONCENTRATIES – OVERIG DEEL ONDERZOEKSGBIED (DETAIL)



De belangrijkste impact in het vaste deel, off-site zijn dat concentraties hoger dan 1.000 µg/kg ds, beperkt zich tot eerste meter onder het maaiveld en dit in de directe nabije omgeving van de 3M-site. Het overgrote deel van de bodemverontreiniging in concentraties boven de 100 µg/kg beperkt zich tot een diepte van 2,3 m-mv. Plaatselijk zijn echter concentraties tot boven de 100 µg/kg ds tot 10 m-mv gemeten. Specifiek gaat het hier om het meetpunt E34_22A dat net langs de snelweg E34 ten zuiden van de scheiding van de 3M-site met de Blokkersdijkvijver gelegen is. Deze boorlocatie ligt nabij de zone waar op het terrein zelf ook de diepste verspreiding van de PFAS-verontreiniging is aangetoond. De verontreiniging met PFOS is verticaal dus afgeperkt met de meetresultaten die geïntegreerd zijn in Illustratie 6-11 en Illustratie 6-12.

6.3 INTERPRETATIE RESULTATEN GRONDWATER

6.3.1 INTERPRETATIE PFAS-VERBINDINGEN TEN OPZICHTE VAN VOORGESTELDE NORMERING

Enkel voor somparameters zijn voorgestelde toetsingswaarde bodemsaneringsnorm van toepassing.

- Som PFAS (som van de gemeten PFAS-componenten): 500 ng/l; en
- Som 20PFAS EU DWRL (som van de 20 PFAS verbindingen opgenomen in de Europese Drinkwater Richtlijn): 100 ng/l.

Voor geen van deze somparameters is een richtwaarde gedefinieerd, en deze normen zijn onafhankelijk van het bestemmingstype.

In het kader van het voorliggend BBO is een eerste preliminaire screening uitgevoerd op de aanwezigheid van de ultrakorte PFPrA en TFA in het grondwater, deze parameters zijn niet mee opgenomen in de som gemeten PFAS hieronder besproken en weergegeven.

TABEL 6-2 PFAS-VERBINDINGEN VERGELEKEN MET VOORGESTELDE BODEMSANERINGSNORM (VBSN)

Verbinding	Landgebruik type I - V
Som PFAS	>vBSN
Som PFAS 20EU DWRL	>vBSN

Op basis van de bovenstaande tabel blijkt dat de concentraties van som PFAS en som PFAS 20EU DWRL de voorgestelde bodemsaneringsnormen overschrijden.

6.3.2 HORIZONTALA VERDELING

6.3.2.1 INLEIDING

In sectie 5.8.2 zijn de onderzoeksresultaten voor de componenten som PFAS en som 20PFAS EU DWRL binnen de BBO-onderzoeksperimeter reeds op peilbuisniveau grafisch en ruimtelijk weergegeven ten opzichte van de 3M-site.

Naar analogie met het vaste deel van de aarde beschrijft deze sectie de resultaten van de interpolatie van de onderzoeksresultaten die is uitgevoerd met behulp van de interpolatietechniek 'Inverse Distance Weighting' (of IDW⁵³) binnen het GIS-programma ARC Map. 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.

De interpolatie is uitgevoerd op de dataset gelegen binnen het projectgebied zoals bepaald in sectie 1.2, uitgebreid met een viertal bestaande peilbuizen van het meetnet van de VMM in Beveren waarvan PFAS-metgegevens uit 2021 beschikbaar zijn. De vorm van deze interpolatiekaarten voor grondwater is dan ook anders, meer uitgebreid dan deze voor het vaste deel van de aarde.

Naar analogie met het vaste deel van de aarde is de IDW-interpolatietechniek gebruikt om de horizontale verdeling van de PFAS-componenten te visualiseren. Voor het grondwater zijn dezelfde instellingen gebruikt als voor grond, behalve de afstandscoëfficiënt. Deze is gewijzigd naar 5, terwijl voor grond een macht 10 is gebruikt, omwille van het feit dat er minder datapunten zijn voor grondwater in vergelijking met het vaste deel van de aarde.

De belangrijkste kaarten met visualisatie van de bekomen onderzoeksresultaten van het voorliggend BBO zijn in onderstaande paragrafen toegelicht voor het onderzochte ondiepe en diepe grondwater. Een overzicht van alle gegenereerde kaarten op A3-formaat is opgenomen in Figuur 10.

⁵³ <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/>

Zoals eerder al aangeven, is de Polderklei niet overal aanwezig binnen het projectgebied. Ter herinnering, naar gelang de filterstelling zijn de peilbuizen geïnclassificeerd in verschillende lagen:

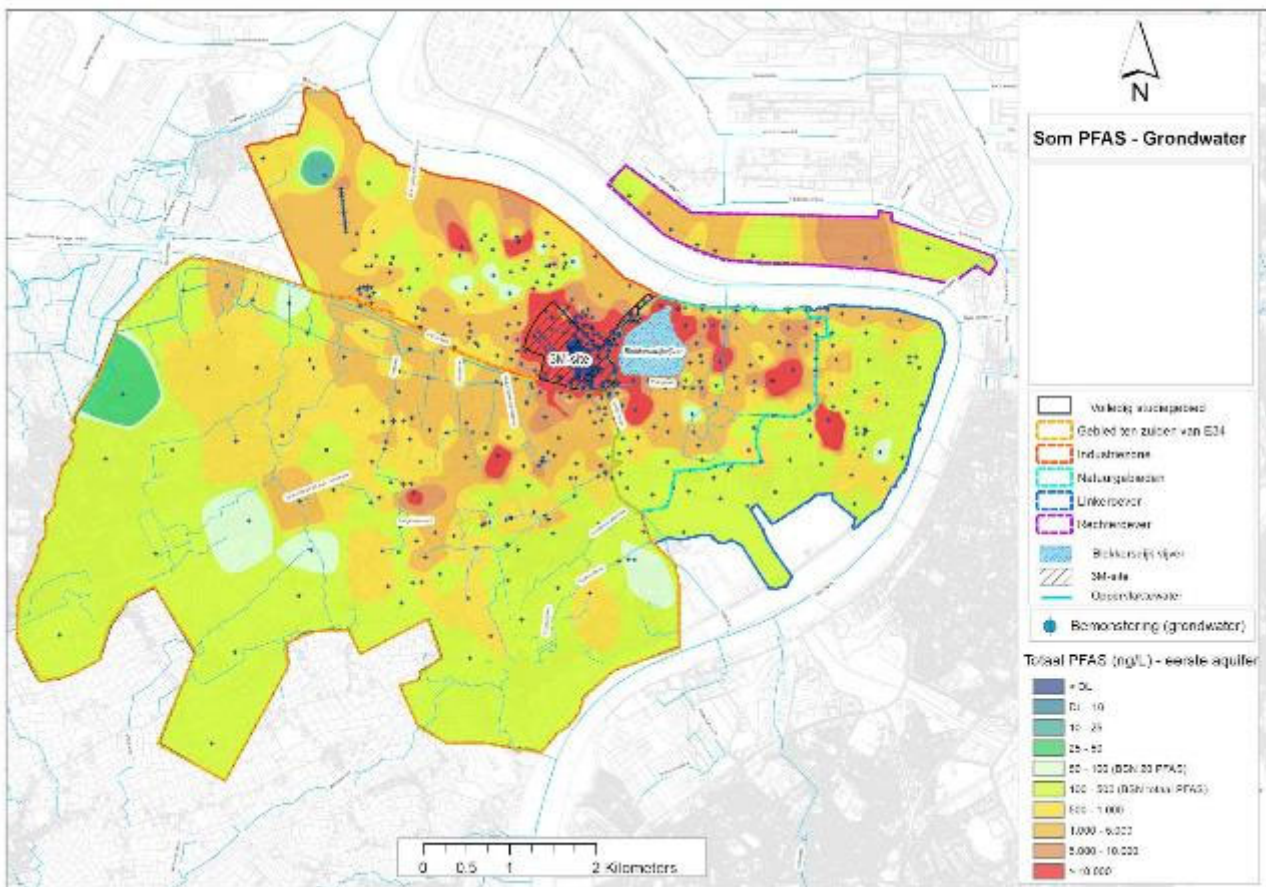
- Ondiep = filterstelling binnen de 6 m-mv in freatische aquifer (1^{ste} aquifer of ongedifferentieerd);
- Middeldiep = filterstelling onder de Polderklei of dieper dan 6 m-mv in zone waar geen Polderklei aanwezig is (filterstelling is niet geplaatst op de top van de Boomse Klei); en
- Diep = filterstelling dieper dan 16 m-mv of op de top van de Boomse klei.

In deze sectie is naast het verontreinigingsbeeld voor de cumulatieve som PFAS en som PFAS 20EU DWRL ook de vastgestelde impact voor PFOS, PFOA, PFHxS, PFBS en PFBA besproken. Op de opgenomen illustraties voor de verschillende geselecteerde PFAS-componenten zijn ook steeds de locatie van de monitoringspeilbuizen weergegeven, zodat men een duidelijk beeld heeft van het aanwezige meetnet dat aan de basis ligt van de interpretatie van voorliggend BBO.

6.3.2.2 SOM PFAS

Illustratie 6-15 geeft de horizontale verdeling van cumulatieve som PFAS-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater. De verdere bespreking over de afperking van de som PFAS-verontreiniging is weergegeven in sectie 6.9.3.

ILLUSTRATIE 6-15 SOM PFAS IN ONDIEP GRONDWATER



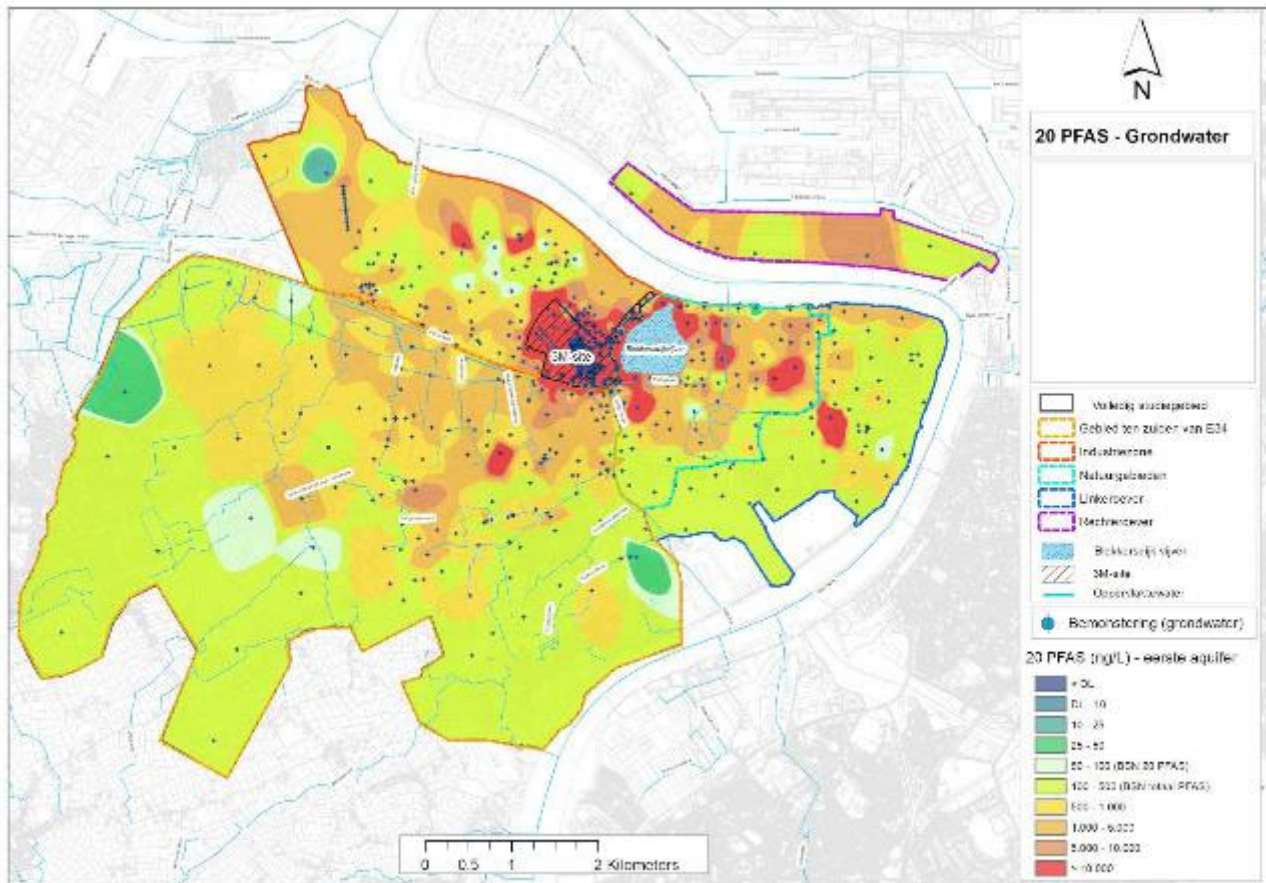
Uit deze resultaten blijkt dat:

- De meest verhoogde som PFAS-concentraties zijn op en in de directe omgeving van de 3M-site gemeten. Een uitloper is waargenomen in het Vlietbos, wat verklaard kan worden door de aanwezigheid van een belangrijke kwelzone vanuit de tweede diepere aquifer. In sectie 6.1.2 is de radiale divergente stroming richting zuidoost naar de Vlietbosbeek besproken, wat suggereert dat in de tweede aquifer het diepere grondwater vanuit de 3M-site onder de snelweg E34 stroomt, om dan finaal terecht te komen in de Vlietbosbeek;
- Naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt, neemt de gemeten som PFAS-concentratie eveneens af, en dit tot onder de 500 ng/l bodemsaneringsnorm. Er zijn enkele duidelijke geïsoleerde hotspots (met som PFAS > 10.000 ng/l) die op basis van de beschikbare informatie niet kunnen gelinkt aan de activiteiten op de 3M-site;
- De gerapporteerde PFAS-verontreiniging ter hoogte van de brandweerpost Linkeroever komt duidelijk naar voor als een geïsoleerde hotspot. Ook ter hoogte van de industriële burens zijn 2 belangrijke individuele PFAS-hotspots aanwezig. Deze kunnen niet gelinkt worden aan de 3M-activiteiten. Ze zijn waarschijnlijk het gevolg van blustesten en/of branden waar PFAS-houdend blusschuim is gebruikt op de desbetreffende locaties waar deze verhoging is vastgesteld. Een andere reeds geïdentificeerde externe PFAS-bron is terug te vinden nabij het militaire kamp Fort Brosius, waar eveneens brandblus oefeningen hebben plaatsgevonden in het verleden en de bodemverontreiniging met PFAS reeds is gerapporteerd;
- Verder naar het westen toe en binnen de BBO onderzoeksperimeter is er ook een impact door uitloging vanuit het voormalige baggerslibstort ter hoogte van Groot Rietveld, met verhoogde PFAS-concentraties die schommelen tussen 5.000 en 10.000 ng/l;
- Op de Rechteroever zijn er ook verhoogde som PFAS-concentraties gemeten in grondwater, weliswaar aan lagere som PFAS-gehalten in vergelijking met de linkeroever van de Schelde. Opvallend is ook de aangetoonde som PFAS-verhoging langs de Scheldelaan op het oostelijk rechteroevergebied;
- In het gebied ten zuiden van de snelweg E34 is in 2 peilbuizen een anomale som PFAS-concentratie gemeten, en dit met een factor 10 hoger dan de waarden die gemeten zijn in de direct omliggende peilbuizen. De oorzaak van deze anomale waarden is op basis van de beschikbare gegevens niet duidelijk. Het betreft:
 - Peilbuis ERM1608 bevindt zich ter hoogte van een speelveld aan de Richard Orlentstraat, en heeft een som PFAS-concentratie van 23.185 ng/l. De PFAS fingerprint is vergelijkbaar met de fingerprint van de direct omliggende peilbuizen, doch aan beduidend hogere PFAS-gehalten (ongeveer factor 10). Deze hoge concentraties zijn bevestigd met een analyse op een waterstaal in mei 2022 en mei 2023; en
 - Peilbuis ERM1655 bevindt zich op het zuidwestelijk randgebied van de BBO onderzoeksperimeter, langsheen de Krijgsbaan (ten zuiden van de Beversebaan). De gemeten som PFAS-concentratie bedraagt 19.077 ng/l. Deze peilbuis vertoont echter een andere fingerprint, de som PFAS-concentratie wordt voornamelijk grotendeels bepaald door PFHxS, PFHxSA, PFHxA, PFOA, en PFPeS. De C4-PFAS verbindingen PFBA en PFBS die voornamelijk de off-site PFAS fingerprint domineren in deze zone komen in verhouding beduidend minder voor in deze peilbuis. Ook deze resultaten zijn bevestigd met 2 verschillende analyses, in juni 2022 en mei 2023.

6.3.2.3 SOM PFAS 20EU DWRL

Illustratie 6-16 geeft de horizontale verdeling van som PFAS 20EU DWRL-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater. De verdere bespreking over de afperking van de som PFAS-verontreiniging is weergegeven in sectie 6.9.3.

ILLUSTRATIE 6-16 SOM PFAS 20EU DWRL IN ONDIEP GRONDWATER



Het beeld in bovenstaande illustratie komt zeer goed overeen met het beeld voor som van de gemeten PFAS.

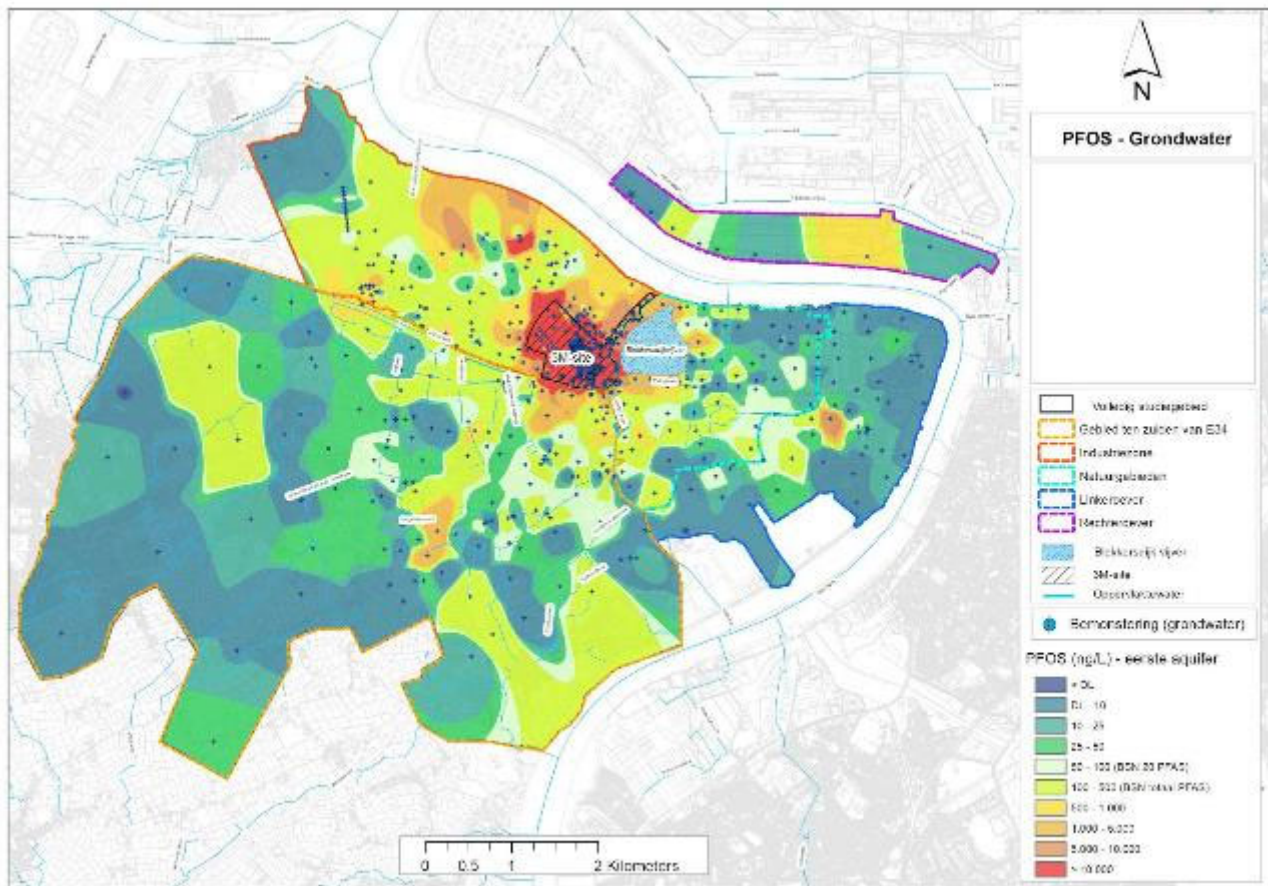
De geïsoleerde externe PFAS-bronnen ter hoogte van Linkeroever, Fort Brosius en de industriezone ten westen van de 3M-site zijn ook weergegeven in de som PFAS 20 EU DWRL.

Een belangrijke observatie is dat met uitzondering van enkel geïsoleerde meetpunten de vastgestelde som PFAS 20 EU DWRL gehalten in alle peilbuizen boven de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 100 ng/l ligt binnen de ganse BBO onderzoeksperimeter.

6.3.2.4 PFOS

In Illustratie 6-17 is de horizontale verdeling van de PFOS-concentraties voor het projectgebied weergegeven voor het ondiepe grondwater.

ILLUSTRATIE 6-17 PFOS IN ONDIEP GRONDWATER



De gegevens suggereren dat de verhoogde PFOS-impact in het ondiepe grondwater grotendeels beperkt blijft tot de 3M-site en de directe nabije omgeving. De 1 µg/l (1.000 ng/l) contour die in het BBO van 2006 is getekend voor PFOS in grondwater is nauwelijks gewijzigd, enkel naar het zuiden en het zuidwesten toe lijkt deze deels te zijn toegenomen op basis van de recente grondwater metingen. De gebieden met de hoogste PFOS-concentratie in grondwater komen grotendeels overeen met de zone waar de verhoogde PFOS-concentraties in het vaste deel zijn gemeten.

De gemodelleerde onderstroming naar het Vlietbos is tijdens het finaliseren van voorliggend rapport bevestigd door een 2^{de} analyse op een nieuw genomen waterstaal van peilbuis PB3294, met filterstelling tussen 2-3 m-mv. Het nieuwe bekomen PFOS-resultaat is evenwel hoger dan het resultaat dat in bovenstaande illustratie is gebruikt, en is volledig in lijn met de overige PFAS-componenten die op deze plaats verhoogd zijn gemeten.

De gekende PFOS-verontreiniging in het grondwater ter hoogte van Fort Brosius in Zwijndrecht is duidelijk aanwezig, naast de eerder vernoemde andere externe PFAS-bronnen (niet gerelateerd aan 3M-activiteiten) op Linkeroever en de industriële burens. Ten noordoosten van de gekende verontreiniging van Fort Brosius is peilbuis PB3279 aanwezig, waar een concentratie van 3.600 ng/l aan PFOS is gemeten. Deze peilbuis bevindt zich net ten noorden van de spoorweg & ten oosten van de Krijgsbaan, en de PFOS-concentratie is dubbel zo hoog als in peilbuis PBM5 gelegen vlak naast het fort, waar 1.540 ng/l aan PFOS is gemeten. Hoewel op bovenstaande illustratie beide peilbuizen samen een geïsoleerde bronzone doen vermoeden,

is het niet meteen duidelijk of deze 2 peilbuizen effectief gelinkt kunnen worden aan eenzelfde bron. De fingerprint van beide doet vermoeden dat het hier mogelijk om 2 verschillende PFAS-verontreinigingen betreft.

Meer naar het westen toe zijn in Beveren ook 2 peilbuizen aanwezig met hogere PFOS-concentraties boven 100 ng/l (410 en 360 ng/l) in vergelijking met de omliggende peilbuizen. De overige peilbuizen in Beveren hebben PFOS-concentraties die schommelen rond de detectielimiet, met een maximale concentratie van 50 ng/l.

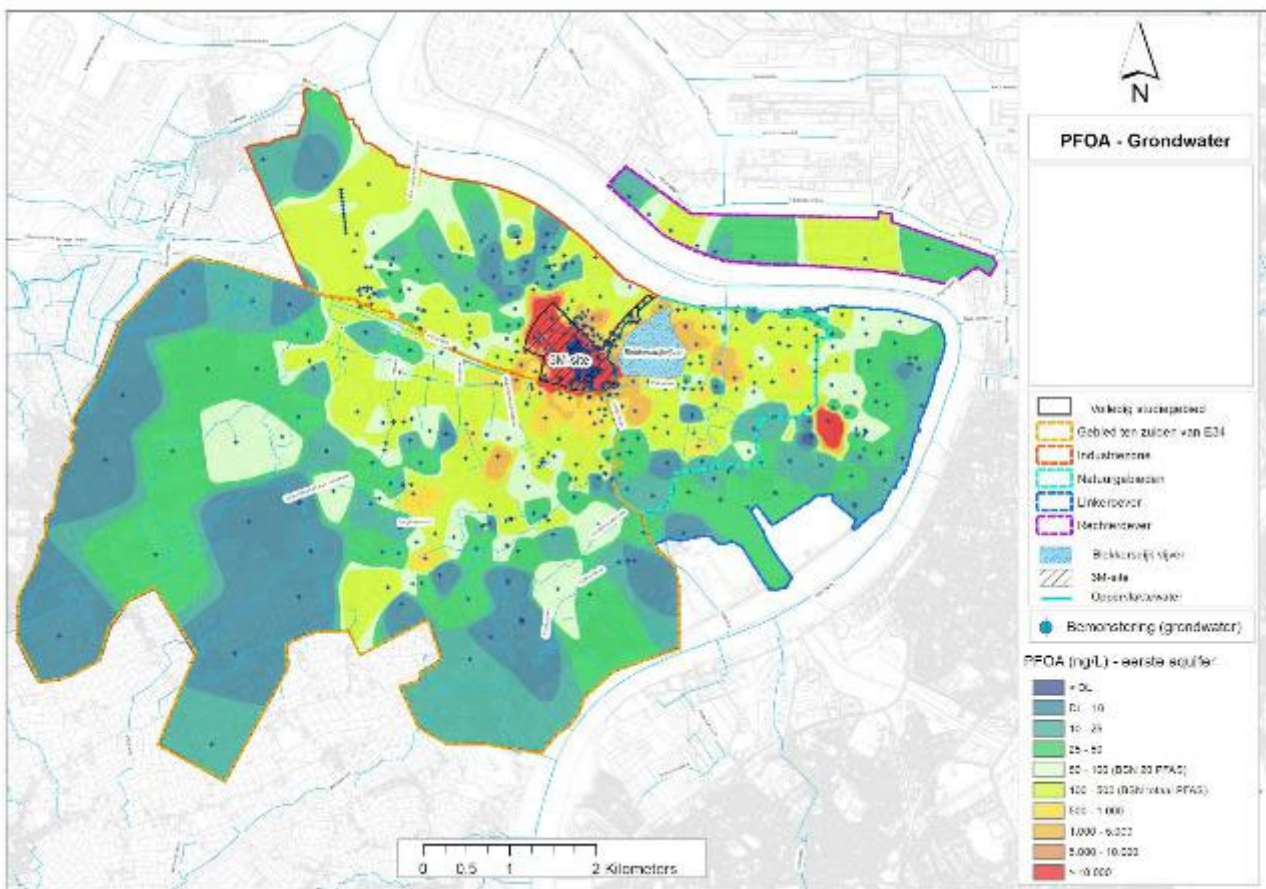
Daarnaast zijn ook geïsoleerde PFOS-bronzones aanwezig ter hoogte van andere industriële burens langs de Keetberglaan, net ten noorden van de snelweg E34. In vergelijking met het gebied ten zuiden van de snelweg E34 is de gemiddelde PFOS-concentratie op de industriegebieden ten noorden van de E34 hoger, met concentraties die schommelen tussen de 100 à 500 ng/l.

Ook op rechteroever zijn verhoogde PFOS-concentraties aangetoond in grondwater, volgens het bronnenonderzoek beschreven in hoofdstuk 2 is nabij de verhoogde concentratie in het oostelijk deel van het projectgebied op rechteroever ter hoogte van de Scheldelaan.

6.3.2.5 PFOA

Illustratie 6-18 geeft de horizontale verdeling van de PFOA-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater.

ILLUSTRATIE 6-18 PFOA IN ONDIEP GRONDWATER



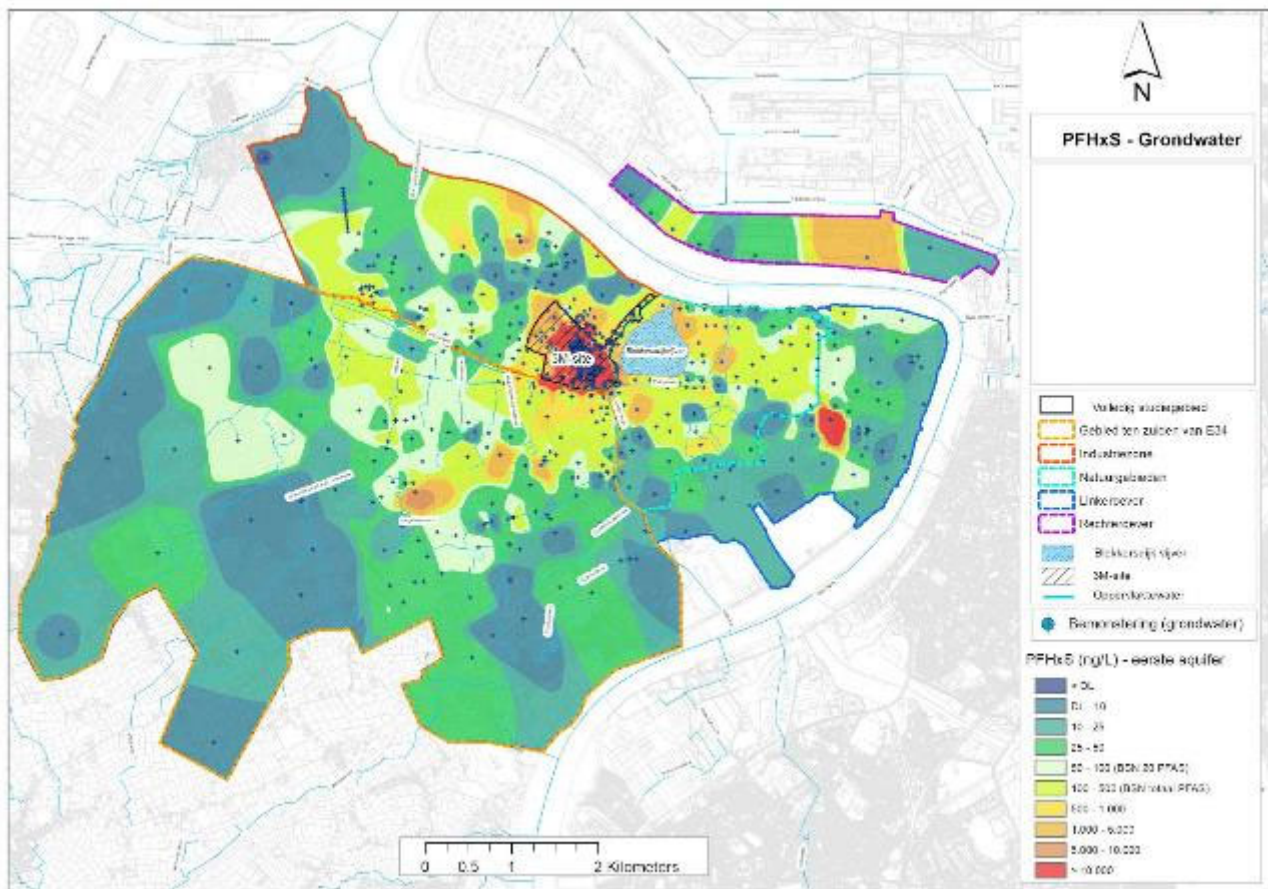
De gegevens suggereren dat de PFOA-impact in het ondiepe grondwater grotendeels beperkt blijft tot de 3M-site en de directe nabije omgeving.

De aanwezigheid van PFOA in grondwater is vergelijkbaar met die van PFOS: er zijn verontreinigingen aanwezig die niet gelinkt zijn aan de 3M-activiteiten. De brandweerkazerne op Linkeroever is daar een duidelijk voorbeeld van. Er is wellicht gebruik gemaakt van PFAS-houdend blusschuim met PFOA-bijdrage in de formulering.

6.3.2.6 PFHXS

Illustratie 6-19 geeft de horizontale verdeling van PFHxS-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater.

ILLUSTRATIE 6-19 PFHXS IN ONDIEP GRONDWATER



Het verontreinigingsbeeld voor PFHxS is vrij gelijkaardig aan dat van PFOS en in lijn met de verwachtingen aangezien in de 1^{ste} generatie blusschuim PFOS (als POSFE) en PFHxS de belangrijkste PFAS-componenten in de basisformulering waren.

Zoals eerder vermeld in sectie 2.7.1 is in tegenstelling tot PFOS is het C6-sulfaat PFHxS eerder in een relatief beperkte hoeveelheid op de site geproduceerd en dit voor een relatief korte periode van 1984 tot 1992. Nadien is het als grondstof op de 3M-site geleverd om vervolgens geformuleerd te worden tot het 3M-blusschuim. De verhoogde aanwezigheid van PFHxS in grondwater net ten zuiden van de 3M-site is bijgevolg grotendeels toe te schrijven aan blusschuimtesten van derden op het 3M-terrein. Op de naburige industrieterreinen is

schijnbaar ook blusschuim van de eerste generatie toegepast, want naast de PFOS-verhoging zijn er ook hogere PFHxS-gehalten gemeten.

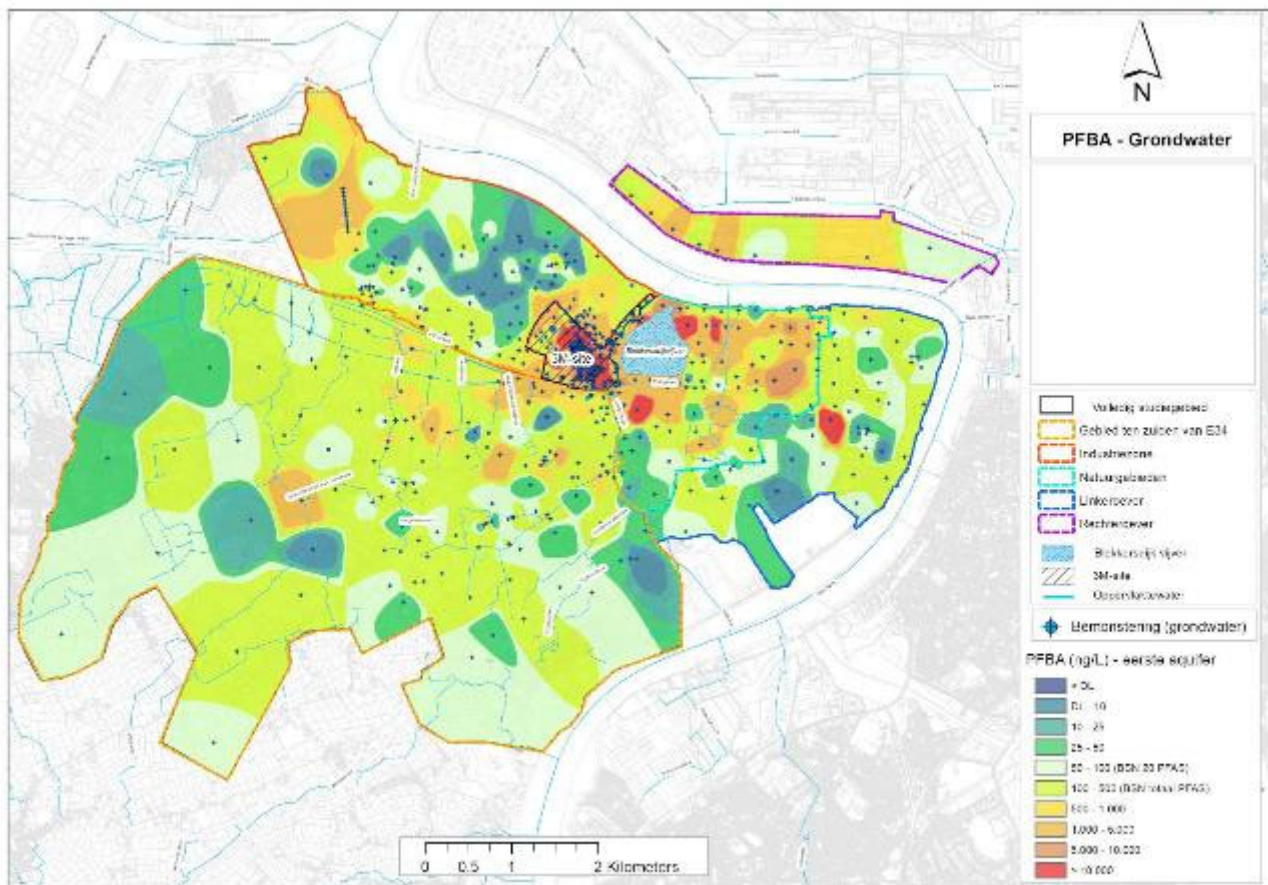
Meer naar het zuiden toe zijn in Zwijndrecht peilbuizen aanwezig waar verhoogde PFHxS-concentraties gemeten zijn, al dan niet in combinatie met verhoogde PFOS-concentraties op die plaats. Deze verhoogde concentraties in peilbuis ERM1655 langsheen de Krijgsbaan, ERM1608 in de speeltuin aan de Richard Orlentstraat en ERM1910 naast het tramspoor in de Poldertuin zijn, gelet op de gemeten PFHxS-concentraties in de onmiddellijke omgeving van deze peilbuizen, niet toe te schrijven de 3M-activiteiten.

Ter hoogte van Fort Brosius is in de peilbuis PBM5, waar tevens een verhoogde PFOS- en PFOA-concentraties zijn gemeten, geen PFHxS gemeten boven de detectielimiet.

6.3.2.7 PFBA

Illustratie 6-20 geeft de horizontale verdeling van PFBA-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater.

ILLUSTRATIE 6-20 PFBA IN ONDIEP GRONDWATER



In tegenstelling tot de legacy PFAS-verbindingen PFOS, PFOA en PFHxS, is tot voor kort nog PFBA als bijproduct geproduceerd op de 3M-site. De opschaling van de productie van C4-producten is gestart begin jaren 2000 na de uitfasering van de C8 PFAS-verbindingen.

PFBA is veel vluchtiger, mobieler en meer uitloogbaar dan de legacy C8/C6 PFAS-verbindingen die in het verleden op de site zijn geproduceerd en gebruikt. PFBA kan ook ontstaan in het

milieu als afbraakproduct van plantbestrijdingsmiddelen, van fluortelomeren (zoals 6:2 FTS) en fluortelomeerdifosfaatesters (zoals 6:2 DiPAP), en terechtkomen in het milieu door uitloging vanuit oa. bodemverbeteraars en gestort afval.

Uit bovenstaande illustratie die het PFBA-verontreinigingsbeeld weergeeft zijn volgende conclusies geformuleerd:

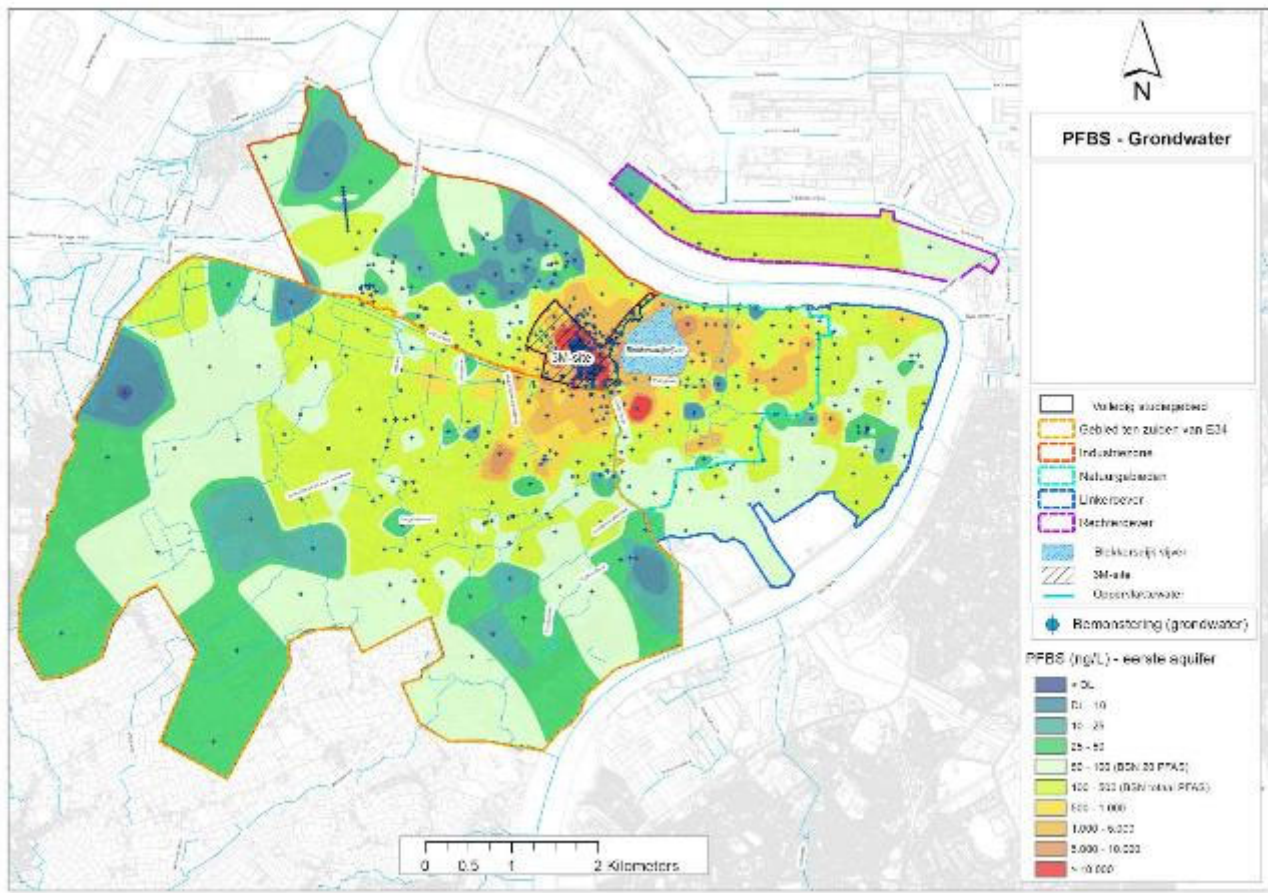
- De meest verhoogde PFBA-concentraties komen voor op de 3M-site en de directe omgeving, doch in beduidend lagere concentraties dan PFOS, en ook de omvang op de site zelf is beperkter. Op het westelijk deel van de 3M-site, ter hoogte van de Canadastraat zijn de PFBA-concentraties beduidend lager dan elders op de 3M-site;
- De onderstroming naar het Vlietbos (via kwel door het diepere grondwater) is ook zichtbaar voor PFBA want de relatief sterk verhoogde PFBA-concentratie die initieel is aangetoond, is recentelijk nog bevestigd door de heranalyse van een nieuw waterstaal van PB3294 tijdens het voleindigen van het rapport;
- Opmerkelijk is dat er in het merendeel van de peilbuizen binnen het industriegebied ten westen van de 3M-site nauwelijks verhoogde PFBA-concentraties in het grondwater zijn gemeten. Deze resultaten zijn bevestigd door de duplostalen die de respectievelijke industriële burens hebben laten analyseren ter verificatie van de door ERM bekomen testresultaten in dit onderzoek;
- Verder naar het westen, ter hoogte het baggerslibstort in het Groot Rietveld zijn sterk verhoogde PFBA-concentraties gemeten, duidelijk afkomstig van een andere externe PFAS-bron; en
- In het landbouwgebied ten zuiden van de E34 schommelen de concentraties tussen de 100 à 500 ng/l.

De PFBA-concentraties nemen af met de afstand van de 3M-site. De aangetoonde PFBA-concentratie is echter op de randen van het onderzoeksgebied nog relatief sterk boven de achtergrondwaarde die recent door Arche (2023) is afgeleid voor Vlaanderen. Dit suggereert de aanwezigheid van een anthropogene achtergrondverhoging.

6.3.2.8 PFBS

Illustratie 6-21 geeft de horizontale verdeling van PFBS-concentraties weer voor het projectgebied voor het ondiepe grondwater.

ILLUSTRATIE 6-21 PFBS IN ONDIEP GRONDWATER



Ook PFBS is, net zoals PFBA, pas sinds begin 2000 als basisprodukt geproduceerd op de 3M-site en is eveneens mobieler dan de legacy C8- en C6-componenten. De verwachting is dan ook dat beide componenten op dezelfde wijze in de omgeving zijn terechtgekomen. Het PFBS-beeld zoals op bovenstaande illustratie weergegeven komt ook goed overeen met het beeld van PFBA:

- bij de industriële burens is nauwelijks PFBS in het grondwater gemeten;
- de omvang van PFBS op de 3M-site is nagenoeg identiek met dat voor PFBA. De concentraties ter hoogte van het westelijk deel van de fabriek (nabij de Canadastraat) zijn over het algemeen beduidend lager dan op de rest van de 3M-site; en
- de onderstroming en kwel naar het Vlietbos is ook voor PFBS bevestigd.

Er is evenwel een duidelijk verschil met PFBA en dat is ter hoogte van het landbouwgebied ten zuiden van de snelweg E34. Voor PFBS is de afname in concentratie met toenemende afstand van de site duidelijker dan voor PFBA. Dit zal verder in het rapport worden toegelicht.

6.3.2.9 DIEP GRONDWATER

Wat de interpretatie betreft voor het diepere grondwater, is er niet met kriging kaarten gewerkt omwille van de relatief beperkte dataset in vergelijking met het ondiepe grondwater. Het zou eventueel een vertekend beeld kunnen geven. Deze interpretatie is dan ook voornamelijk gebaseerd op de concentratiekaarten van zowel som PFAS als som PFAS 20EU

DWRL maar ook de kaarten van de individuele componenten, dewelke zijn weergegeven onder Figuur 9.

Op basis van deze kaarten kan het volgende afgeleid worden:

- Net zoals voor het ondiepe grondwater is de belangrijkste PFAS-vuilvracht gemeten ter hoogte van de 3M-site waar tot net boven de Boomse klei nog relatief hoge PFOS-concentraties zijn gemeten in grondwater. Net buiten de 3M-site zijn deze concentraties al sterk afgenomen. De fingerprint van de som PFAS bestaat voornamelijk uit legacy C8- en C6-componenten en minder uit de C4-componenten;
- Net ten zuiden van de 3M-sitenabij de Palingbeek, zijn relatief hoge cumulatieve som PFAS-concentraties gemeten, terwijl in het grondwater ter hoogte van de peilbuizen net ten zuiden van de E34 snelweg de concentraties aanzienlijk zijn afgenomen. Dit suggereert dat de Palingbeek een belangrijke drainerende werking heeft op het diepere grondwater zoals aangetoond door het grondwatermodel en bevestigt ook de noodzaak van de geïnstalleerde hydraulische barrière op de site van 3M;
- Het relatieve aandeel van de C4-componenten in het diepere geteste grondwater is belangrijker naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt. In het grondwater ter hoogte van de peilbuizen net ten zuiden van de snelweg E34 bedraagt dit al meer dan 50%. Dit neemt toe naarmate de afstand tot de site groter wordt. Dit is in lijn met het verontreinigingsbeeld van de ondiepe legacy C6- en C8-componenten die grotendeels op en in de directe omgeving rond de 3M-site gemeten zijn. Algemeen is gesteld dat ondiep de som PFAS-concentratie daalt met toenemende afstand tot de 3M-site, ook de meer prominente verbindingen PFBA en PFBS dalen. Deze afname voor PFBS is wel belangrijker en meer uitgesproken dan voor PFBA. Dat blijkt ook uit de resultaten voor het ondiepe grondwater;
- Voor het grondwater in de diepe peilbuizen in het zuidwesten, ten zuiden van de snelweg E34, blijkt dat nagenoeg enkel PFBA in het diepe grondwater aanwezig is. De som PFAS is nagenoeg gelijk aan de gemeten PFBA-concentratie;
- Op een afstand van 1 km ten zuiden van de 3M-site is nog circa 1 µg/l gemeten voor som PFAS in het diepe grondwater. Nabij de Poldervlietbeek is de concentratie op die afstand nog iets hoger, en schommelt deze eerder rond de 1,5 µg/l; en
- Op grotere afstand van de 3M-site zijn in het grondwater opnieuw hogere concentraties gemeten ter hoogte van eerder geïsoleerde locaties zoals in het St-Annabos. Daar zijn in een tweetal peilbuizen verhoogde concentraties gemeten terwijl dat in de omliggende diepere peilbuizen niet het geval is. De oorzaak is niet gekend, in het ondiepe grondwater op die plaatsen niet meteen hogere concentraties zijn gemeten in vergelijking met de omliggende peilbuizen. Bij de industriële burens is eveneens een verhoogde som PFAS-concentratie gemeten in het diepere grondwater. De vastgestelde ondiepe PFAS-verontreiniging is blijkbaar reeds uitgezakt naar de tweede aquifer. Ook in Zwijndrecht nabij het kruispunt N70 – Krijgsbaan, is lokaal een verhoogde som PFAS-concentratie op diepte gemeten, die voornamelijk bestaat uit PFBA.

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat er horizontale verspreiding optreedt via de tweede diepere aquifer vanop de 3M-site naar de omgeving. Dit wordt ook verder en meer in detail toegelicht in hoofdstuk 7 waar het verspreidingsrisico is geëvalueerd.

Daarnaast blijkt dat afperking tot 500 ng/l in het diepe grondwater voor de som PFAS mogelijk is, maar dat dit niet het geval is voor de som PFAS 20EU DWRL (afperking tot 100 ng/l), naar analogie met het ondiepe grondwater. Op de randen van de BBO onderzoeksperimeter, en bijvoorbeeld ook in het centrum van Beveren geven de uitgevoerde metingen in de diepere aquifer aan dat de PFBA-concentraties in het diepere grondwater weer hoger worden, en dit resulteert in een maximaal gemeten som PFAS-concentratie tot 630 ng/l.

6.3.3 VERTICALE PFAS-VERDELING

Wat de verticale verdeling betreft van de PFAS-verontreiniging in het grondwater, moet ook nu een onderscheid gemaakt worden tussen de 3M-site inclusief het zuidelijk deel met de Palingbeek en de rest van het projectgebied.

Op de 3M-site is de verontreiniging in de 2^{de} aquifer aanwezig, en is PFAS aangetoond in diepe peilbuizen met filter net boven de Boomse klei. In peilbuis P118A is de hoogste som PFAS-concentratie gemeten van 58.5 mg/l, waarbij PFHxS, PFOA en PFOS de belangrijkste dominante PFAS-componenten zijn met respectievelijk circa 23 mg/l, 18,8 mg/l en 12,1 mg/l.

Wat de off-site peilbuizen betreft, is eveneens PFAS aanwezig in het diepe grondwater maar is de concentratie beduidend lager. De aanwezigheid in het off-site diepe grondwater is het gevolg van horizontale verspreiding in deze aquifer, en minder door het uitzakken vanuit de eerste aquifer. In ieder geval kan gesteld worden dat de verontreiniging off-site afgeperkt is tot op 24 m-mv (top Boomse Klei), met een concentratie van som PFAS lager dan 100 ng/l.

6.3.4 DETAIL EVALUATIE C4-COMPONENTEN

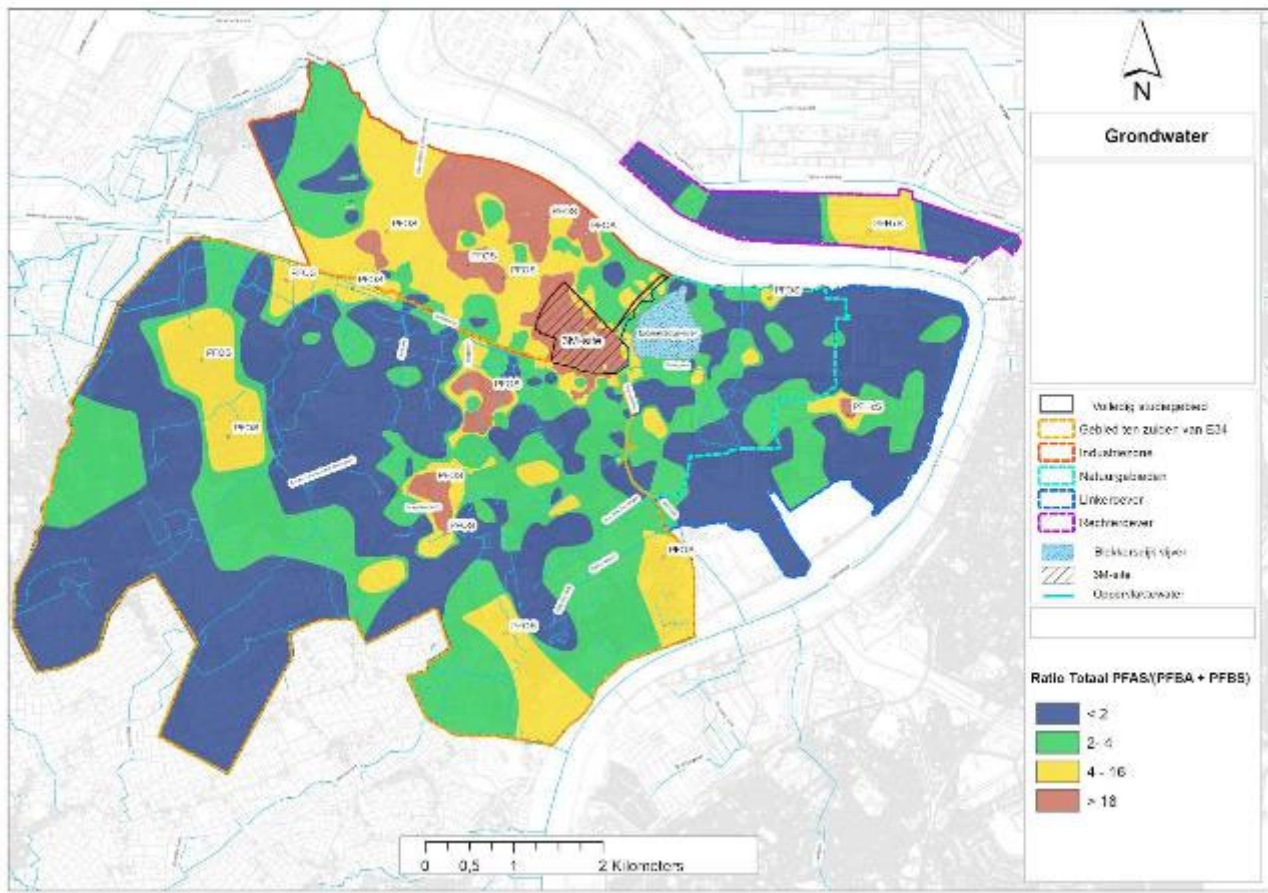
6.3.4.1 VERHOUDING PFBA & PFBS TEN OPZICHTE VAN PFAS TOTAAL

In deze sectie is in detail gekeken naar de C4-componenten PFBS en PFBA, en dan met name hoe deze componenten zich verhouden ten opzichte van de totale hoeveelheid PFAS op afstand van de 3M-site. Hiertoe zijn volgende illustraties gemaakt

- verhouding van de totale som PFAS ten opzichte van PFBS opgeteld met PFBA;
- verhouding som PFAS ten opzichte van PFBS en som PFAS ten opzichte van PFBA; en
- verhouding van PFBS ten opzichte van PFBA.

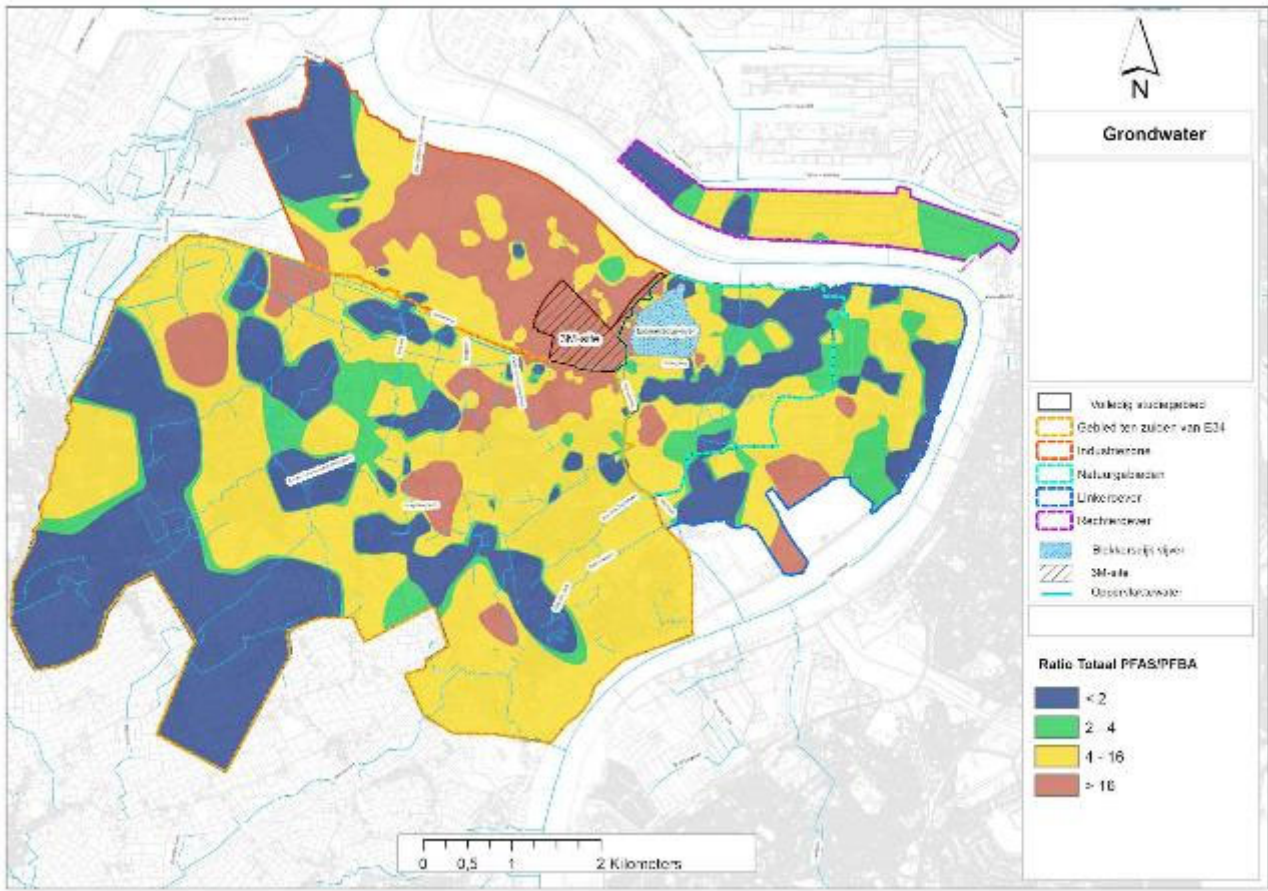
Deze illustraties zijn hieronder weergegeven.

ILLUSTRATIE 6-22 RATIO TOTAAL PFAS TEN OPZICHTE VAN SOM PFBA/PFB5



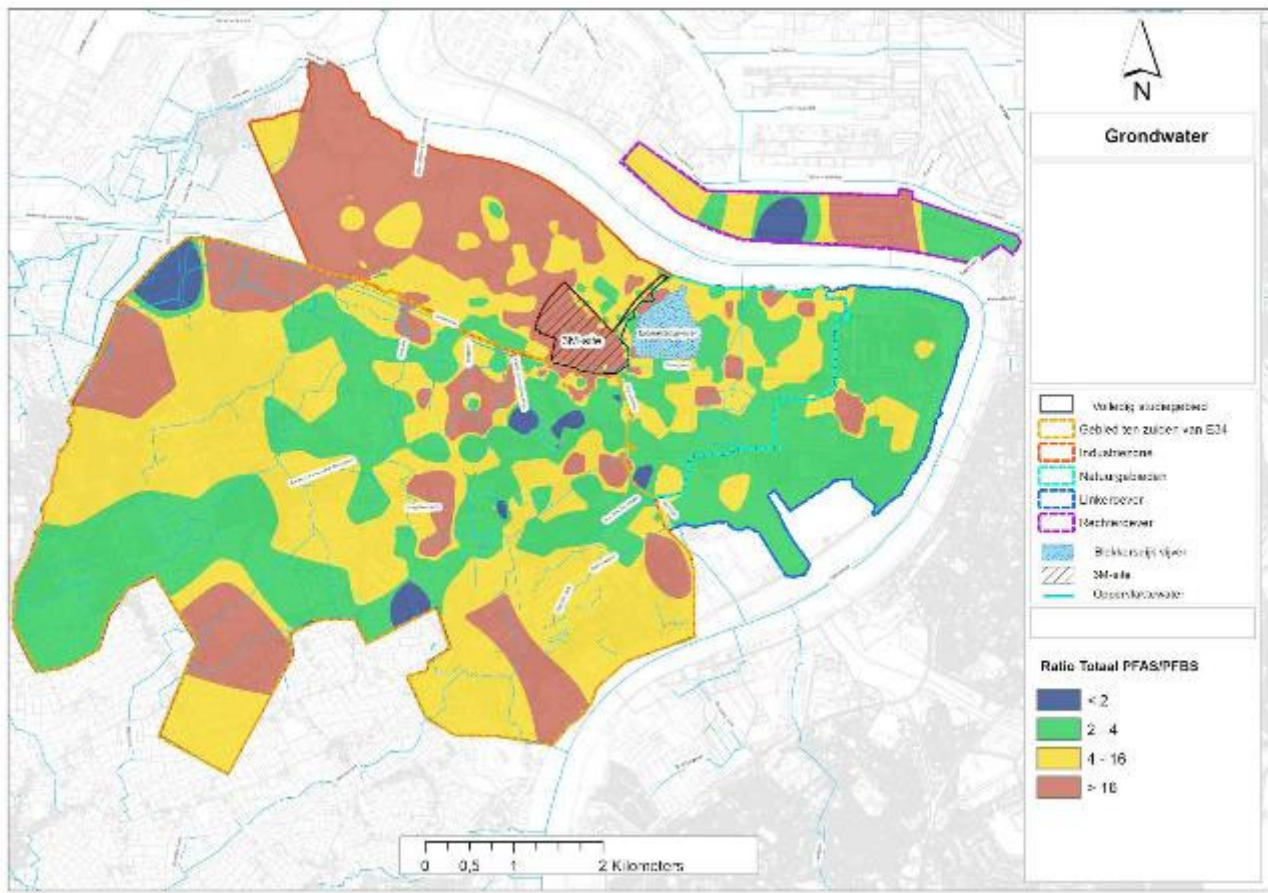
Op deze illustratie is ook aangegeven welke niet-C4-component dominant is ten opzichte van de C4-componenten. De gekende externe bronnen die eerder besproken zijn in deze sectie komen hier duidelijk naar voor.

ILLUSTRATIE 6-23 RATIO SOM PFAS TEN OPZICHTE VAN PFBA



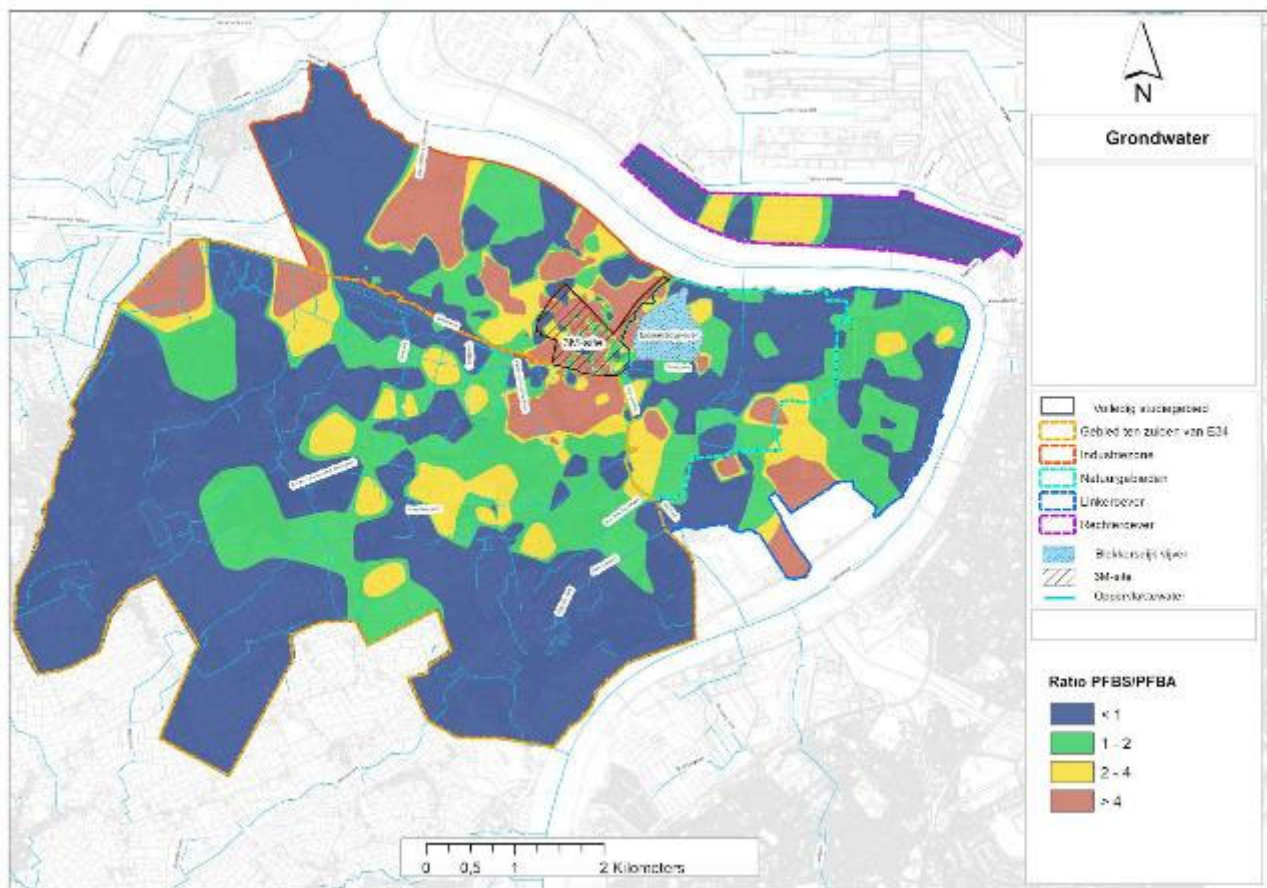
De resultaten suggereren de aanwezigheid van andere externe bronnen, en geven aan dat op de randen van het projectgebied voornamelijk PFBA verantwoordelijk is voor som PFAS.

ILLUSTRATIE 6-24 RATIO SOM PFAS TEN OPZICHTE VAN PFBS



Uit de resultaten blijkt dat PFBS voornamelijk aanwezig is dichterbij de 3M-site in vergelijking met PFBA.

ILLUSTRATIE 6-25 RATIO PFBS TEN OPZICHTE VAN PFBA



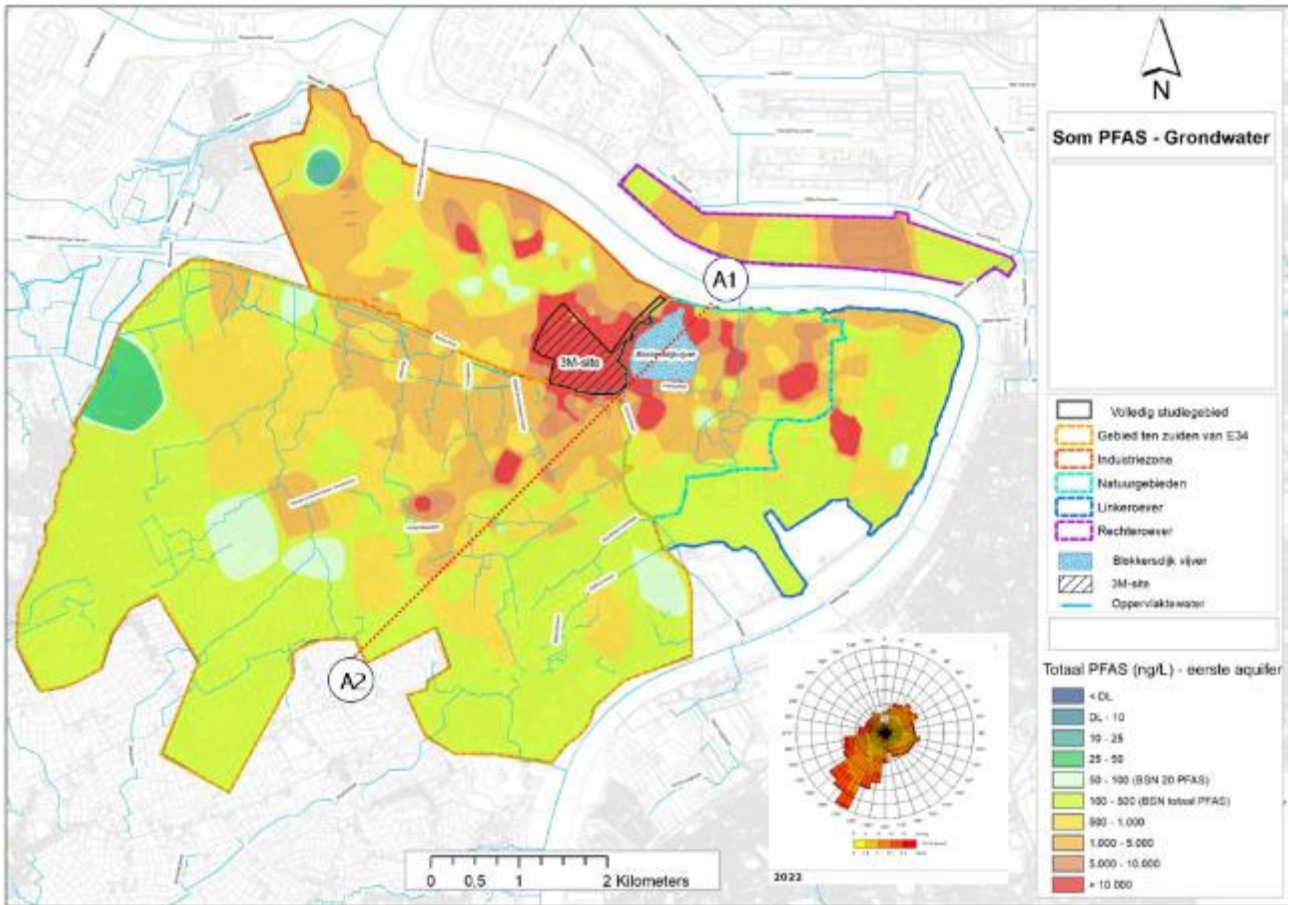
Uit de gegevens blijkt dat de PFBS-concentratie in grondwater afnemen met toenemende afstand tot de 3M-site, maar dat veel minder het geval is voor PFBA. Daarom is geconcludeerd dat de PFBA-concentraties op grotere afstand van de 3M-site allicht ook een andere oorsprong kennen.

6.3.4.2 CONCENTRATIEVERLOOP PFAS-COMPONENTEN LANGSHEEN DOMINANTE WINDRICHTING

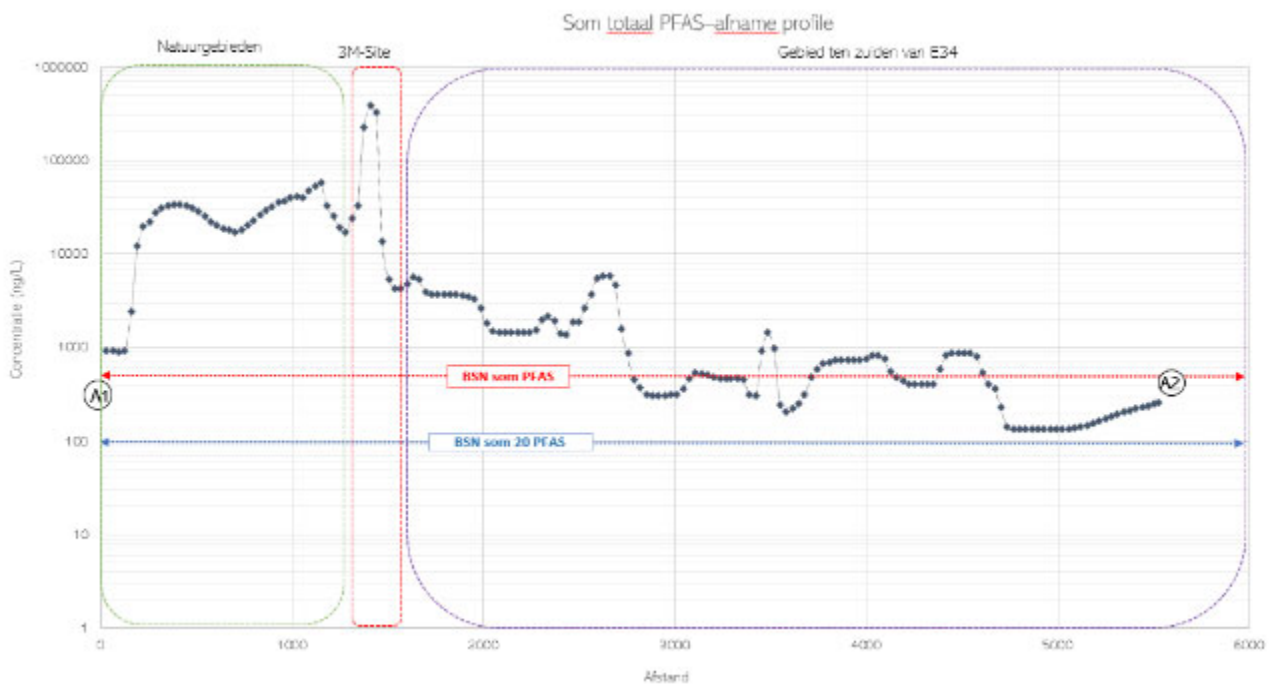
In onderstaande illustraties is telkens het verloop van de concentratie van zowel som PFAS, PFBA, PFBS en PFOS weergegeven doorheen het projectgebied volgens de dominante windrichting. Deze concentraties zijn niet de gemeten concentraties, maar wel de resultaten van de kriging zoals in vorige sectie 6.3.2 is weergegeven en besproken per individuele parameter.

De onderstaande illustratie geeft de ligging weer van het profiel, samen met de windroos van 2022. Het profiel is weergegeven op de kaart met som PFAS, maar is voor de overige componenten op dezelfde lijn gelegd. Dit profiel is net ten oosten van de 3M-site getrokken, waar nog duidelijk de impact op de 3M-site zichtbaar is, maar om op deze manier in het zuidelijk deel van het projectgebied niet doorheen de duidelijk aanwezige externe bronnen te lopen. In Bijlage 21 zijn onderstaande profielen, samen met het profiel van som PFAS 20 EU DWRL en de ligging van het profiel op de kriging kaart per component weergegeven.

ILLUSTRATIE 6-26 LIGGING PROFIEL VOOR CONCENTRATIEVERLOOP

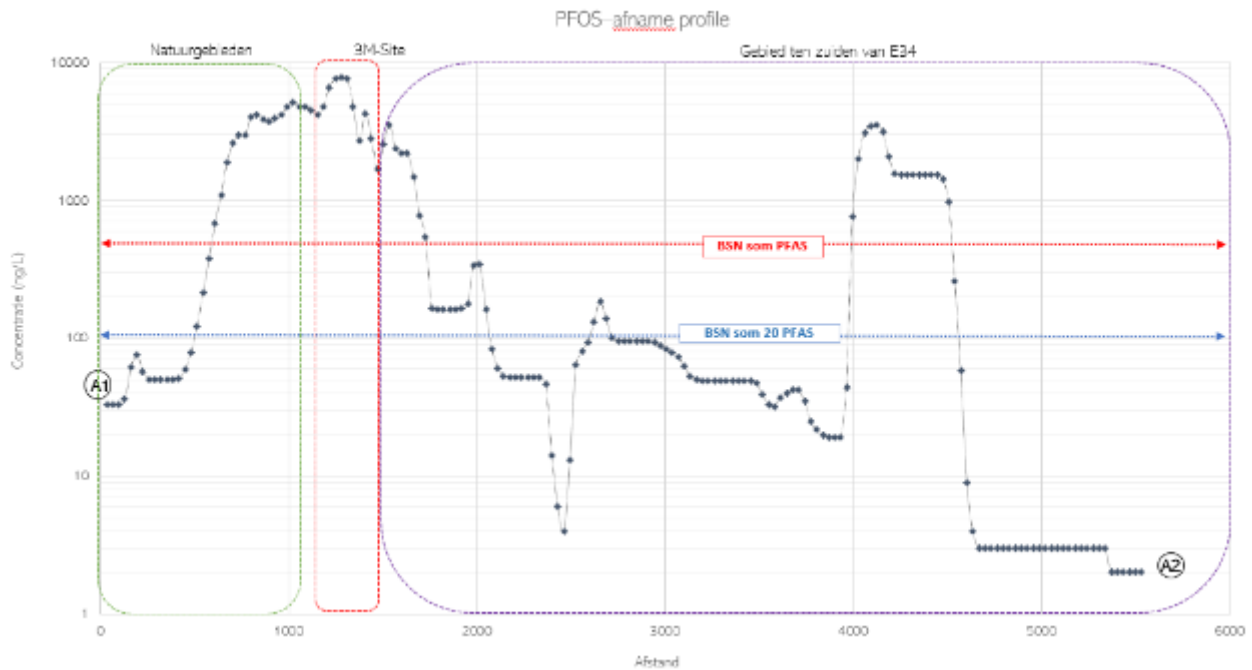


ILLUSTRATIE 6-27 CONCENTRATIE VERLOOP SOM PFAS



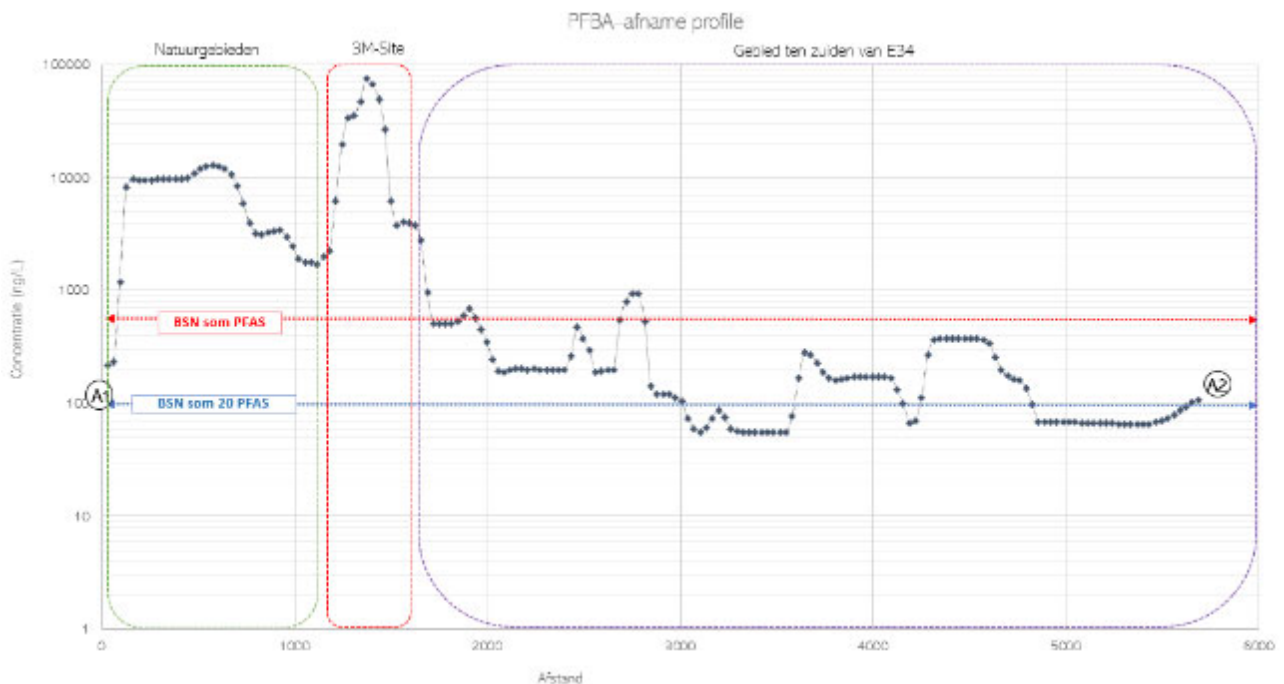
Uit de grafiek blijkt dat op een afstand van circa 2,8 km de norm van 500 ng/l niet meer overschreden is en dat er op circa 2,5 km een andere externe bron aanwezig is.

ILLUSTRATIE 6-28 CONCENTRATIE VERLOOP PFOS



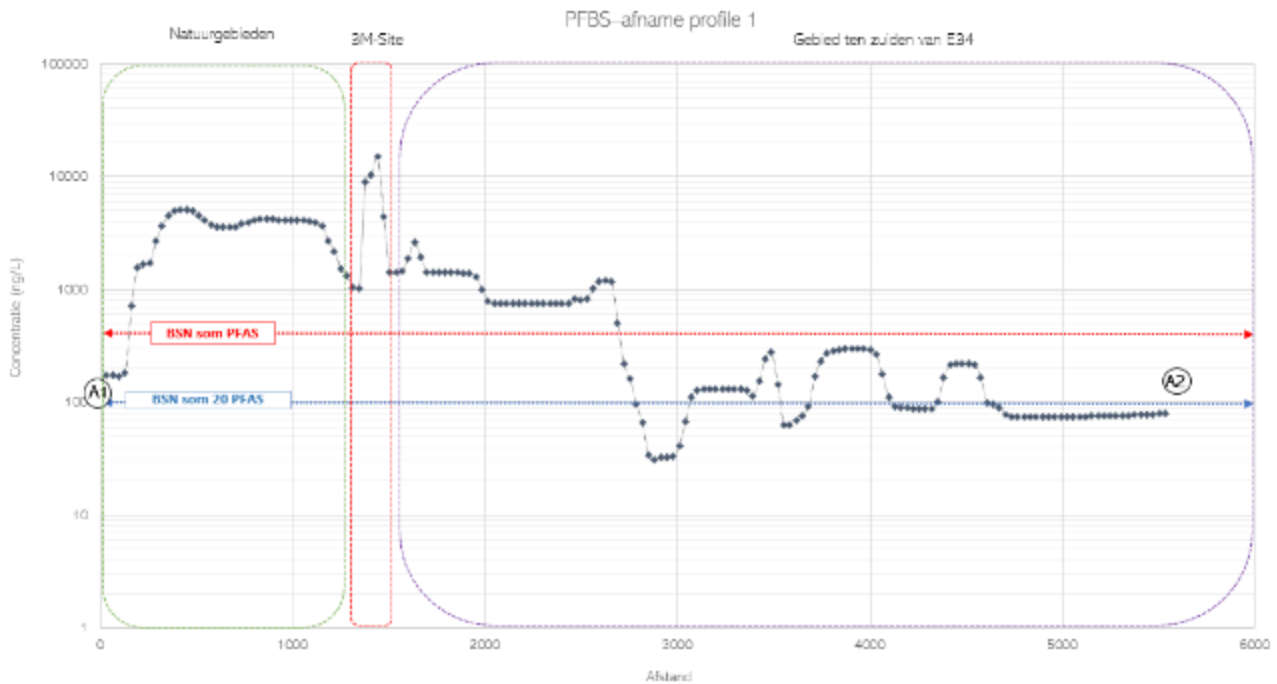
Uit deze grafiek blijkt dat de impact van PFOS in het grondwater relatief snel afneemt met toenemende afstand tot de site. Op ruime afstand windopwaarts is blijkt een andere bron aanwezig. Dit beeld is in lijn met de hoogste PFOS-concentraties in het vaste deel die ook snel afnemen in windopwaartse richting.

ILLUSTRATIE 6-29 CONCENTRATIE VERLOOP PFBA



Uit deze grafiek blijkt dat PFBA ook afneemt met toenemende afstand tot de 3M-site naar het zuiden toe. De concentraties stabiliseren rond de 150 ng/l op 2 km wat overeenkomt met de berekeningen door Arche. Tussen 2,5 en 3 km zijn er indicaties voor andere PFAS-bronnen die bijdragen tot de PFBA-concentraties. Na 3,5 km van de site stijgen de concentraties opnieuw. Deze verhoogde concentraties kunnen niet meer worden toegeschreven aan 3M-activiteiten.

ILLUSTRATIE 6-30 CONCENTRATIE VERLOOP PFBS



Uit deze grafiek blijkt dat de invloed van de 3M-site in naar het zuiden toe een abrupte knik maakt rond 2,7 km. Op die afstand valt de PFBS-concentratie terug naar concentraties onder 100 ng/l.

Op basis van deze bevindingen is de afperking van de 3M-activiteiten in het grondwater vastgelegd, wat in volgende secties van dit hoofdstuk is toegelicht.

6.4 BESPREKING VAN DE SEDIMENT- EN OPPERVLAKTEWATERSTALEN

Uit de resultaten van de sedimenten, het vaste deel van de waterbodem en de oppervlaktewaterstalen die op dezelfde locatie zijn genomen blijkt dat in het sediment de hoogste concentraties gemeten zijn voor de C8-componenten (PFOS, PFOA en de precursor NEtPFOSAA), in mindere mate ook voor PFHxS, en dat deze stoffen ook op het merendeel van de locaties zijn gemeten. De componenten PFBA en PFBS zijn minder frequent aanwezig.

Er is een link tussen de gemeten concentraties in het sediment en het onderliggende vaste deel van de waterbodem. De concentraties in het sediment zijn echter merkkelijk hoger. De hoogste concentraties zijn gemeten langsheen de Palingbeek.

PFBS is niet aangetoond in het sediment van de Poldervlietbeek, waar wel PFOS aanwezig is. PFBA en PFBS zijn aangetoond in het meest noordelijke staal van de Langgemet, waar PFOS

onder de 1 µg/kg ds blijft. Uit de resultaten blijkt dat het voorkomen van C8- en C4-componenten in sedimenten blijkbaar verschillend is.

In het oppervlaktewater zijn ook C8-componenten gemeten, met uitzondering van de precursor, maar zijn de hoogste concentraties gemeten voor de C4-componenten PFBA en PFBS. Zoals reeds in sectie 0 toegelicht, is voor het merendeel van de oppervlaktewaters in het gebied ten zuiden van de E34 het drainerende karakter bevestigd, met uitzondering van de Rotbeek. De C4-concentraties in het oppervlaktewater kunnen dan allicht verklaard worden door drainage van grondwater, waarvoor is vastgesteld dat PFBS en PFBA meer dominant aanwezig zijn in het ondiepe grondwater ten zuiden van de snelweg E34 en dat de relatieve bijdrage belangrijker wordt met de afstand tot de 3M-site.

Voor de Rotbeek is tijdens de opmeting in oktober 2023 vastgesteld dat het water hoger staat dan het omliggende grondwater, wat betekent dat deze beek een voedende werking heeft. Het is echter niet duidelijk of dit altijd het geval is. Zoals besproken in sectie 5.10, zijn in het sediment, het vaste deel van de waterbodem en het oppervlaktewater van deze beek stevast de laagste concentraties gemeten voor de PFAS-componenten.

Er kan niet worden uitgesloten dat er ook via lozing van rioolwater ook PFAS-verbindingen terecht kunnen komen in het oppervlaktewater. Dit is in het voorliggend onderzoek niet onderzocht.

6.5 BESPREKING VAN DE VOEDINGSMIDDELEN VOOR CONSUMPTIE

6.5.1 PFAS IN EIEN

6.5.1.1 GEBIED TEN ZUIDEN VAN E34

Figuur 13 toont de monsternamelocaties waar zowel eieren als de grond zijn geanalyseerd met als achtergrond de contourenkaart voor PFOS in het vaste deel van de aarde. Per meetpunt zijn de ei-concentraties voor PFOS, PFSA, PFCA en PFAS weergegeven.

Hieruit zijn volgende zaken afgeleid:

- de concentraties aan PFOS en PFSA in de eieren nemen toe hoe dichterbij de 3M-site. Voor PFCA is deze toename minder uitgesproken;
- 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 Europese norm;
- op basis van de richtwaardecontour voor de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde 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 het dichtste bij de 3M-site. 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.

6.5.1.2 LINKEROEVER

Figuur 13 toont de monsternamelocatie waar zowel het eierstaal als de grond uit het kippenhok is geanalyseerd, en zijn de ei-concentraties voor PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS weergegeven.

Hieruit blijkt dat voor de kippenren ter hoogte van de Fromentinstraat 1 (gelegen nabij de jachthaven) binnen het deelgebied Linkeroever:

- De locatie bevindt zich in een gebied waar de PFOS-concentraties in grond rond de richtwaarde van 3 µg/kg ds schommelt. In het grondstaal ter hoogte van de kippenren is een PFOS-concentratie gemeten van 3,2 µg/kg ds, die onder de voorgestelde saneringsnorm van 3,8 µg/kg ds blijft voor wonen met kippenren. De ei-analyse op deze locatie overschrijdt de Europese actienorm; en
- Op basis van de contour-richtwaarde voor de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde ligt de locatie buiten deze contour. Fromentinstraat 1 bevindt zich in de nabijheid van de basisschool Sint-Anna-Goethe (Goethestraat 1) waarvoor in 2018 een autobrand heeft plaatsgevonden.

6.5.2 PFAS IN GEWASSEN

6.5.2.1 ALGEMEEN

Onderstaande tabellen geven de spreiding van de gemeten concentraties per gewasgroep 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 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. 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.

Gezien de beperkte omvang van de dataset met groenten voor het deelgebied Linkeroever (17 stalen) is voor de statistische evaluatie geen onderscheid gemaakt tussen blad-, knol- of wortelgewassen, en is er aan de strengste EAC voor groenten getoetst (0,05 µg/kg voor bladgewassen).

6.5.2.2 PFAS IN GROENTEN

Gebied ten zuiden van E34

Onderstaande tabel geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groentegroep weer in µg/kg nat gewicht.

TABEL 6-3 GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES PER GROENTENGROEP

µg/kg ng	Bladgewassen				Knolgewassen				Wortelgewassen				Andere gewassen			
	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max
# monsters	39				9				7				27			
EAC FAVV (4 EFSA)	0,05				0,08				0,08				0,05			
PFOS	24	<DL	0,123	0,55	6	<DL	0,064	0,19	2	<DL	0,058	0,076	1	<DL	0,021	0,021
PFOA	4	<DL	0,049	0,083	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 zijn 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 zijn weinig PFOS en PFOA gedetecteerd en is PFBA de dominante component gevolgd door PFBS. Daarnaast zijn ook PFHxS en PFPeA in deze gewassen gemeten. Voor de groenten algemeen zijn PFBA, PFBS, PFOS, PFOA, PFHxS, PFPeA en PFNA de enige detecteerbare PFAS. Er zijn dan ook geen precursoren (analyse uitgevoerd op (N)EtPFOSA, EtPFOSAA, MePFOSA en MePFOSAA) in de geanalyseerde groenten gedetecteerd.

De enkele stalen die bijkomend genomen zijn in 2023 bevestigen dit beeld. In 2023 zijn wel alle stalen geanalyseerd op PFBA. PFBA en PFBS zijn hier hoofdzakelijk gemeten in de bladgewassen. Ook PFOS is voornamelijk gemeten in de bladgewassen, maar dit is vermoedelijk het gevolg van residuele stof/bodemdeeltjes op de stalen.

Er zijn geen normen voor groenten opgenomen in de Europese normen voor PFAS in voedselproducten die sinds 1 januari 2023 van toepassing zijn. 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 13 toont de verspreiding van de bladgewassen en knolgewassen uit 2022 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 concentratie gemeten die de EAC overschrijdt. Het betreft een meting nabij de 3M-site. Hiervan kan evenwel niets uit afgeleid worden omdat er nabij de 3M-site nog twee andere metingen zijn die ofwel de EAC niet overschrijdt ofwel zich onder de detectielimiet bevindt. 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 richtwaarde contour. Zowel in de nabij de 3M-site 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 nabij de 3M-site gemeten. Hierbij is er voor beide monsters (MO157 en BL21) een duidelijk verschil. In monster MO157 zijn het enkel PFSA's die de totale PFAS-concentratie vormen, terwijl dat voor monster BL21 enkel PFCA's zijn. Hieruit blijkt dat er geen eenduidige opname van PFAS plaatsvindt. Verder van de 3M-site en binnen de richtwaardecontour bestaan alle gemeten PFAS (som)-concentraties uit PFSA's;
- Voor de wortelgewassen is de hoogste PFAS (som)-concentratie ook nabij de 3M-site 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 relatief 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 verder van de 3M-site gemeten (locaties SM11 en HG16). Nabij de 3M-site vormen PFSA's de totale gemeten PFAS-concentratie terwijl verder van de 3M-site dit hoofdzakelijk PFCA's zijn.

Vakliteratuur geeft aan dat in bladgroenten PFOS voornamelijk in de wortels aanwezig is en veel minder in het blad zelf. Voornamelijk de PFCA's rijken aan in het blad (PFBA, PFPeA, PFHxA & PFOA) en ook PFBS als sulfonzuur. Dit doet vermoeden dat er mogelijk kruiscontaminatie is vanuit stof/bodempartikels op de bladgewassen, ondanks de labo-voorbehandeling waarbij de (blad)groenten zijn gewassen voor de analyse.

Linkeroever

Onderstaande tabel geeft de spreiding van de gemeten concentraties weer. Figuur 13 toont de staalname locaties van de groenten en kruiden.

TABEL 6-4 GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN GROENTEN

µg/kg nat gewicht	Gewassen			
# monsters	17			
EAC FAVV (4 EFSA)	0,05			
	# >DL	Min	Gemid.	Max
PFOS	4	<DL	0,06	0,08
PFOA	6	<DL	0,03	0,09
PFNA	5	<DL	0,01	0,03
PFHxS	1	<DL	0,03	0,03
PFBS	6	<DL	0,14	0,30
PFBA	12	<DL	1,76	4,81
4 EFSA	6	<DL	0,09	0,17
PFAS (som)	17	<DL	1,59	5,97

Uit de uitgevoerde groenteanalyses blijkt dat:

- PFBA, en in minder mate PFBS, de belangrijkste PFAS-component is die aanwezig is in de geteste groenten; en
- PFBA, PFBS, PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS en PFHpA de enige aanwezige PFAS-componenten zijn in één of meerdere groenten.

In vier van de geanalyseerde stalen, met name de kruiden munt, lavendel en rozemarijn, en de groente selder is een som PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS boven de EAC van 0,05 µg/kg nat gewicht uit de FAVV-spoedraadgeving van oktober 2021 aangetoond.

6.5.2.3 PFAS IN FRUIT

Gebied ten zuiden van E34

Onderstaande tabel geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groep weer.

TABEL 6-5 GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN DE FRUITMONSTERS

µg/kg nat gewicht	Fruit			
# monsters	32			
EAC FAVV (4 EFSA)	0,04			
	# >DL	Min	Gemid	Max
PFOS	3	<DL	0,062	0,140
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 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 toestelstoring is 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.

De stalen die bijkomend genomen zijn in 2023 bevestigen dit beeld. Er is slechts een beperkt aandeel PFAS gedetecteerd. In 2023 zijn wel alle stalen geanalyseerd op PFBA. PFBA is hier als enige PFAS-parameter in één staal gedetecteerd.

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 1.657 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 nabij de 3M-site. Van deze 6 locaties met gemeten PFAS-concentraties liggen er 5 nabij de 3M-site. 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 vermoed kunnen worden 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 nabij de 3M-site 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 opzuigen, terwijl kleinfruit eerder de opgeloste PFAS in het poriënwater van de onverzadigde bodem zullen opnemen. ERM heeft in 2023 getracht het poriënwater te analyseren in combinatie met het grondwater, het vaste deel van de aarde en het aanwezige gewas, maar is hier door lange periodes van droogte in de zomer niet in geslaagd.

Linkeroever

Onderstaande tabel geeft de spreiding van de gemeten concentraties weer. Figuur 13 toont de staalname locaties van het fruit.

TABEL 6-6 GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN DE FRUITMONSTERS

µg/kg nat gewicht	Fruit			
# monsters	4			
EAC FAVV (4 EFSA)	0,04			
	# >DL	Min	Gemid	Max
PFOS	0	<DL	<DL	<DL
PFOA	1	<DL	0,011	0,011
PFNA	3	<DL	0,008	0,010
PFHxS	0	<DL	<DL	<DL
PFBS	0	<DL	<DL	<DL
PFBA	2	0,526	1,103	1,680
4 EFSA	3	<DL	0,008	0,018
PFAS (som)	3	<DL	1,307	4,688

Uit de uitgevoerde fruitanalyses blijkt dat:

- PFBA (en PFNA) de belangrijkste PFAS-componenten in fruit zijn. PFOS is niet aangetoond; en
- PFBA, PFOA, PFNA en EtPFOSA de enige PFAS-componenten zijn die gedetecteerd zijn.

In geen van de geanalyseerde fruitmonsters is een som PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS boven de EAC van 0,04 µg/kg nat gewicht uit de FAVV-spoedraadgeving van oktober 2021 aangetoond.

6.5.2.4 PFAS IN VOEDERGEWASSEN

Gebied ten zuiden van E34

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 doorvergiftiging vanuit het veevoeder naar het vee en de dierlijke producten in te schatten.

De methodiek voor de monsternamen en analyses is reeds in het 2^{de} gefaseerd BBO (ERM, 2023, 0540247) besproken.

Onderstaande tabel geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groep weer.

TABEL 6-7 GEMETEN PFAS-CONCENTRATIES IN VOEDERGEWASSEN

µg/kg nat gewicht	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 is 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 is de gemeten

PFOS toegeschreven 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. 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 respectievelijke 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 liggen circa 10 keer lager. Nabij de 3M-site 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 nabij de 3M-site. Uit deze spreiding van de metingen blijkt dat voor het gras de PFAS-spreiding niet samenvalt met de verontreinigingsgraad van de grond. Er zijn verhoogde PFAS-concentraties in het gras gemeten vergelijkbaar met deze die het dichtst bij de 3M-site zijn gemeten in een zone waar de PFAS-grondconcentraties onder de richtwaarde van 8 µg/kg ds liggen.

Uit de maisanalyses blijkt dat de hoogste PFAS (som) concentratie (52,8 µg/kg ng) gemeten ter hoogte van locatie B1733-MAIS circa 500 m ten oosten van het Fort Brosius. Dit staal wordt gekenmerkt door een relatief 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 aangezien 3M in 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) zijn 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 nabij de 3M-site.

6.6 BESPREKING TOP-ASSAY, EOF EN AOF

In deze sectie zijn de resultaten van de TOP- Assay analyse besproken. Tijdens de veldwerk campagne in het najaar van 2023 is een selectie van grond-, grondwater & oppervlaktewaterstalen gemaakt, waarbij zowel stalen on- als off-site zijn gekozen voor deze TOP Assay analyse. Zoals eerder al vermeld in hoofdstuk 5 is telkens een duplo staal geanalyseerd volgens de CMA-methode, om zo de resultaten te kunnen interpreteren.

Daarnaast zijn ook dezelfde stalen geanalyseerd naar EOF, om na te gaan of deze analyse ook kan helpen in het identificeren van precursoren of andere belangrijke PFAS-componenten die ontbreken in het CMA-pakket. Voor dezelfde reden zijn ook grondwaterstalen geanalyseerd naar AOF.

De vergelijking voor de TOP-assay -analyse kan men terugvinden in Bijlage 22, de vergelijking voor de EOF en AOF-analyse kan men terugvinden in Bijlage 23.

6.6.1 TOP ASSAY

6.6.1.1 GRONDSTALEN

Onsite

Uit de resultaten van de TOP-assay analyses die gedaan zijn op een selectie van grondstalen genomen ter hoogte van de 3M-site, blijkt dat voor de meeste grondstalen de concentratie aan som PFAS voor en na chemische oxidatie in dezelfde orde grootte liggen (rekening houdend met een foutenmarge van ~30-40 %). Dit suggereert dat er geen andere verborgen precursoren aanwezig zijn in deze grondstalen.

Uitzonderingen hierop zijn vastgesteld in volgende bodemonsters: B3574 (0-0,3 m-mv) en B3583 (0-0,3 m-mv) en in mindere mate PB3110-D (0-0,3 m-mv) en PB3310 (0-0,15 m-mv). In deze monsters is de gemeten concentratie aan som PFAS voor oxidatie relevant kleiner dan na oxidatie. Dit suggereert dat er mogelijk andere precursoren aanwezig kunnen zijn dan deze die in de CMA gemeten worden.

De twee grondstalen waar de bevindingen het duidelijkst zijn, zijn B3574 en B3583 (0,0-0,3 m-mv). De resultaten voor en na oxidatie zijn weergegeven in onderstaande Tabel 6-8. B3574 is genomen in het populieren bos in de zuidoostelijke hoek van het 3M terrein (nabij de oude Paleo-Palingbeek) en B3583 is genomen nabij gebouw 16 (ter hoogte van peilbuis P18). In deze grondstalen zijn voor de geanalyseerde telomeren (bv 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS) geen concentraties hoger dan de rapportagegrens gemeten. Deze telomeren zijn precursoren binnen de PFCA-groep, met als afbraakproducten onder andere PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA en/of PFOA. Voor deze afbraakproducten is wel een duidelijke stijging aan concentraties na de chemische oxidatie aangetoond.

De C8-precursoren (NEtPFOSE, NEtPFOSAA, NEtPFOSA, NMePFOSA, PFOSAA en PFOSA) die met de TOP-assay analyse gemeten zijn, zijn na chemische oxidatie duidelijk in concentratie afgenomen. Echter de afname van de som van concentratie na oxidatie voor deze C8-precursoren ligt veel hoger dan de toename van de gemeten PFOS-concentratie (stabiel eindparameter) na oxidatie, wat erop kan wijzen dat deze C8-precursoren afbreken naar andere stabiele parameters. Uit de analyse blijkt dat PFOA relatief sterk gestegen is, en dus niet PFOS, wat allicht betekent dat de C8-precursoren bij een TOP Assay worden omgezet naar het carboxylzuur. Dit is in lijn met het artikel van Plumlee et al (2009, zie sectie 2.11.3), wat

beschrijft dat deze C8-precursoren door hydroxylradicalen omgezet worden naar PFOA. Een andere mogelijke plausibele verklaring is de potentiële aanwezigheid van 8:2 FTOH of 8:2 FTMAC omdat dit ook mogelijke PFOA-precursoren zijn⁵⁴, maar verder onderzoek is hiervoor noodzakelijk.

Voorts leiden we af dat vooral in het staal B3583 ook de concentratie van PFBA en PFHxA relatief sterk gestegen is na oxidatie. Voor oxidatie zijn de C4- en C6-precursoren niet geanalyseerd door Eurofins in Zweden, maar dat is wel gebeurd in de CMA-analyse voor deze stalen. Uit de CMA-analyse voor B3583, staal 0-0,3 m-mv is voor de C6-precursor PFHxSA een concentratie gemeten van 38.000 µg/kg ds en voor de som van de C4-precursoren is meer dan 2.200 µg/kg ds gemeten. De aanwezigheid van deze precursoren kunnen mogelijk een deel van de verklaring zijn voor de stijging van PFHxA en PFBA, ervan uitgaande dat deze precursoren door hydroxylradicalen omgezet worden naar het carboxylzuur en niet naar het sulfonzuur, naar analogie met de C8-precursoren volgens Plumlee et al (2009).

TABEL 6-8 OVERZICHT RESULTATEN TOP ASSAY –ONSITE

Parameter	B3574		B3583	
	0-0,3 m-mv	0-0,3 m-mv	0-0,3 m-mv	0-0,3 m-mv
	Conc. voor oxidatie (µg/kg ds)	Conc. na oxidatie (µg/kg ds)	Conc. voor oxidatie (µg/kg ds)	Conc. na oxidatie (µg/kg ds)
4:2 Fluorotelomer sulfonic acid (4:2 FTS)	< 0.03	< 2	< 0.03	< 2
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid (6:2 FTS)	< 0.03	< 2	< 6	< 20
8:2 Fluorotelomer sulfonic acid (8:2FTS)	< 0.1	< 4	3,9	< 40
Perfluorobutanoic acid (PFBA)	7,2	120	19	16.000
Perfluoroheptanoic acid (PFHpA)	4,1	430	630	24.000
Perfluorohexanoic acid (PFHxA)	4,2	400	730	130.000
Perfluoropentanoic acid (PFPeA)	5,1	100	75	45.000
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	40	15.000	34.000	100.000
N-Ethyl perfluorooctane sulfonamidoethanol (NEtPFOSE)	880	42	690	< 200
N-ethyl perfluorooctanesulfonamidoacetic acid (NEtPFOSAA)	8600	170	1800	< 200
N-Ethyl perfluorooctane sulfonamide (EtPFOSA)	160	< 20	550	< 200
N-Methyl perfluorooctane sulfonamide (NMePFOSA)	70	< 20	160	< 200
Perfluoro-1-octanesulfonamidoacetic acid (PFOSAA)	16	< 20	20	< 200
Perfluorooctane sulfonamide (FOSA)	810	59	18.000	110
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)	950	1400	54.000	59.000
N-Methyl perfluorooctanesulfonamidoacetic acid (NMePFOSAA)	1600	< 20	1700	< 200

⁵⁴ Indirect precursors of perfluorooctanoic acid (PFOA): Environment tier II assessment, March 8, 2019, NicNas, Australia.

	B3574		B3583	
PFAS som TOP assay	12.311	17.734	155.252	456.301

In de andere geanalyseerde topstalen on site zijn dezelfde bevindingen gedaan, met name dat gemeten precursoren afbreken door chemische oxidatie en bepaalde individuele PFAS-parameters, voornamelijk PFOA in concentratie toeneemt na de chemische oxidatie.

Voor enkele stalen geeft het resultaat van de TOP-assayanalyse een lagere som PFAS-concentratie na oxidatie in vergelijking met de concentratie som PFAS voor oxidatie. De oorzaak hiervan is niet geheel duidelijk, maar mogelijk te wijten aan de foutenmarge die op de meetmethodiek zit. Zo zijn bijvoorbeeld voor enkele monsters tweemaal een TOP-assay analyse uitgevoerd, waarbij één van beide resultaten valt onder de bevindingen hierboven beschreven, terwijl de andere analyse een lagere som PFAS-concentratie na oxidatie weergeeft.

Off-site

In de grondstalen die off site binnen het projectgebied voor een PFAS-top assay analyses geselecteerd zijn, zijn relatief lage som PFAS-concentraties gemeten, in de range van 2-30 µg/kg ds.

Uit de resultaten van de TOP-analyses die gedaan zijn op deze selectie van grondstalen, blijkt eveneens dat voor de meeste grondstalen de concentratie aan som PFAS voor en na chemische oxidatie in dezelfde orde grootte liggen (rekening houdend met een foutenmarge van ~30-40 %). Dit suggereert dat er geen andere verborgen precursoren aanwezig zijn in deze grondstalen.

Voor de individuele PFAS-parameters is voor de parameters PFHpA, PFHxA en PFOA in enkele stalen een lichte stijging in de concentratie na oxidatie aangetoond.

In het monster PB3297 (0-0,3 m-mv) is de gemeten concentratie aan som PFAS voor oxidatie kleiner dan na oxidatie. Dit suggereert dat er andere verborgen precursoren aanwezig kunnen zijn. Monster PB3297 is in het westelijke deel van St-Annabos genomen. De parameter die na chemische oxidatie significant gestegen is, is PFHxA (van <0,03 tot 34 µg/kg ds). In het grondstaal is geen PFHxSA gemeten volgens de CMA-methode. Meer nog, er zijn geen PFAS-componenten gerapporteerd boven de rapportagegrens, met uitzondering van PFOS (4,6 µg/kg ds). In het grondstaal genomen ter hoogte van Blokkersdijk is deze stijging niet vastgesteld.

6.6.1.2 GRONDWATER

Onsite

Uit de resultaten van de TOP-assay analyses die gedaan zijn op een selectie van grondwaterstalen genomen ter hoogte van de 3M-site, blijkt dat voor de meeste grondwaterstalen de concentratie aan som PFAS voor en na chemische oxidatie in dezelfde orde grootte liggen (rekening houdend met een foutenmarge van ~30-40 %). Dit suggereert dat er geen andere verborgen precursoren aanwezig zijn in deze grondwaterstalen.

Er zijn nog geen TOP-assay resultaten beschikbaar van een grondwaterstaal genomen ter hoogte van het populierenbos, waarvoor een grondstaal hierboven besproken is. Er zijn wel resultaten beschikbaar van TOP-assayanalyses gedaan op grondwaterstalen genomen ter

hoogte van productiegebouw 16 (weliswaar op een net andere locatie als waar het grondstaal zoals hierboven beschreven is, is genomen).

Uit de TOP-assayresultaten volgt voor de individuele PFAS-verbindingen in het algemeen dat de C8-precursoren na oxidatie in lagere concentraties gemeten zijn. Rekening houdend met een foutenmarge van circa 30%, is na oxidatie geen duidelijke stijging aan een individuele PFAS-parameter aangetoond, wel mogelijk een lichte stijging voor PFBA en PFHxA.

Off-site

Uit de resultaten van de TOP-assay analyses die gedaan zijn op een selectie van grondwaterstalen genomen off-site binnen het projectgebied, blijkt dat de concentratie aan som PFAS voor en na chemische oxidatie in dezelfde orde grootte liggen (rekening houdend met een foutenmarge van ~30-40 %). Eveneens voor de individuele PFAS-verbindingen is er na chemische oxidatie van het staal geen duidelijke stijging in concentratie aangetoond.

Dit suggereert dat er geen andere verborgen precursoren aanwezig zijn in deze grondwaterstalen.

6.6.1.3 OPPERVLAKTEWATER

Er is een oppervlaktewaterstaal voor Top-assay-analyse genomen ter hoogte van de Laarbeek, Vlietbosbeek, Palingbeek en Blokkersdijkvijver. Gelijkaardige bevindingen zijn gedaan als voor het off-site grondwater. De concentratie aan som PFAS voor en na chemische oxidatie ligt in dezelfde orde grootte (rekening houdend met een foutmarge van ~30-40 %). Eveneens voor de individuele PFAS-verbindingen is er na chemische oxidatie van het staal geen duidelijke stijging in concentratie aangetoond.

Dit suggereert dat er geen andere verborgen precursoren aanwezig zijn in deze oppervlaktewaterstalen.

6.6.1.4 CONCLUSIE TOP ASSAY

Uit deze evaluatie van de TOP-assay analyse blijkt dat voor het merendeel van de stalen er geen bijkomende precursoren lijken aanwezig te zijn die niet met de CMA-methode geanalyseerd worden, met uitzondering van het staal uit het populierenbos en nabij gebouw 16. Deze zone zijn gekende bronzones, in het populierenbos is in het verleden een test geweest met slib afkomstig van de waterzuivering, waarbij het slib op dat deel van de site werd uitgespreid.

Deze evaluatie leert ook dat wat betreft de PFAS-verontreiniging off-site, er geen reden is om aan te nemen dat de PFAS-vuilvracht daar onderschat is, omdat bepaalde precursoren niet in beschouwing zouden zijn genomen. Dit bevestigt de eerdere conclusie rond precursoren in het gewijzigd tweede gefaseerd BBO.

6.6.2 EOF IN GRONDSTALEN

6.6.2.1 INLEIDING

Voor de vergelijking is het aandeel van Fluor (F) in PFAS bepaald. Dit varieert voor de verschillende individuele PFAS-verbindingen tussen 46 en 72%, met een gemiddelde van 64% wanneer de meest voorkomende PFAS-verbindingen in rekening zijn gebracht. 64% van de Som gedetecteerde PFAS-verbindingen is bijgevolg vergeleken met het gemeten organische

Fluorgehalte bij de EOF-analyse. Verwacht wordt dat de som PFAS (64%) kleiner of gelijk is aan het gemeten F-gehalte; indien kleiner kan dit een aanwijzing zijn dat er andere fluorverbindingen in de bodem aanwezig zijn, dan gemeten in het analysepakket voor PFAS conform CMA.

Belangrijk voor deze oefening is het feit dat het labo SGS een 5-60% range onzekerheid heeft doorgegeven voor deze EOF-analyse. Een dergelijke grote meetonzekerheid maakt een vergelijking moeilijk, zo niet zinloos, gelet ook op de onzekerheid op de klassieke PFAS-analyse volgens de CMA.

6.6.2.2 BEVINDINGEN EOF ANALYSES

Off-site in het projectgebied zijn op enkele uitzonderingen na geen EOF-concentraties gemeten hoger dan de rapportagegrens.

On site zijn er wel verhoogde EOF-concentraties in grond gemeten, maar er is echter geen duidelijke lijn te trekken in de vergelijking van gemeten EOF-concentraties en PFAS-concentraties (CMA).

Uit de resultaten blijkt over het algemeen dat bij lagere concentraties aan som PFAS (<100 µg/kg ds), het aandeel van de gemeten PFAS op de gemeten EOF-concentratie heel laag is, vaak slechts 1-5%. Mogelijk is dit een gevolg van de onzekerheid die op de meetmethodes zit.

In en in de directe omgeving van populierenbos zijn dezelfde grondstalen geselecteerd voor EOF-analyse als voor Top Assay. Het aandeel Fluor uit PFAS-som is 40-90% van de gemeten EOF-concentratie in deze zone. Voor staal B3574 gaf het resultaat van de TOP-assay ook aan dat er mogelijk verborgen precursoren aanwezig kunnen zijn. Hetzelfde beeld voor staal PB3310 aan de westelijke terreingrens van 3M-site, ook hier bleek uit de TOP-assay dat ook mogelijk verborgen precursoren aanwezig kunnen zijn. De vergelijking EOF/PFAS CMA toont dit in minder mate aan gezien concentratie som PFAS (aandeel 64% F) gelijk is aan de gemeten EOF-concentratie in dit staal.

In de zone nabij productiegebouw 16 varieert de verhouding PFAS-som (aandeel 64% F) tot EOF in de ondiepe grondstalen van 0,16 tot 3,87, met uitschieters in de diepere bodemlagen tot 20. Door deze relatief grote variatie is verdere interpretatie niet relevant.

In het sediment en het vaste deel van de waterbodem (onder het sediment) van de verschillende onderzochte oppervlaktewaters is enkel ter hoogte van de Palingbeek een EOF-concentratie gemeten hoger dan de rapportagegrens. Voor deze stalen is een verhouding som PFAS (aandeel 64% F) tot EOF van 0,8-2,4 aangetoond. Rekening houdend met de meetonzekerheid op de analyses is het onwaarschijnlijk dat er nog andere Fluorverbindingen in belangrijke concentraties in deze stalen aanwezig zouden zijn.

Op basis van deze bevindingen lijkt het moeilijk om met de EOF-analyse harde conclusies te trekken inzake het ontbreken van verborgen precursoren of ontbrekende PFAS-componenten die een belangrijk deel uitmaken van de PFAS-verontreiniging. De TOP-assay methode lijkt een betere manier.

6.6.3 AOF IN WATERSTALEN

6.6.3.1 GRONDWATER

In het ondiep freatische grondwater on site ligt de verhouding van de gemeten som PFAS (aandeel 63% F) tot de AOF-concentratie voornamelijk in de range van 0,3- 0,8, met enkele uitschieters. Ook richting Palingbeek tonen de resultaten dat de gemeten PFAS (aandeel 64% F) ca. 20- 50% van de gemeten AOF is. Dit kan erop wijzen dat er nog verborgen fluorverbindingen aanwezig zijn, die niet in het WAC-pakket gemeten worden.

In het diepe grondwater on site ligt de verhouding van de gemeten som PFAS (aandeel 63% F) tot AOF-concentratie stelselmatig lager dan 1, met de meeste resultaten in de range van 0,2- 0,8 (met uitzondering van enkele metingen). Dit kan er eveneens op wijzen dat er ook in het diepere grondwater nog verborgen fluorverbindingen aanwezig zijn, die niet in het WAC-pakket gemeten worden.

Off site zijn de gemeten PFAS-concentraties opvallend lager (rond 1 µg/l), waardoor vergelijking met de gemeten AOF-concentraties minder relevant is gezien de rapportagegrens van AOF grootte-orde 1 µg/l is. Ter hoogte van het Vlietbos is op 1 locatie (PB3294) een duidelijk hogere concentratie aan PFAS gemeten dan in de omliggende peilbuizen; de verhouding PFAS (aandeel F) tot AOF is hier 1,25, waardoor er geen aanwijzingen zijn dat hier nog verborgen F-verbindingen aanwezig zouden zijn. Ten zuiden van Blokkersdijk, richting 3M site is deze verhouding 0,6, wat overeenkomt met de bevindingen ter hoogte van de 3M-site.

In het diepe grondwater off site richting industriezone (ExxonMobil), en nabij Palingbeek ligt deze verhouding in een range van 0,5-1, het aantal beschikbare metingen op het moment van rapportage is hier echter beperkt. Eveneens ten zuiden van de snelweg E34 en in natuurgebieden is het aantal metingen voor deze analyse in het diepere grondwater eerder beperkt.

6.6.3.2 OPPERVLAKTEWATER

In de oppervlaktewaterstalen genomen ter hoogte van Blokkersdijkvijver ligt de verhouding som PFAS (aandeel F) tot AOF in de meeste stalen in de range van 0,7-1,0. Dit wijst erop dat er geen andere verbindingen dan reeds meegenomen in het WAC-pakket in significante concentraties aanwezig zouden zijn.

Ter hoogte van de Palingbeek is een grote variatie in resultaten aanwezig. Voor de andere waterlopen waar stalen geselecteerd zijn voor analyse (Laarbeek, Rotbeek en Vlietbosbeek) zijn de gemeten som PFAS-concentraties in het oppervlaktewater laag, wat de vergelijking vermoeilijkt. Op basis van de beschikbare metingen ter hoogte van de Rotbeek is de verhouding som PFAS (aandeel F) tot AOF laag; er kan niet uitgesloten worden dat hier nog andere F-verbindingen dan gedetecteerd aanwezig zijn.

6.7 STATISTIEK EN GEOSTATISTIEK

6.7.1 INLEIDING

6.7.1.1 ALGEMEEN

Op basis van het uitgevoerde bodemonderzoek is gebleken dat de PFAS-verontreinigingen over een relatief groot oppervlak aanwezig zijn. Uit de onderzoeksresultaten in combinatie met alle

elementen uit de voorstudie is eveneens gebleken dat er binnen de onderzoeksperimeter ook andere bronnen bijdragen aan de PFAS-verontreiniging, ook op de randen van het projectgebied, waardoor afperking van de verontreiniging afkomstig van de 3M-site tot op het niveau van de voorgestelde normen niet altijd mogelijk is.

Om de ruimtelijke verdeling en de onderlinge samenhang van de PFAS-componenten binnen de onderzoeksperimeter beter te begrijpen is in het voorliggende BBO (geo)statistiek toegepast. De gebruikte technieken zijn de volgende:

- Verrijgingsfactoren - Ratio's;
- Radar plots; en
- Multivariate statistische methodes:
 - Principale componentenanalyse (PCA); en
 - Factoranalyse (FA).

Zowel FA als PCA zijn multivariate analysetechnieken die gebruikt worden binnen de statistiek om complexe relaties tussen meerdere variabelen te begrijpen en de 'dimensionaliteit' (complexiteit) van datasets te verminderen. De variabelen in de onderhavige situatie zijn het veelvoud aan individuele PFAS-componenten.

Een beknopte toelichting bij de techniek is opgenomen in de paragrafen 6.7.1.2 tot en met 6.7.1.5 hieronder. De resultaten van de gehanteerde technieken zijn besproken in de paragrafen 6.7.2 tot en met 6.7.5.

De gevolgde aanpak (of delen van de aanpak) voor de (geo)statistiek wordt (internationaal) vaak gebruikt bij soortgelijke milieuonderzoeken⁵⁵ of mijnbouwexploratie⁵⁶.

6.7.1.2 VERRIJKINGSFACTOREN

Om de ruimtelijke verdeling en de onderlinge samenhang van de PFAS-componenten binnen het studiegebied beter te begrijpen is gebruik gemaakt van de verrijgingsfactoren⁵⁷ (Enrichment Factor).

Verrijgingsfactoren 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);
- PFOA versus de PFCA-groep (de PFOA-achtigen); en
- Overige ratio's van (individuele) componenten ten opzichte van elkaar of som parameters.

⁵⁵ Thiombane et al. (2020). Source patterns of potentially toxic elements (PTEs) and mining activity contamination level in soils of Taltal city (northern Chile) - Environmental Geochemistry and Health
Domenico Cicchella et al. (2022). Major Elements Concentration in Soils. A Case Study from Campania Region (Italy) – International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)

⁵⁶ Kamila Facevicova et al. (2016). Element chemostratigraphy of the Devonian/Carboniferous boundary – A compositional approach - Applied Geochemistry

⁵⁷ Als verrijgingsfactor 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.

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. Op deze getalwaarde is de eerder beschreven interpolatietechniek IDW toegepast zodat een ruimtelijke verdelingskaart wordt verkregen.

6.7.1.3 RADAR PLOTS

Een radarplot is een tweedimensionaal diagramtype dat is ontworpen om één of meer reeksen waarden over meerdere kwantitatieve variabelen uit te zetten. Het diagram wordt binnen de statistiek gebruikt om de relatieve invloed van verschillende numerieke parameters aan te duiden. In het diagram wordt de samenstelling/verhouding van de variabelen gevisualiseerd in een vlak structuur. Het voordeel van de techniek is dat deze vormen onderling vergeleken kunnen en gelijkenissen of verschillen eenvoudig visueel inzichtelijk gemaakt worden. Belangrijk hierbij aan te geven is dat de keuze van de volgorde van de assen binnen het diagram de uiteindelijke vorm bepaalt. Deze dienen dus te allen tijde gelijk georiënteerd te worden om een uitspraak te kunnen doen over gelijkenissen of verschillen. Wanneer met dit aandachtspunt rekening gehouden wordt, is een gekend nadeel van deze techniek overwonnen. Om de diagrammen overzichtelijk te houden kunnen ook niet alle variabelen geplotted worden, want dat aantal is te groot. Er dient dus een selectie van de weerhouden variabelen gemaakt te worden wat een zekere mate van verlies van informatie inhoudt. Dit 'nadeel' geldt in feite voor alle statistische methodes waarbij de dataset gereduceerd wordt. De resultaten van de radar plots zijn dus één stap binnen de gehele interpretatie van de dataset.

De radar plots zijn opgesteld voor de volgende PFAS-groepen:

- PFASA (precursoren⁵⁸);
- PFSA lang (PFOS-achtigen);
- PFSA kort (PFOS-achtigen);
- PFCA lang (PFOA-achtigen);
- PFCA kort (PFOA-achtigen);
- DiPAP; en
- n:2 fluortelomeren.

In de radar-plots zijn zowel de maximale, meetkundige gemiddelde, mediaan als rekenkundige gemiddelde waarden opgenomen. Voor wat betreft de interpretatie is meetkundige gemiddelde waarde beschouwd, omdat deze waarde minder beïnvloed is door 'outliers' (uitschieters).

6.7.1.4 PRINCIPALE COMPONENTENANALYSE (CLR BILOT)

CLR-Biplot is een robuuste multivariate analysetechniek (hoofdcomponentenanalyse) om de relatie tussen verschillende variabelen (PFAS-verbindingen) binnen een bepaalde dataset (grondwaterresultaten) in beeld te brengen. De biplot is een grafische weergave waarbij de bemonsteringslocaties worden uitgedrukt als stippen en de PFAS-verbindingen als vectoren of lijnen.

⁵⁸ PFHxSA, PFOSA, MePFOSA, EtPFOSA, MePFOSAA en EtPFOSAA

Het maakt het mogelijk om de correlatie en de associatie tussen verbindingen te relateren en patronen in de data ruimtelijk inzichtelijk te maken op basis van hun kenmerken.

Wanneer de biplot wordt gebruikt met clr-getransformeerde⁵⁹ gegevens, onthult het beter de relatie tussen de PFAS-verbindingen en geeft het verder inzicht in potentiële bronnen. Wanneer de punten dicht bij de vectoren liggen, geeft dit aan dat de overeenkomstige monsters relatief hoge waarden hebben voor deze verbindingen en omgekeerd. Bovendien is de lengte van de vectoren evenredig met het gewicht van het overeenkomstige chemische element. In die zin geldt, hoe groter de lengte van de vector, hoe belangrijker de overeenkomstige verbinding is in de geassocieerde groep. Bovendien, hoe dichter de vectoren bij elkaar liggen, hoe beter de relatie is tussen de parameters en hoe waarschijnlijker het is dat deze verband houden met dezelfde potentiële bron.

6.7.1.5 FACTORANALYSE

Factoranalyse is een statistische methode die verschillende groepen variabelen met ongeveer vergelijkbare patronen karakteriseert en potentiële bronnen onderscheidt. Eén van de doelstellingen van deze statistische berekening binnen het onderhavige onderzoek is het trachten te bepalen van de relaties tussen de PFAS-verbindingen en het inzichtelijk maken van mogelijke verontreinigingsbronnen binnen de onderzoeksperimeter.

Om de geschikte onderlinge relaties tussen variabelen te beoordelen en eventuele uitschieters in de database te corrigeren, zijn de ruwe gegevens vóór de multivariate statistische analyse genormaliseerd met behulp van de clr-transformatietechniek.

Om de correlatie tussen de variabelen beter in beeld te brengen, is het aantal beschouwde PFAS-verbindingen verminderd door de meest representatieve verbindingen te selecteren op basis van drie criteria:

- verwijdering van de PFAS-verbindingen waarvoor concentraties gemeten zijn in minder dan 50% van de dataset;
- verwijdering van de PFAS-verbindingen waarvoor de gemeten concentraties lager zijn dan de rapportagegrens in meer dan 50% van de dataset; en
- selectie van de PFAS-verbindingen met een 'communaliteit' (overeenkomstigheid) van meer dan 0,5 (50%).

Een varimax-rotatie⁶⁰ is gebruikt om de correlatie tussen de PFAS-verbindingen onderling en binnen de factor beter inzichtelijk te maken.

Op basis van de multivariatie-analyse zijn drie factorassociaties (F1, F2 en F3) afgeleid en deze factoren zijn beschouwd en geïnterpreteerd in overeenstemming met de veronderstelde bron, of oorzaak voor de associatie van de PFAS-verbindingen.

PFAS-verbindingen met een factorlading van meer dan de absolute waarde van 0,5 zijn beschouwd voor de beschrijving van de hoofdsamenstelling van elke factor. Alle PFAS-

⁵⁹ CLR staat voor 'centred log ratio' waarin $clr(x) = \left[\ln \frac{x_1}{g(x)} \quad \ln \frac{x_2}{g(x)} \quad \ln \frac{x_D}{g(x)} \right]$.

⁶⁰ Rotatie is een techniek binnen de statistiek die gebruikt wordt om de resultaten van het model gemakkelijker te interpreteren en de datastructuur overzichtelijker te maken. Er bestaan meerdere vormen van rotatie en varimax-rotatie is er één van.

verbindingen hebben communaliteiten van meer dan 0,5⁶¹, wat betekent dat het drie factormodel de onderlinge relaties tussen de PFAS-verbindingen redelijk goed weergeeft en ook de potentiële bron. De 18 PFAS-verbindingen van het drie factormodel zijn verdeeld in positieve en negatieve waarden (factorladingen).

Factorladingen geven dus de relatie tussen de PFAS-verbinding en een factor aan. Factorscores geven aan hoe individuele observaties zich verhouden tot die factoren.

Van deze factorscores zijn in de GIS-software (ArcGIS) kaarten gemaakt met behulp van de eerdergenoemde interpolatietechniek IDW. De IDW-techniek is één van de meest wijdverspreide interpolatiemethoden, omdat het hoogfrequente informatie en lokale variabiliteit (afstand tussen punten) behoudt, maar ook rekening houdt met ruimtelijke verbanden.

Het in kaart brengen van de factorscore geeft inzicht in de exacte locatie van de associatie van PFAS-verbindingen binnen de onderzoeksperimeter en geeft ook inzicht in de potentiële verontreinigingsbron van de verontreiniging.

6.7.2 LEGACY PFAS VERRIJKINGSFACTOREN (RATIO'S)

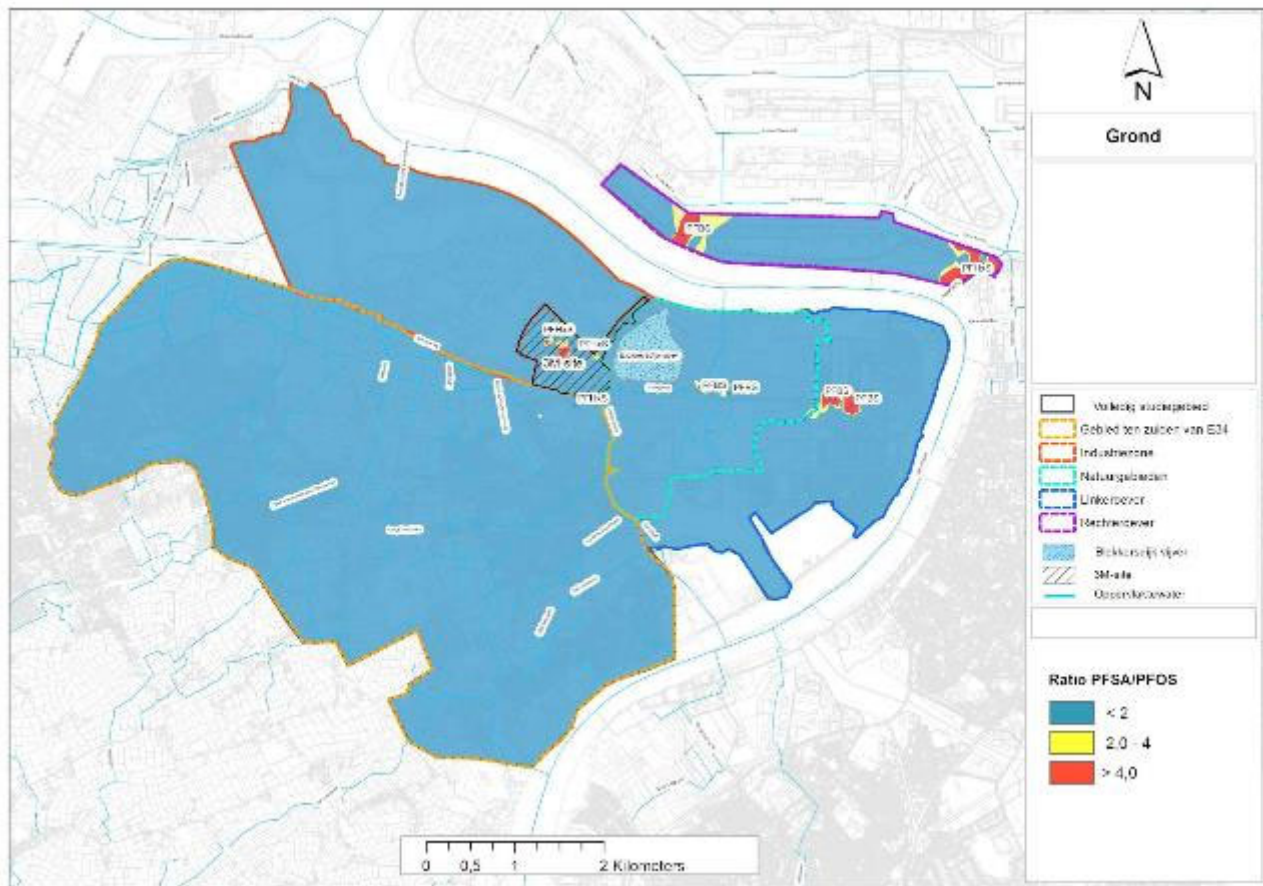
De visualisatie van de legacy PFAS (PFOS & PFOA) verrijkingfactoren is opgenomen op A3-formaat in Bijlage 24.

6.7.2.1 PFOS VERSUS PFSA-GROEP

De visualisatie van de verrijkingfactor PFSA/PFOS in de bodemlaag 0,0-0,5 m-mv is opgenomen in onderstaande illustratie.

⁶¹ Dat wil zeggen dat tenminste 50% van de variantie van de PFAS-verbinding in kwestie binnen de dataset is verklaard aan de hand van de drie beschouwde factoren.

ILLUSTRATIE 6-31 VISUALISATIE RESULTATEN VERRIJKINGSFACTOR PFSA



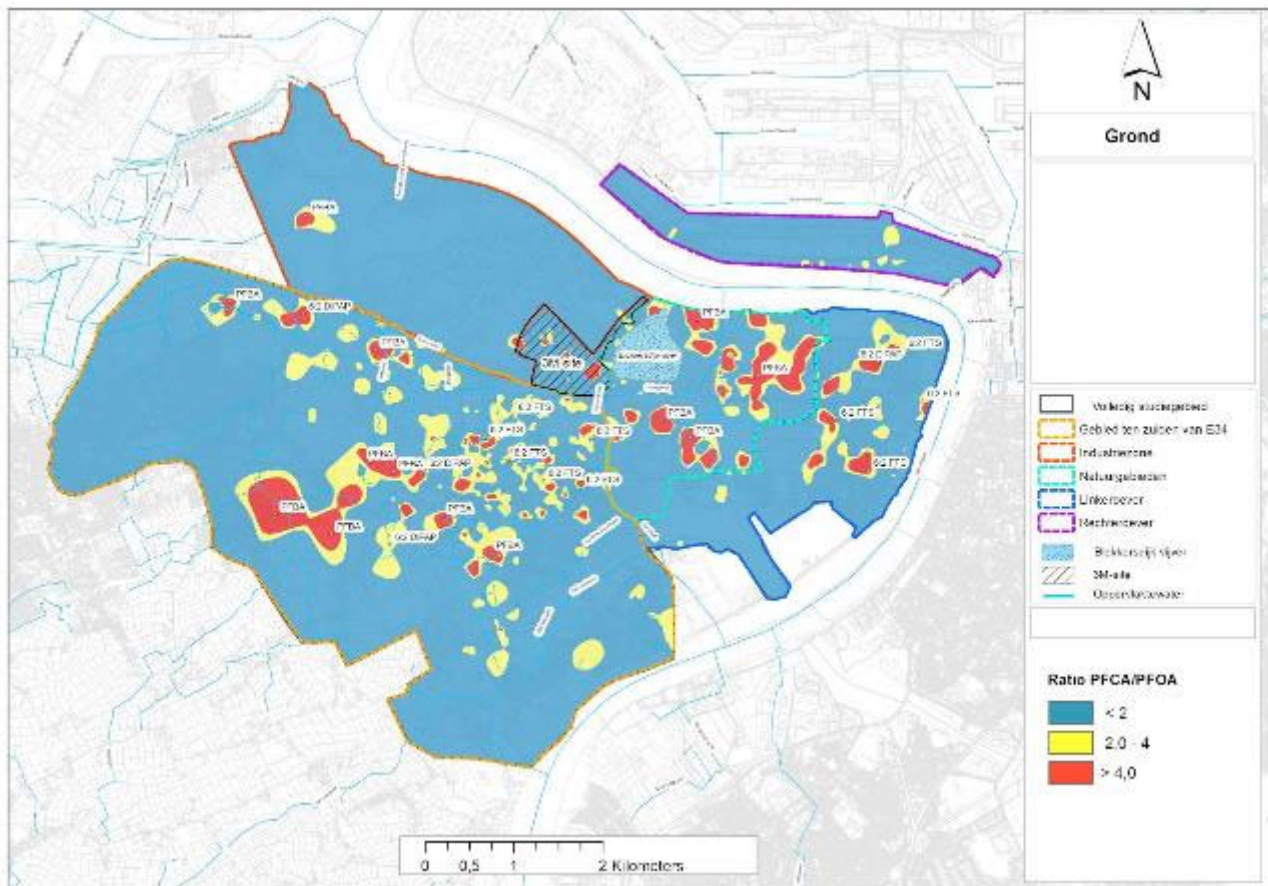
Uit de resultaten van de verrijkingfactor PFSA/PFOS blijkt nogmaals dat PFOS de meest dominante component is binnen de PFSA-groep binnen het gebied dat bemonsterd is (i.e. een ratio < 2). Slechts op vier plaatsen is er een afwijkend beeld vastgesteld: één zone op de 3M-site en 3 zones off-site.

De PFHxS-dominantie die gemeten is op het 3M-terrein is vanzelfsprekend gerelateerd aan de voormalige 3M-exploitatie. De oostelijke PFHxS-afwijking is gerelateerd aan de voormalige brandweerpost Royerssluis, de verhoogde PFBS-waarde ter hoogte van Linkeroever eveneens met de lokale brandweerpost.

6.7.2.2 PFOA VERSUS PFCA-GROEP

De visualisatie van de verrijkingfactor PFCA/PFOA in de bodemlaag 0,0-0,5 m-mv is opgenomen in onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 6-32 VISUALISATIE RESULTATEN VERRIJKINGSFACTOR PFCA



Uit de resultaten van de verrijkingfactor PFCA/PFOA blijkt dat PFOA in het overgrote deel van het studiegebied de meest dominante component is binnen de PFCA-groep, maar in tegenstelling tot PFSA, zijn er verscheidene kleinere deelgebieden waar een andere PFCA-component binnen deze stoffengroep meer voorkomt.

De gele en rode gebieden geven de zones aan waar er een belangrijke afwijking is in de verhouding PFCA/PFOA. Op die locaties zijn andere componenten uit de PFCA-groep dominant. Deze componenten zijn weergegeven in de illustratie.

De aanwezigheid van de PFAS fluortelomeer 6:2 FTS is een mogelijke indicatie voor een brand of brandoefening, omdat deze PFAS-verbinding aanwezig is in blusschuim gebaseerd op de telomeer-formulering. Het blusschuim van 3M is niet geproduceerd volgens het fluortelomeerprincipe en zullen dan ook geen 6:2 FTS bevatten. 3M heeft in het verleden wel vergelijkende kwaliteitstesten uitgevoerd met blusschuim van andere producenten, en dit op de bedrijfseigen testzone, hierin waren wel soms fluortelomeren aanwezig. Dit verklaart allicht de aanwezigheid van 6:2 FTS in de zone gekend als 1A gelegen ten zuiden van de snelweg E34 en de 3M-site. Op Linkeroever kunnen de hogere 6:2 FTS waarden worden toegeschreven aan de brandweerpost en de gerapporteerde branden.

De fluortelomeerfosfaatdiester 6:2 diPAP wordt veel toegepast in de papier (verwerkende) industrie (met inbegrip van toiletpapier). Het is mogelijk dat deze plaatselijke verhogingen met 6:2 DiPAP zijn toe te schrijven zijn aan gestort papierafval, gebruik van slib afkomstig van de

(openbare) waterzuivering en waterzuivering van papierproductie als bodemverbeteraar, of door de toepassing van mest voor land- en tuinbouw. Deze stof is een fosfaatdiester die onder natuurlijke condities vrij snel kan afbreken naar PFHxA, PFPeA en PFBA.

De verhoogde PFBA-waarden ter hoogte van Blokkersdijk en St-Annabos zijn toe te schrijven aan de 3M-site, de verhogingen die worden vastgesteld in het westelijke deel van de BBO-onderzoeksperimeter daarentegen zijn gelegen in een zone waar meer landbouwactiviteiten plaatsvinden. Gebruik van plantbeschermingsmiddelen en bodemverbeteraars kan aanleiding geven tot verhoogde gehalten aan korte PFAS-verbindingen zoals PFBA. Door de sterke uitloogbaarheid wordt PFBA in veel mindere mate aangetroffen in de onderzochte bodemstalen binnen de onderzoeksperimeter van het BBO. Bovenliggend beeld is ook vastgesteld in het PFBA-grondwaterbeeld zoals eerder in dit hoofdstuk toegelicht.

Bovenstaande observaties geven mogelijke indicaties dat er andere bronnen hebben bijgedragen, naast de duidelijke impact gerelateerd met de 3M-fabriek, aan de vastgestelde PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde binnen het de projectperimeter van voorliggend BBO.

6.7.3 RADAR PLOTS

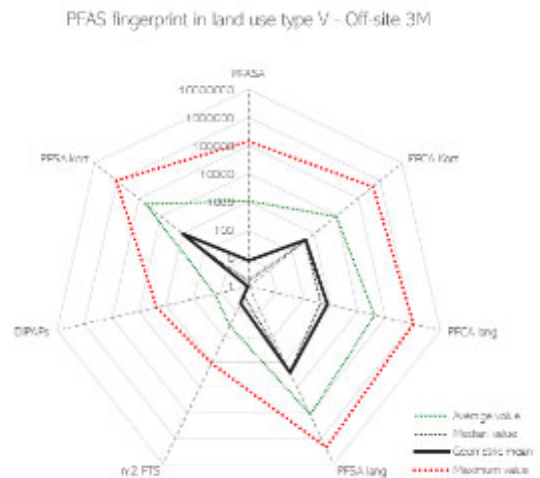
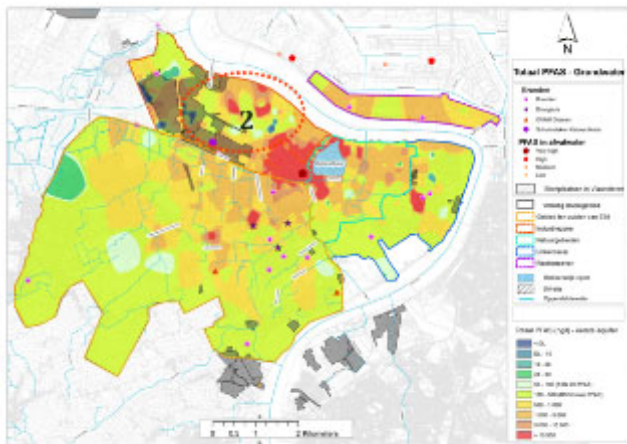
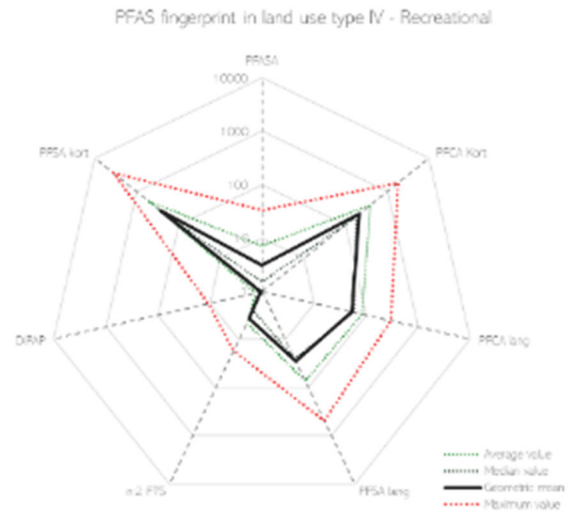
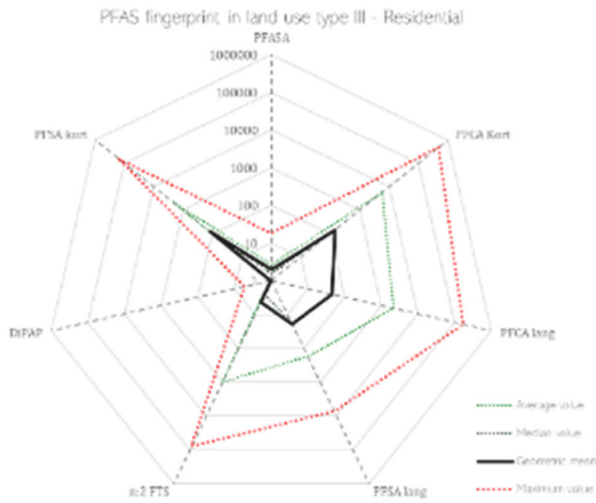
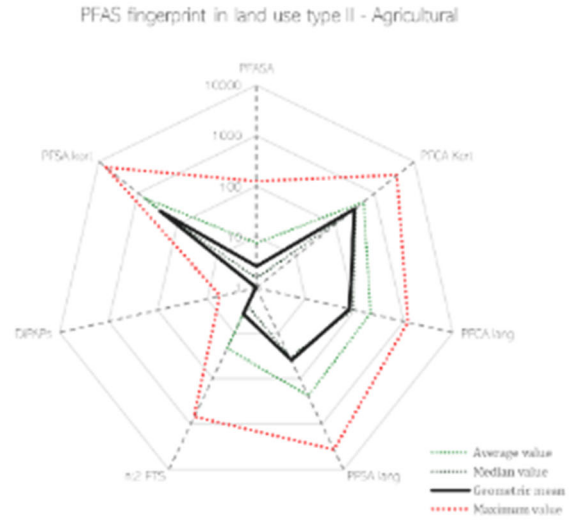
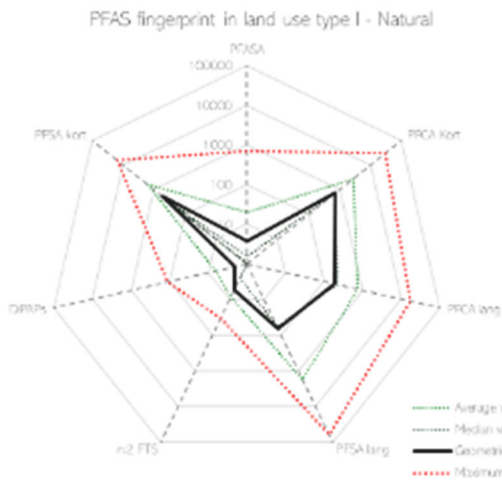
Om de karakteristieke 'fingerprint' van de PFAS-verontreinigingen in het grondwater te visualiseren zijn de zogenaamde 'radar plots' aangemaakt. De bepaling van deze radar plots is gebeurd per bestemmingstype en/of duidelijk te onderscheiden afzonderlijke bronnen/subzones:

- Bestemmingstype type I – Natuurgebied;
- Bestemmingstype type II – Agrarisch;
- Bestemmingstype type III – Woongebied;
- Bestemmingstype type IV – Recreatie;
- Bestemmingstype type V – Industrie;
- Bestemmingstype type V - Industrie (3M);
- Deelgebied 1 (zone 1A - saneringszone);
- Deelgebied 2 (twee externe bronzones in Zwijndrecht); en
- Deelgebied 3 (externe bronzone in Antwerpen-Linkeroever).

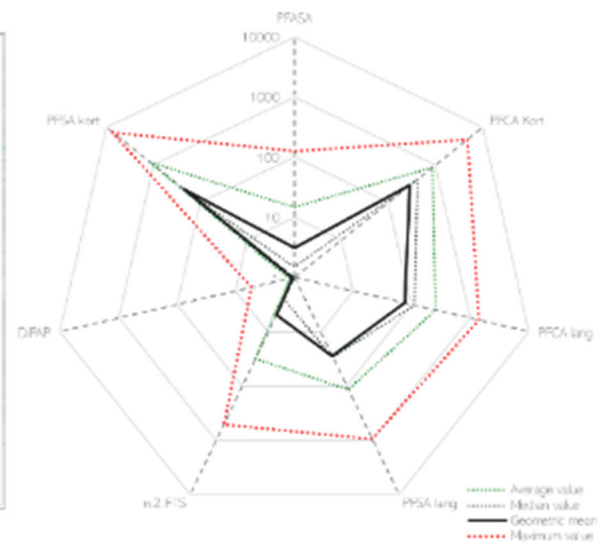
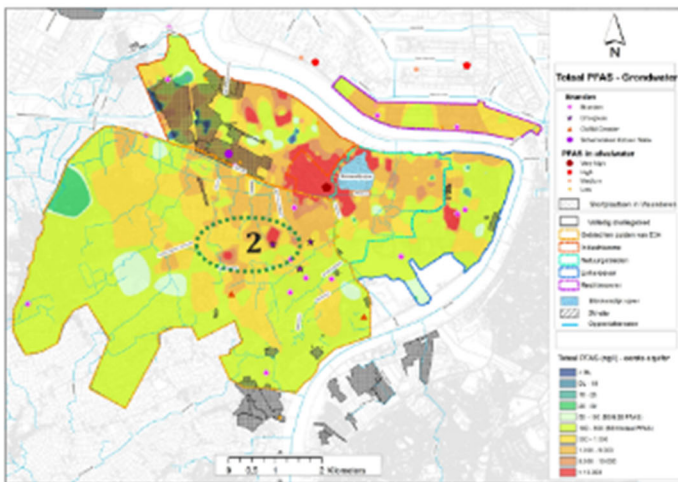
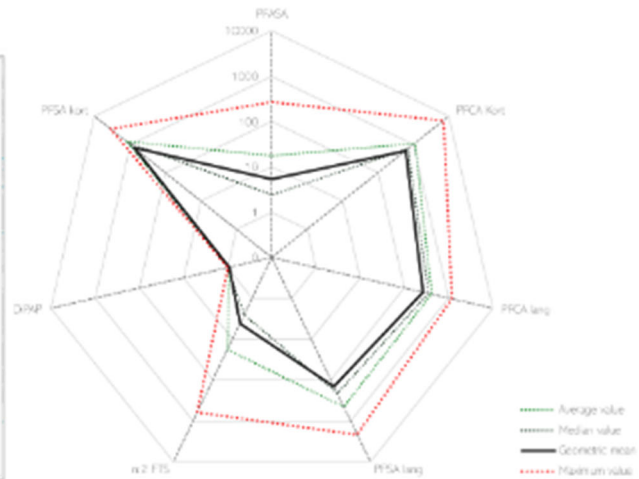
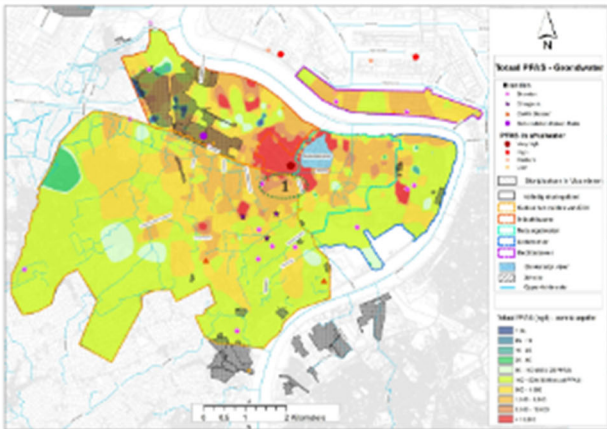
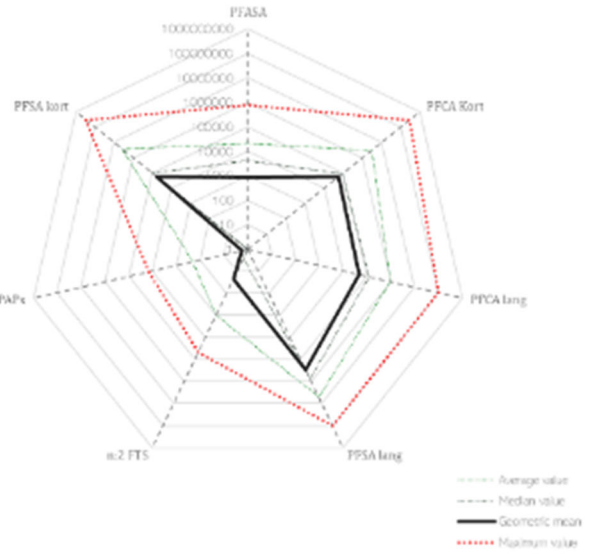
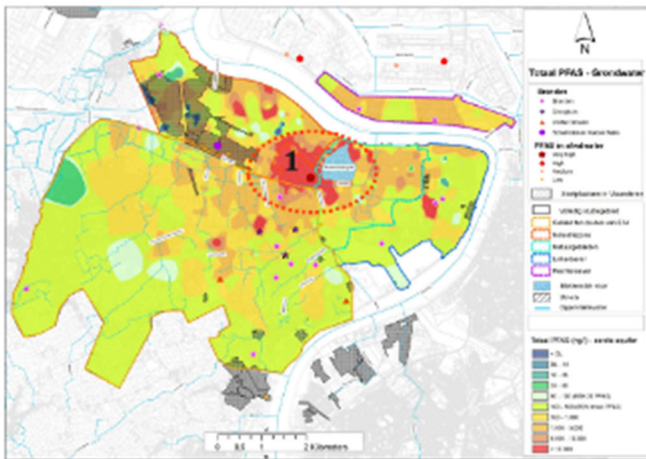
Voor elk specifiek bestemmingstype en potentiële verontreinigingsbron is de gemiddelde waarde, de mediaan, het meetkundig gemiddelde en de maximale waarde bepaald.

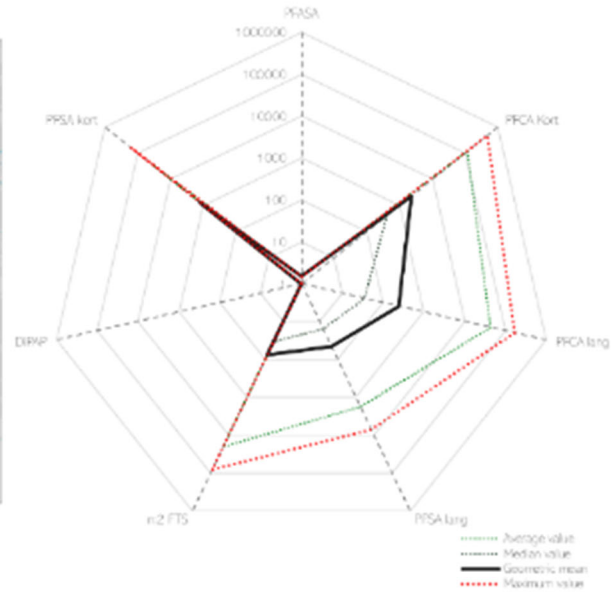
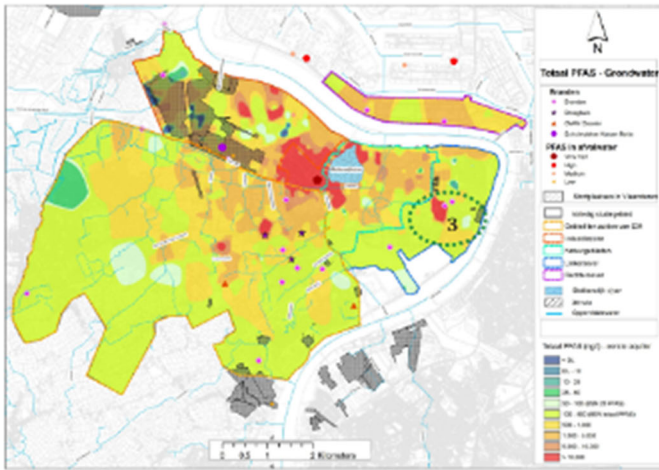
De bekomen radar plots zijn opgenomen in Illustratie 6-33.

ILLUSTRATIE 6-33 UITKOMST RADAR PLOTS



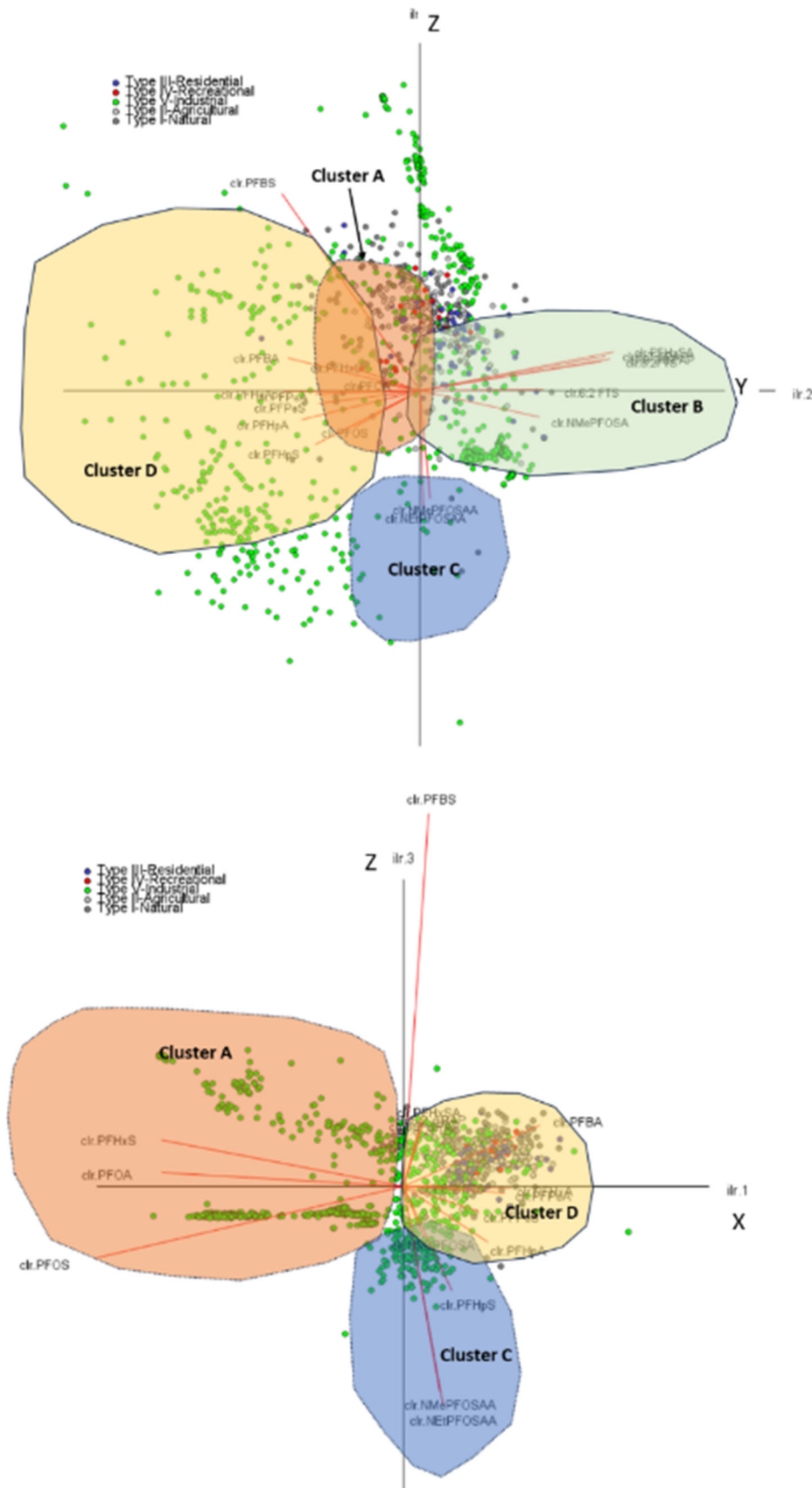
PFAS fingerprint in land use type V - In 3M site





Uit de verschillende radar plots blijkt het volgende:

- De fingerprint (vorm van de zwarte contour of het geometrisch gemiddelde) van de PFAS-verontreiniging binnen de bestemmingstypes I, II, III en IV is vrij gelijkaardig op twee uitzonderingen na:
 - in bestemmingstype I is er ook een weliswaar beperkte aanwezigheid van DiPAP-verbindingen. DiPAP-verbindingen zijn een mogelijke indicatie voor papierafval, toepassing van slib en mest als bodemverbeteraar; en
 - in bestemmingstype III is er ook een beperkte aanwezigheid van n:2 fluortelomeer-verbindingen. n:2 FTS-verbindingen zijn een indicatie voor het gebruik van brandblusschuim;
- De fingerprint van de PFAS-verontreiniging op de 3M-site wijkt af van de overige fingerprints (uitgezonderd deelgebied 1). Dit verschil is enerzijds te verklaren door de aanwezigheid van een grotere hoeveelheid andere PFAS-verbindingen omwille van de historische PFAS-productie. Buiten het terrein is de invloed van zwaardere of minder mobiele componenten (en precursoren) beperkter. Anderzijds is het verschil te verklaren door een verhoogde aanwezigheid van precursoren op de 3M-site en de directe omgeving.
- De fingerprint van de PFAS-verontreiniging in deelgebied 1 is vrij vergelijkbaar met de fingerprint op de 3M-site. Dit is logisch aangezien dit deelgebied dichtbij de 3M-site gelegen is en voor de verontreiniging binnen deelgebied 1 reeds is vastgesteld dat deze ontstaan is vanuit de 3M-site, DiPAP en n:2 FTS zijn iets meer aangetoond in dit deelgebied.
- De fingerprint van de verontreiniging binnen het industriegebied ten westen van 3M wijkt af van de fingerprints in de bestemmingstypen I t/m IV, maar vertoont wel overeenkomsten met de fingerprint op het 3M-terrein. Het verschil is echter dat er binnen het industrieterrein minder precursoren aanwezig zijn met uitzondering van de zone 'Keetberglaan/Boereveldseweg'. Hieruit is geconcludeerd dat het merendeel van de vastgestelde PFAS-verontreiniging binnen het industriegebied niet kan worden toegeschreven aan 3M. Dit beeld wordt ook bevestigd door de relatief minder



In de biplot zijn vier afzonderlijke clusters A, B, C en D onderscheiden.

- Cluster A bestaat uit een hoge relatie tussen de componenten PFOS, PFOA en PFHxS. Deze relatie komt over het algemeen sterk voor in bestemmingstype V (industrieel).
- Cluster B bestaat uit een hoge relatie tussen onder andere de componenten 6:2 FTS, 8:2 diPAP, 8:2FTS, PFHxSA en 6:2 diPAP. Deze relatie komt over het algemeen voor in bestemmingstype V, maar ook in andere aanwezige bestemmingstypes.
- Cluster C bestaat uit een hoge relatie tussen onder andere de precursoren NMePFOSAA en NEtPFOSAA. Deze relatie komt over het algemeen voor in bestemmingstype V.
- Cluster D bestaat uit een hoge relatie tussen onder andere de componenten PFHxA, PFHpA, PFPeA, PFPeS, PFBA, PFHpS en PFBS. Deze relatie komt over het algemeen voor in alle bestemmingstypes. Indien er ingezoomd wordt op de biplot kunnen drie hoofdcomponenten, zijnde PFBA, PFHxA en PFPeA, onderscheiden worden die overwegend voorkomen in bestemmingstype I tot en met IV (voornamelijk in bestemmingstype II – landbouw) en in mindere mate kenmerkend zijn voor bestemmingstype V.

Deze laatste observatie zou kunnen betekenen dat de PFBA in bestemmingstype II ook een andere oorsprong kent dan de 3M-activiteiten.

6.7.5 FACTORANALYSE

De projectie van de verontreinigingsgroepen volgens de biplot (zie sectie 6.7.4) geeft nog geen informatie over de locatie waar verontreinigingsgroepen overwegend voorkomen. Deze ruimtelijke informatie is verkregen via de techniek van de factoranalyse die uitgevoerd is op de resultaten van het grondwater en dit voor een geselecteerde groep van gemeten PFAS-verbindingen.

Op basis van de factoranalyse zijn drie factoren onderscheiden (Illustratie 6-35).

ILLUSTRATIE 6-35 SAMENSTELLING FACTOREN 1, 2 EN 3

PFAS component	Varimax rotated factors			Communalities
	Factor loadings			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	
PFHxA	0,95	-0,03	0,09	0,90
PFHpA	0,92	0,04	0,18	0,88
PFPeA	0,91	-0,06	0,06	0,83
PFPeS	0,91	0,05	0,10	0,83
PFBA	0,89	-0,14	0,04	0,82
PFHpS	0,82	0,19	0,28	0,79
8:2 diPAP	-0,75	-0,40	-0,40	0,89
8:2FTS	-0,67	-0,38	-0,43	0,78
PFHxSA	-0,66	-0,39	-0,44	0,78
6:2 diPAP	-0,62	-0,38	-0,39	0,67
PFBS	0,61	0,26	-0,09	0,45
PFOA	-0,01	0,95	-0,03	0,91
PFOS	-0,05	0,95	0,06	0,92
PFHxS	0,05	0,94	-0,02	0,88
6:2 FTS	-0,14	-0,34	0,00	0,14
NMePFOSAA	0,30	0,03	0,87	0,85
NEtPFOSAA	0,31	0,03	0,87	0,84
NMePFOSA	-0,34	-0,30	0,55	0,50
Eigenvalues	8,6	3,1	1,8	
Total variance in %	47,79	17,53	10,1	
Cum. of total variance	47,79	65,32	75,43	

De totale variantie van de 18 individuele PFAS-componenten, bedraagt 75,43% in het model dat uit drie factoren bestaat.

De drie factoren zijn gekozen op basis van de knik in het 'eigenwaardendiagram' ('*screepplot*') van alle factoren. Alle drie de factoren hebben een eigenwaarde van >1. De drie factoren, F1, F2 en F3, hebben een aandeel in de variantie van respectievelijk 47,79%, 17,53% en 10,1%. PFAS-componenten met een lading van meer dan de absolute waarde van 0,5 zijn beschouwd om de hoofdsamenstelling van elke bepaalde factor te beschrijven. Alle PFAS-componenten hebben overeenkomsten van meer dan 0,5 (50% van de variabiliteit), wat betekent dat het driefactormodel vrij goed de elementaire onderlinge relaties en hun mogelijke antropogene bronnen weergeeft. De 18 PFAS-componenten van het driefactormodel zijn gegroepeerd in positieve en negatieve ladingen en in volgorde gesorteerd.

De verdeling van de componenten over de rode (positieve) en blauwe (negatieve) waarden geeft aan dat waar de combinatie van rode componenten zijn gemeten, juist geen combinatie van blauwe, negatieve componenten zijn gemeten en andersom.

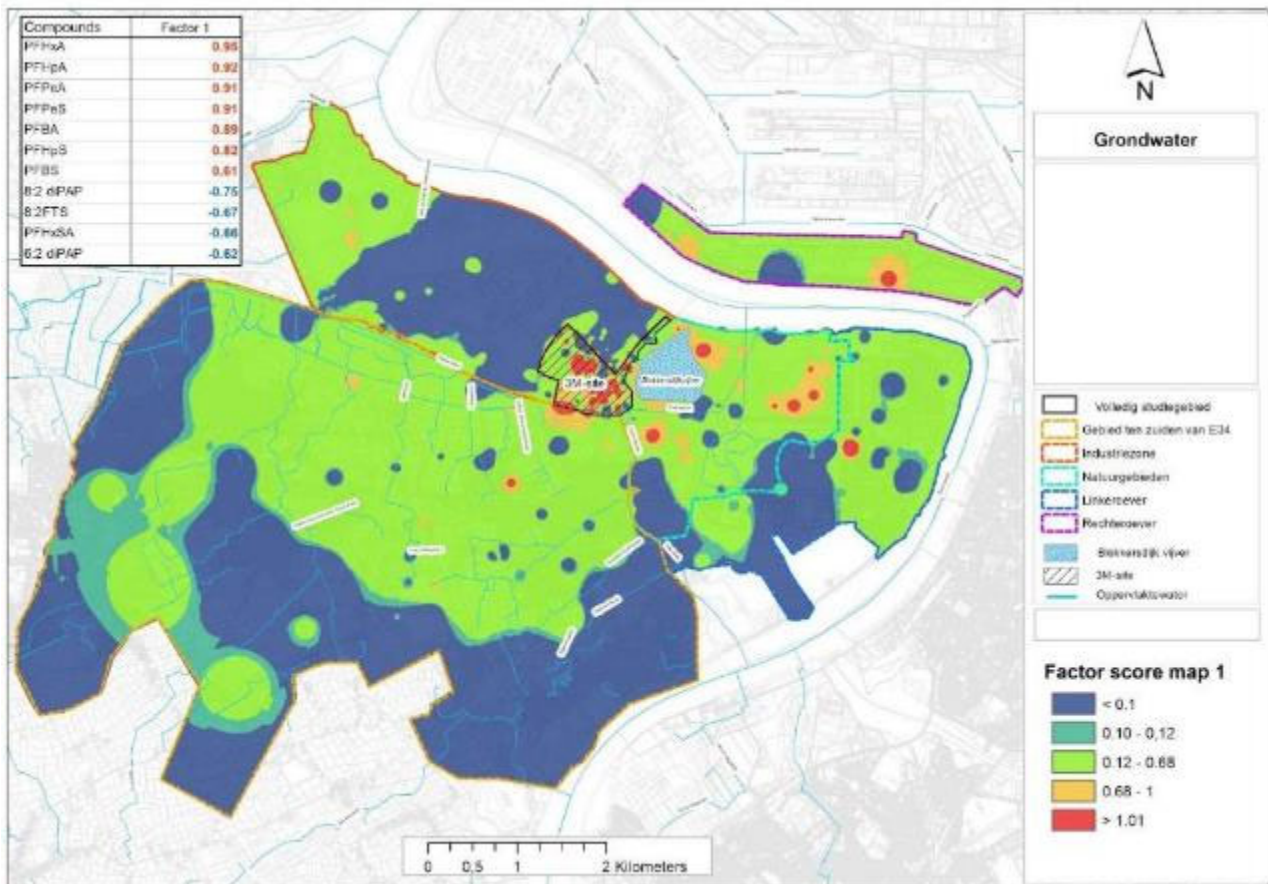
De fluortelomeer component 6:2 FTS is uiteindelijk niet weerhouden in de beoordeling, omdat de 'communaliteit' te laag is (<0,5).

De ruimtelijke verdeling van de factorscores op meetpuntniveau, bepaald volgens de IDW-interpolatietechniek, is weergegeven op de volgende illustraties.

6.7.5.1 FACTOR 1

Het resultaat van factor 1 is weergegeven op Illustratie 6-36.

ILLUSTRATIE 6-36 VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 1



Uit Illustratie 6-36 blijkt dat hoge factorscores voor PFHxA, PFHpA, PFPeA, PFPeS, PFBA, PFHpS en PFBS (>1,01) in kaart zijn gebracht op het 3M-terrein en ook ter hoogte van enkele individuele spots in Zwijndrecht, Blokkersdijk en Antwerpen-Linkeroever.

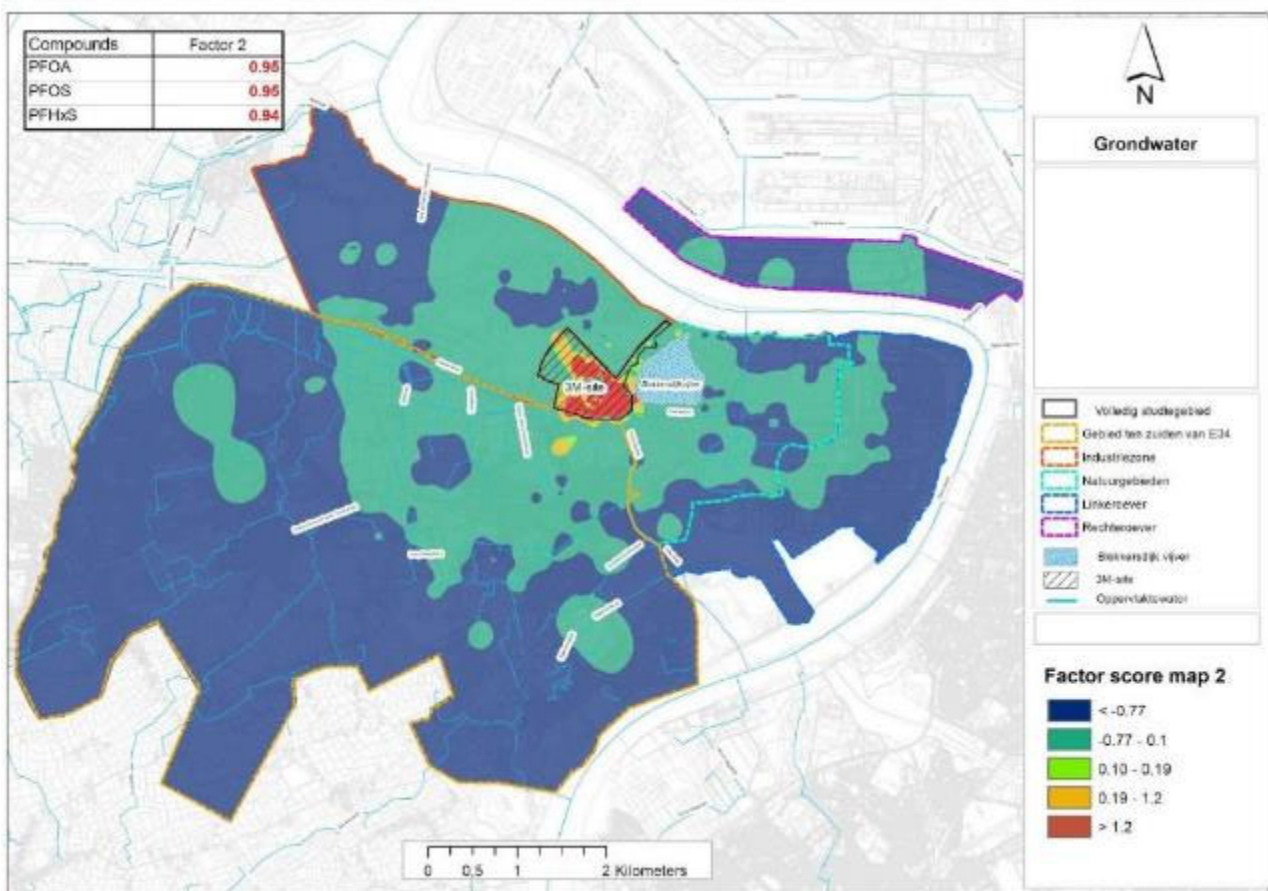
Het 'omgekeerde' verband met lage factorscores voor 8:2 diPAP, 8:2FTS, PFHxSA en 6:2 diPAP (<0,1) is aanwezig in de blauwe zones in het industriegebied ten westen van de 3M-site en de zuidelijke, zuidwestelijke en westelijke rand van het onderzoeksgebied. De componenten binnen de blauwe zone zijn atypisch voor de verontreiniging ontstaan vanuit de 3M-site.

Deze factor 1 komt overeen met de combinatie van de clusters B en D uit de PCA-techniek.

6.7.5.2 FACTOR 2

Het resultaat van factor 2 is weergegeven op Illustratie 6-37.

ILLUSTRATIE 6-37 VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 2



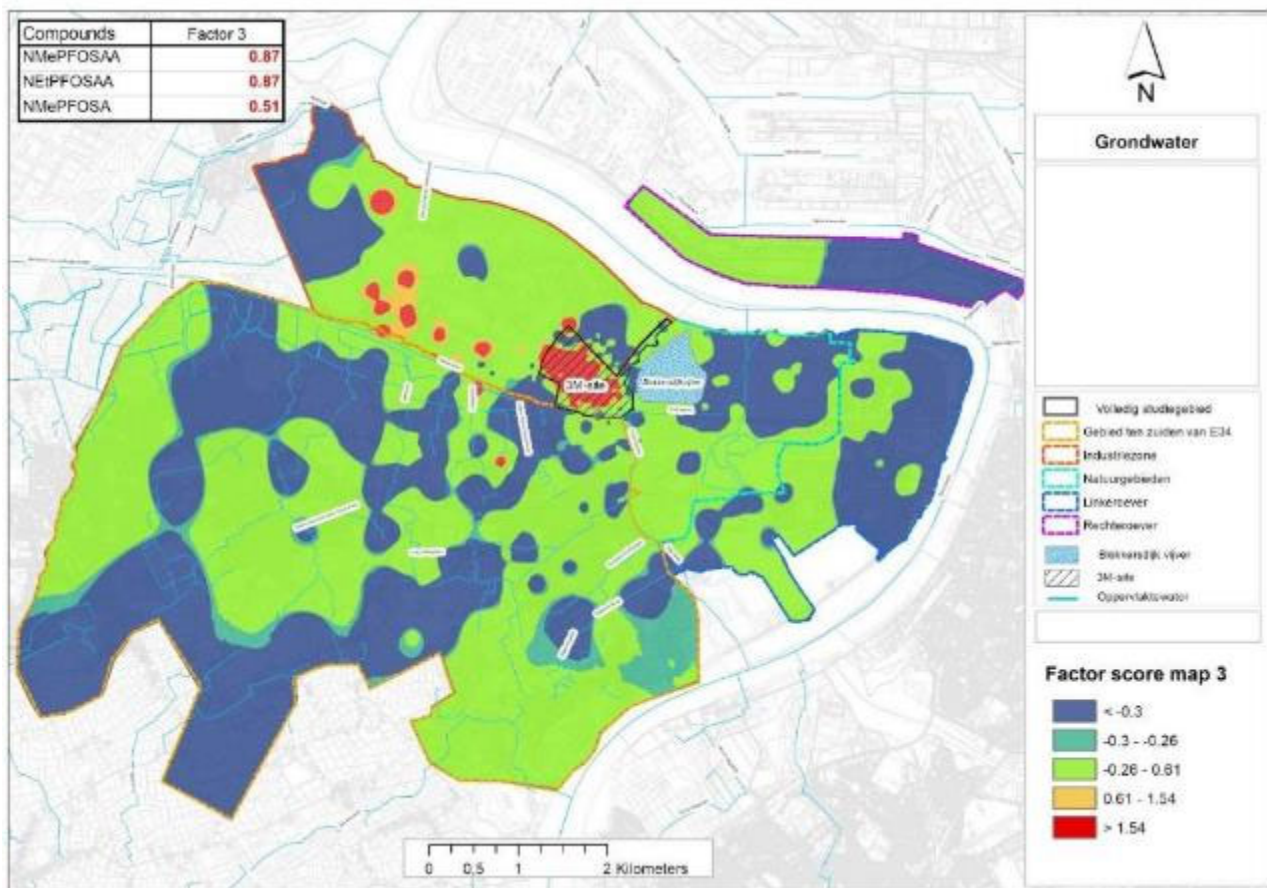
Uit Illustratie 6-37 blijkt dat hoge factorscores voor PFOA, PFOS en PFHxS (>1,2) in kaart zijn gebracht op het 3M-terrein zelf. De combinatie van deze drie componenten is typerend voor 1) de PFAS-verontreiniging ontstaan vanuit het 3M-terrein, maar ook voor de gekende externe PFAS-bronnen die hebben gebruik gemaakt van brandblusschuim op basis van PFOS & PFHxS.

Deze factor komt overeen met cluster A uit de PCA-techniek.

6.7.5.3 FACTOR 3

Het resultaat van factor 3 is weergegeven op Illustratie 6-38.

ILLUSTRATIE 6-38 VISUELE WEERGAVE RUIMTELIJKE VERDELING FACTOR 3



Uit Illustratie 6-38 blijkt dat hoge factorscores voor NMePFOSAA, NEtPFOSAA en NMePFOSA (>1,54) in kaart zijn gebracht op het 3M-terrein zelf, maar ook op het westelijke deel van het industriegebied met name ten noorden van de E34 (onder andere zone 'Keetberglaan/Boereveldweg'). De combinatie van deze drie componenten is typerend voor de samenstelling van de PFAS-verontreiniging op het 3M-terrein zelf. Het gaat namelijk over precursoren. Aangezien deze precursorsamenstelling ook aangetoond zijn op locaties ruimtelijk gescheiden van de 3M-site, is geconcludeerd dat er op deze locaties sprake is van afzonderlijke PFAS-bronnen met toepassing van PFOS-gebaseerd blusschuim.

Deze factor komt overeen met cluster C uit de PCA-techniek.

6.8 SYNTHESE VERONTREINIGINGSSITUATIE

Het voorliggend rapport behandelt de verontreinigingssituatie met PFAS in en rondom de 3M fabriek in Zwijndrecht, de bestudeerde onderzoeksperimeter in dit BBO omvat een oppervlakte van ongeveer 40 km².

Eén van de hoofddoelstellingen van het BBO is, naast de karakterisatie en afbakening van de verontreiniging, de bepaling van de verontreinigingsimpact die kan worden toegeschreven aan de activiteiten van de 3M-site. Op basis van de onderzoeksgegevens die in detail zijn besproken in het voorliggend rapport is het mogelijk om deze impact duidelijk te definiëren.

Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende 'lines of evidence' om de voorgestelde afperking van de verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater die toe te schrijven is aan 3M voldoende te onderbouwen.

Vooreerst geeft de afbakening van de PFAS-verontreiniging (naar de vigerende bodemsaneringsnormen) aan dat de impact in het vaste deel van de aarde zich grotendeels beperkt tot de 3M-site en de directe omgeving. De concentraties nemen af met afstand tot de fabriek en de ruimtelijke spreiding is grotendeels het gevolg van de atmosferische depositie volgens de dominante windrichtingen in het onderzoeksgebied. Dit is weergegeven in Illustratie 6-5, met de gemeten PFOS-concentratie in de bovenste toplaag 0-50 cm-mv van de bodem wordt geïllustreerd.

Een vergelijkbaar beeld is er voor het grondwater, waarbij eveneens de belangrijkste impact is vastgesteld op en rond de 3M-fabriek en gecentreerd op de geobserveerde bodemimpact. Het beeld is echter iets complexer dan voor de bodem omdat er verschillende factoren hier een invloed op hebben (grondwaterstroming, werking van beken & grachten, ...). Dit is weergegeven in Illustratie 6-15, met de som PFAS-concentratie in het ondiepe grondwater.

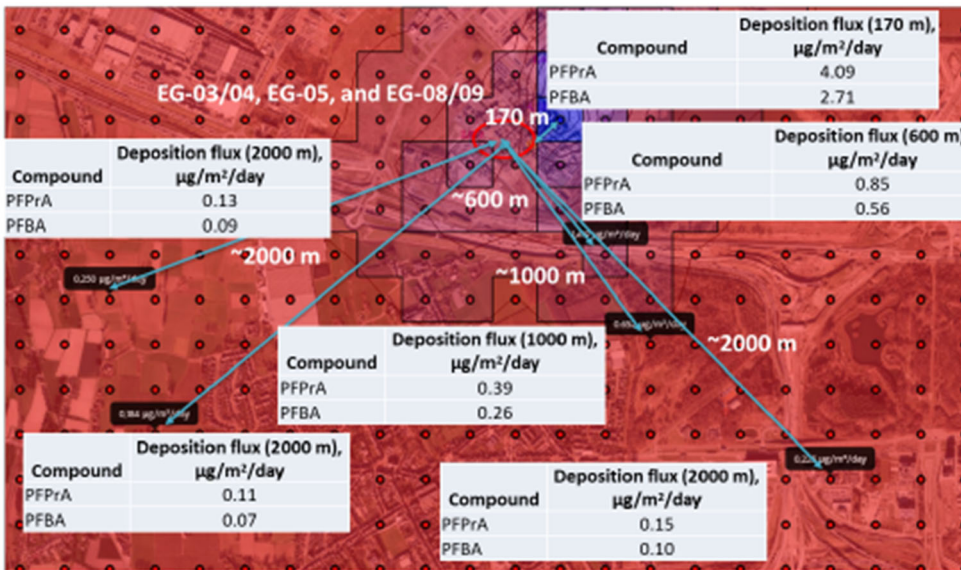
De impact van de legacy PFAS-verbindingen (PFOS, PFHxS en in beperktere mate PFOA) en de relatie met de 3M fabriek is door middel van bovenstaande observaties eenvoudig af te leiden. Dit is minder evident voor de C4-PFAS verbindingen, die nog recent zijn geproduceerd op de 3M-site.

In het kader van de veiligheidsmaatregelen, die zijn opgelegd door de Omgevingsinspectie van het Departement Omgeving en AZG (Oktober 2021), heeft ARCHE Consulting als onafhankelijk aangesteld expert een doorgedreven evaluatie gemaakt van de historische emissies en de mogelijke uitstoot bij de opwerking van de nog resterende intermediaire producten op de 3M-site. Deze levert bijkomende inzichten die bruikbaar zijn voor de afbakening van de 3M-verontreinigingsimpact in voorliggend BBO.

De historische emissies zijn bekeken voor productiegebouwen 3 & 16, de thermal oxidizer (TO), en de schouwen EG05, EG03/04 en EG08/09. De zeer recente expertennota⁶² (Arche, van 12 december 2023), die gebaseerd is op emissiemetingen, bespreekt onder andere de depositieflux voor PFBA (perfluorbutaanzuur) naar de woongebieden aanpalend aan de 3M-site. De berekende depositiefluxen voor PFBA (en ook PFPrA) en bijhorende tabel 25 uit het Arche rapport zijn weergegeven in onderstaande Illustratie 6-39.

⁶² Expert opinie: Risicobeoordeling voor de EMSD-processen op de 3M-locatie in Zwijndrecht: productieproces 2022-2023 en de geplande opwerking 2023-2024. Versie 4: 12-12-2023. Arche Consulting

ILLUSTRATIE 6-39 DEPOSITIEFLUXEN PFBA EN PFPrA



Figuur 4. PFPrA en PFBA-depositiefluxen in functie van de afstand berekend met behulp van de gemiddelde meteorologie van 2007-2011 en 5 cm/s droge depositiesnelheid.

Tabel 25. Jaarlijkse gemiddelde residentiële depositiefluxen en berekende accumulatie naar het grondwater in functie van de afstand en de tijd (jaren). De Kd-waarde werd gebruikt voor zandige leem om de meest realistische omstandigheden na te bootsen. De depositieflux werd berekend met behulp van een droge depositiesnelheid van 5 cm/s. De grondwaterconcentratie werd berekend uit de poriënwaterconcentratie door een verdunningsfactor van 1.17 toe te passen.

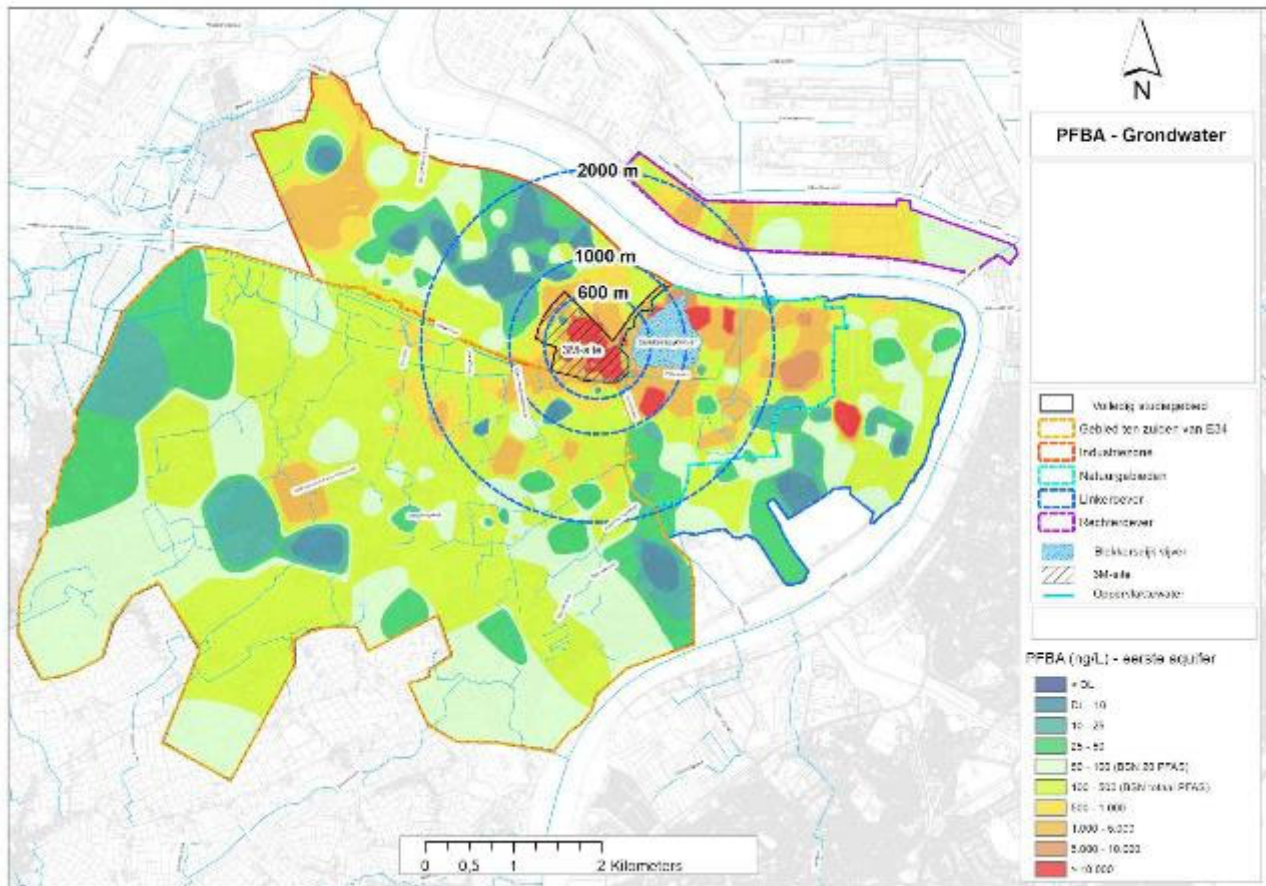
PFAS-verbinding	Afstand (m)	Accumulatie in de bodem ($\mu\text{g}/\text{kg-dw}$)					Grondwater accumulatie (ng/L)				
		0.5	1	2	5	10	0.5	1	2	5	10
PFPrA	170	2.0	3.3	4.7	5.6	5.7	2940	4833	6837	8156	9659
PFBA		1.3	2.1	2.9	3.4	3.4	2100	3395	4684	5431	6404
PFPrA	600	0.42	0.69	0.97	1.2	1.2	521	856	1211	1445	1462
PFBA		0.27	0.44	0.60	0.70	0.71	372	601	830	962	969
PFPrA	1000	0.19	0.32	0.45	0.53	0.54	239	393	557	664	672
PFBA		0.12	0.20	0.28	0.32	0.32	171	276	381	442	446
PFPrA	2000	0.065	0.11	0.15	0.18	0.18	81	133	188	224	226
PFBA		0.042	0.07	0.09	0.11	0.11	58	93	128	149	150

De simulaties geven aan, op basis van de gemaakte metingen en de gemaakte aannames, dat PFBA kan accumuleren in bodem en uitlogen naar het grondwater. De berekende concentraties nemen af met afstand tot de 3M-fabriek. Op 600 m van de fabriek, in het woongebied gelegen tussen de Polderstraat, Neerstraat en Molenstraat, plafonneren hierbij de mogelijke bodemconcentratie voor PFBA na 10 jaar op een concentratie die lager is dan de PFOS-achtergrondwaarde (1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) en de saneringsnorm voor woongebied voor PFOS van 3,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ds. Wat het grondwater betreft is de mogelijke berekende impact (conservatieve benadering) het hoogst voor de 3M-site zelf, in het residentieel gebied is na 10 jaar een grondwaterconcentratie gesimuleerd van ongeveer 970 ng/l (PFBA). Op 2 km afstand van de 3M-fabriek vakt de berekende concentratie na 10 jaar af tot ongeveer 150 ng/l PFBA.

Dit komt grotendeels overeen met het vastgestelde verontreinigingsbeeld op onderstaande illustratie, met uitzondering van de westelijk gelegen industriegebieden waar op een afstand tussen 1.000 en 2.000 m beduidend lagere PFBA-concentraties zijn gemeten ondanks de gesimuleerde impact.

Een vergelijkbaar beeld is verkregen indien de grondwaterconcentraties voor PFBA worden geplot volgens de dominante windrichtingen, de gemeten PFBA-concentratie is het sterkst verhoogd ter hoogte van de 3M-fabriek en de directe omgeving, maar neemt drastisch af met toenemende afstand tot de fabriek.

ILLUSTRATIE 6-40 PERIMETER ARCHE STUDIE OP PFBA-KAART



De eerste metingen naar ultrakorte PFAS-verbindingen, gerapporteerd in voorliggend onderzoek, geven aan dat voor de gerapporteerde PFPrA-concentraties de impact in het freatische grondwater door uitloging na atmosferische depositie vanuit de 3M-site niet zo groot blijkt te zijn als recent is gesimuleerd door Arche (2023), de impact is beperkter.

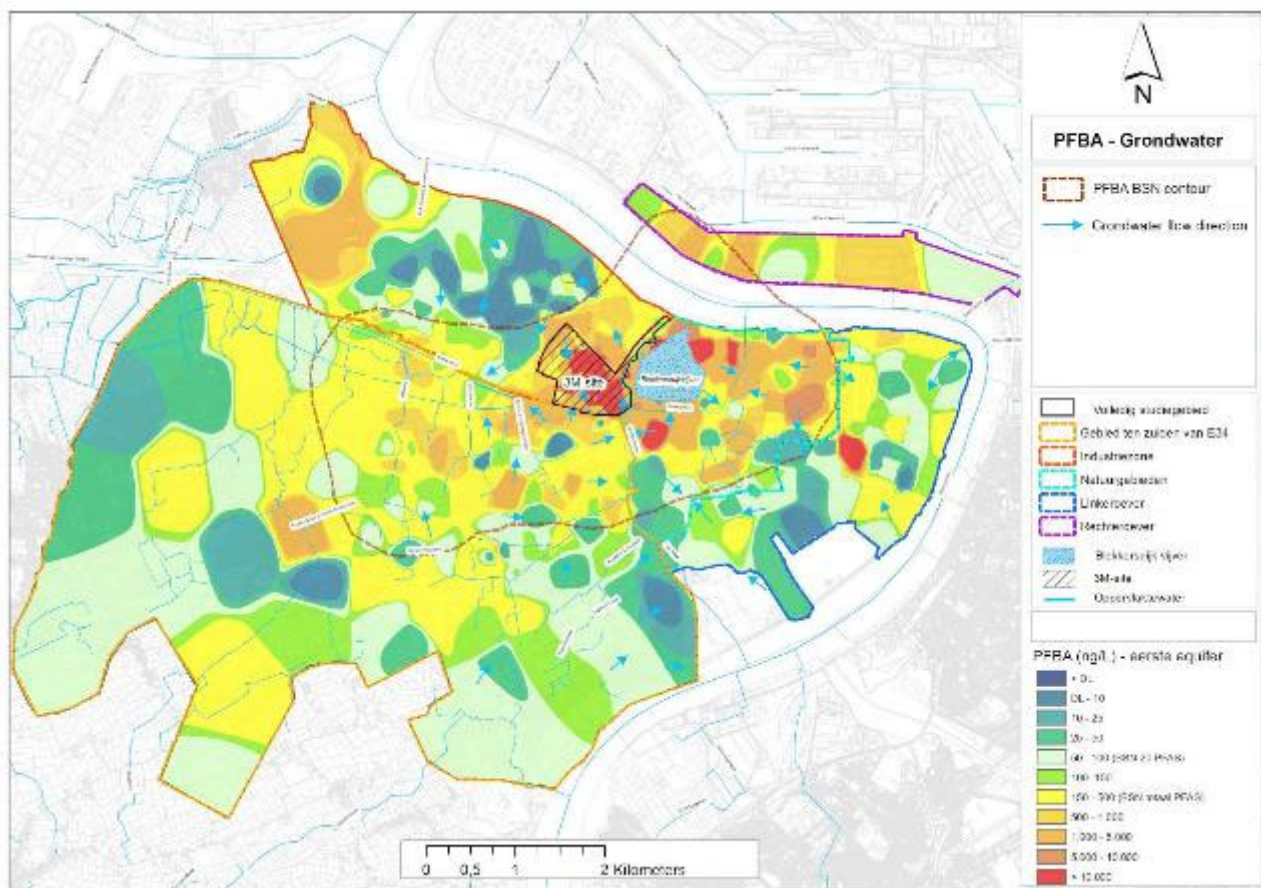
De grondwaterstroming in de freatische aquifer geeft aan dat in het gebied ten zuiden van de snelweg E34 het grondwater stroomt in de richting van de Karperreed, Palingbeek en Vlietbosbeek, met andere woorden terug naar de 3M-site toe. Het grondwater ter hoogte van het industriegebied ten westen van de 3M-fabriek stroomt grotendeels naar de Karperreed en 3M-site toe, dit verklaart waarom de vastgestelde bodem- en grondwaterimpact sterk overlappen.

Met het oog op het afperken van de grondwaterimpact afkomstig van de 3M-site, is geopteerd om hiervoor de verspreiding van PFBA of PFBS te gebruiken, de 2 belangrijkste C4-componenten die na 2002 nog geproduceerd zijn op de 3M-site, en ook op ruimere afstand van de 3M-site zijn gedetecteerd in het ondiepe grondwater.

Bij wijze van conservatieve benadering is de PFBA-impact gerelateerd met de 3M-fabriek uitgekarteerd ten opzichte van de 150 ng/l PFBA-plafondwaarde die Arche heeft berekend op de afstand van 2 km tot de site. Hierbij is abstractie gemaakt van het feit dat in het industriegebied ten westen van de Canadastraat/3M-site heel lage PFBA-concentraties zijn gemeten in het freatische grondwater, en is de duidelijke niet-verwaarloosbare verstoring door andere externe PFBA-bronnen en/of anthropogene invloed op de zuid/zuidwestelijke randen van de onderzoeksperimeter mee opgenomen in de verontreinigingsimpact.

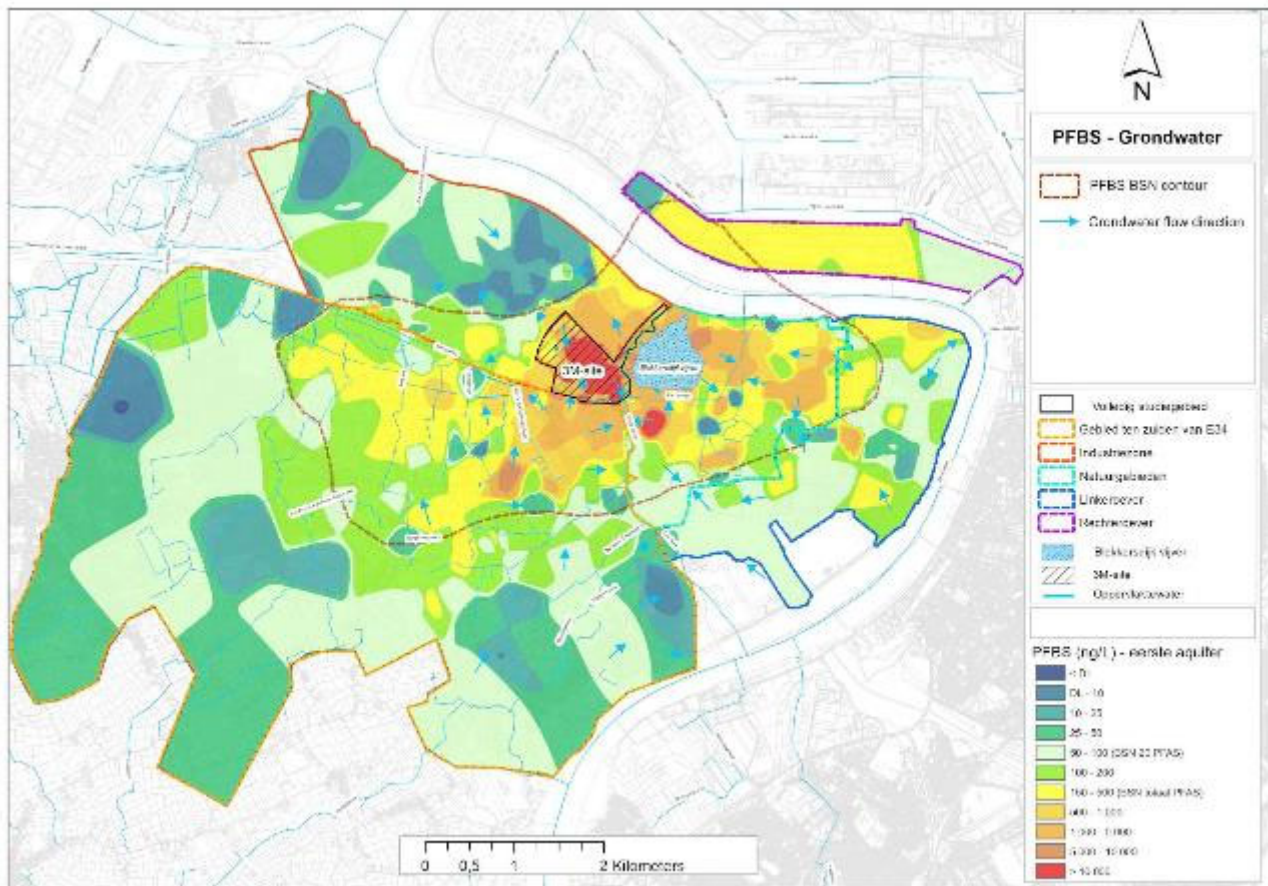
Deze uitkartering is in onderstaande illustratie weergegeven.

ILLUSTRATIE 6-41 AFPERKING GRONDWATERVERONTREINIGING OP BASIS VAN PFBA



In tweede instantie is gekeken naar de omvang van PFBS in het freatische grondwater, omdat deze C4-verbinding als vervanger van PFOS op de 3M-site als basisproduct is geproduceerd, terwijl PFBA eerder een bijproduct was van de productieprocessen en een afbraakproduct is van onder ander telomeren en esters. Ook voor deze component zijn er verstoringen op verdere afstand van de 3M-site, maar lijkt het wel mogelijk om de PFBS-impact op 100 ng/l af te perken. Dit is weergegeven op onderstaande illustratie.

ILLUSTRATIE 6-42 AFPERKING GRONDWATERVERONTREINIGING OP BASIS VAN PFBS



De contour op bovenstaande illustratie komt ook goed overeen met de conclusie voor factor 1 uit de factor analyse, waar is aangegeven dat het zuidelijk deel van het projectgebied, in blauw aangeduid op Illustratie 6-36 niet gelinkt kan worden aan de verontreiniging ontstaan op de 3M-site. Ook factor 2 uit de factor-analyse, gelinkt aan de blusschuimcomponenten PFOS en PFHxS samen met PFOA, blijkt dat het zuidelijk deel niet meer gelinkt kan worden aan deze factorgroep zoals weergegeven op Illustratie 6-37.

Bovenstaande redenering is ook in lijn met de gedetailleerde evaluatie van de C4-componenten, waar uit de verhouding PFBS/PFBA blijkt dat op ruimere afstand van de 3M-site PFBA de meer dominante parameter is, en hiervoor aanwijzingen zijn van andere bronnen.

Gelet op de conservatieve benadering van de berekening door Arche en het vermoeden van vermenging voor PFBA, het feit dat de contour voor PFBS groter is dan deze voor PFBA, dat PFBS kan aanzien worden als een intentioneel geproduceerde component ter vervanging van PFOS en deze PFBS-contour in lijn is met de resultaten van de factoranalyse, is het aangewezen om de contour op basis van de PFBS-verontreiniging in het ondiepe grondwater te gebruiken voor de afperking van de grondwaterverontreiniging met PFAS afkomstig van de 3M-site, en dan meer bepaald om deze contour te gebruiken voor som PFAS 20EU DWRL. Deze som parameter wordt dan niet afgeperkt tot 100 ng/l, dat is niet mogelijk binnen dit projectgebied, maar de contour hiervoor bepaalt wel de omvang van de verontreiniging afkomstig van de activiteiten op de 3M-site.

6.9 AFPERKING PFAS-VERONTREINIGING AFKOMSTIG VAN 3M

6.9.1 INLEIDING

6.9.1.1 ALGEMEEN

In de paragrafen 6.9.2 en 6.9.3 zijn enkel de PFAS-verontreinigingen beschreven die maximaal ontstaan kunnen zijn door emissie vanuit de 3M-site zoals aangetoond in paragraaf 6.8. Dit is inclusief het gebied dat als vermengde zone is aangeduid waar mogelijks vermenging optreedt. Verontreinigde zones die niet toegeschreven kunnen worden aan emissie vanuit de 3M-site zijn niet mee opgenomen binnen de verontreinigingscontouren.

6.9.1.2 NORMERING EN ISOCONCENTRATIELIJNEN

Verontreinigingscontouren zijn opgesteld voor de volgende genormeerde parameters of stofgroepen volgens het tijdelijke handelingskader:

- Vaste deel van de aarde:
 - Bodemsaneringsnormen PFOS en PFOA in functie van bestemmingstype (zie hoofdstuk 3);
 - Richtwaarde PFOS (3,0 µg/kg ds);
 - Richtwaarde PFOA (3,0 µg/kg ds); en
 - Richtwaarde PFAS-som (8,0 µg/kg ds).
- Grondwater:
 - Bodemsaneringsnormen PFAS-som-totaal (500 ng/l) en PFAS-som 20 EU DWRL (100 ng/l).

Voor bestemmingstype III zijn er in het vaste deel van de aarde twee 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 waarden, voor wonen met moestuin en kippenren. Deze worst-case benadering is gehanteerd, gelet op de antwoorden van de bewoners binnen zone 1B en 2 in het kader van de voorzorgsmaatregel waarbij toch een aanzienlijk deel van de mensen heeft aangegeven dat ze een moestuin en/of een kippenren hebben in de tuin. Dit resulteert in de situatie dat de bodemsaneringsnormen voor zowel PFOS als PFOA binnen bestemmingstype II en III gelijk zijn.

6.9.2 AFPERKING VASTE DEEL VAN DE AARDE

6.9.2.1 HORIZONTAAL

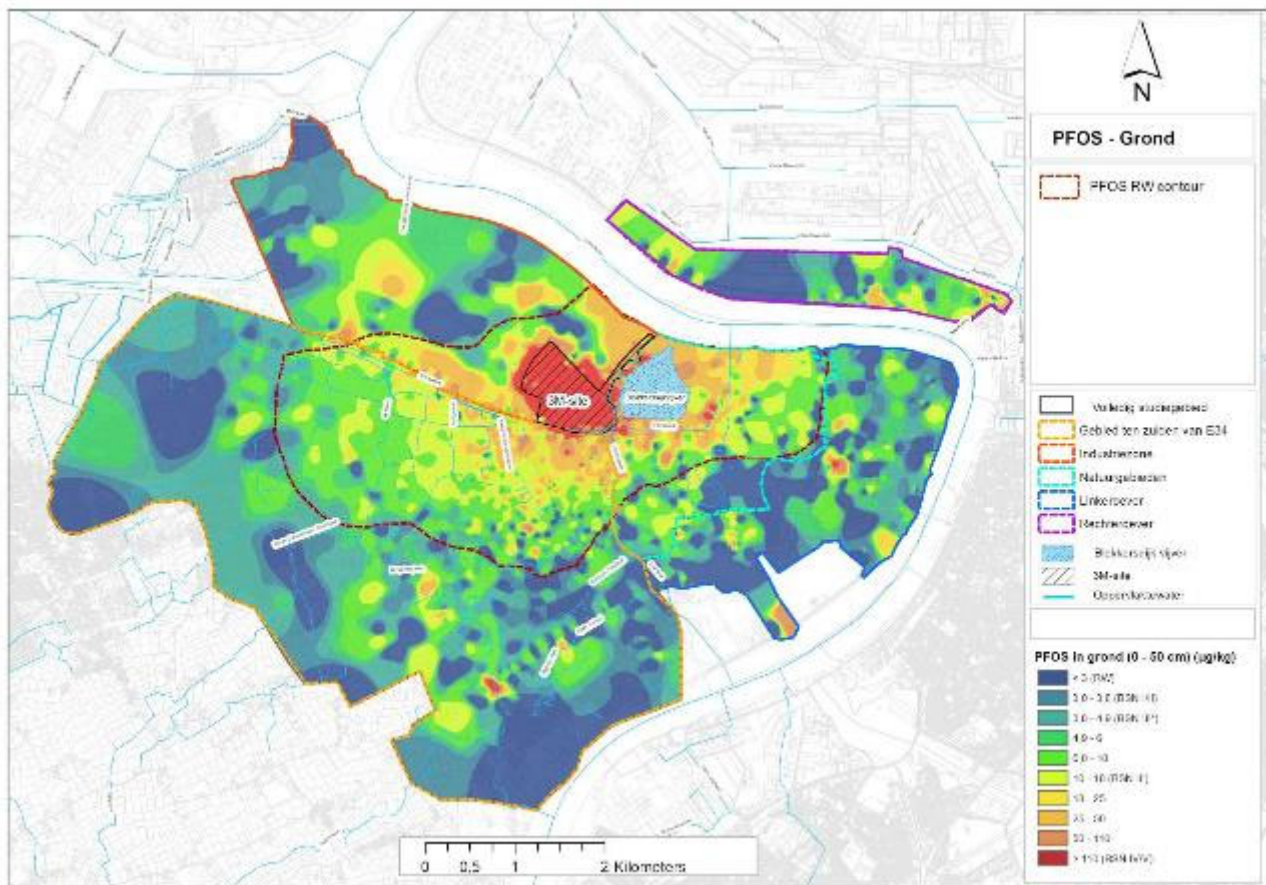
Op basis van de visualisatie en interpretatie van de onderzoeksresultaten zoals gepresenteerd in paragraaf 6.2 in combinatie met de synthese van de verontreinigingssituatie zoals opgenomen in paragraaf 6.8, heeft ERM de isoconcentratielijnen (of verontreinigingscontouren) voor de richtwaarden en de bodemsaneringsnormen opgemaakt.

De figuren van de verontreinigingssituatie zijn op A3-formaat opgenomen in Figuur 15. De figuren zijn over het algemeen opgemaakt voor drie diepteniveaus tussen het maaiveld en 1,5 m diepte.

PFOS

In Illustratie 6-43 zijn de verontreinigingscontouren voor PFOS in de bovenste bodemlaag opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-43 OMVANG ZONES PFOS-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)



Uit deze illustratie valt duidelijk af te leiden dat er buiten de richtwaardecontour meerdere andere bronnen bijdragen aan de algemene PFOS-verontreiniging binnen het onderzoeksgebied. Veel van deze bronnen zijn ook naar voor gekomen uit het historisch onderzoek.

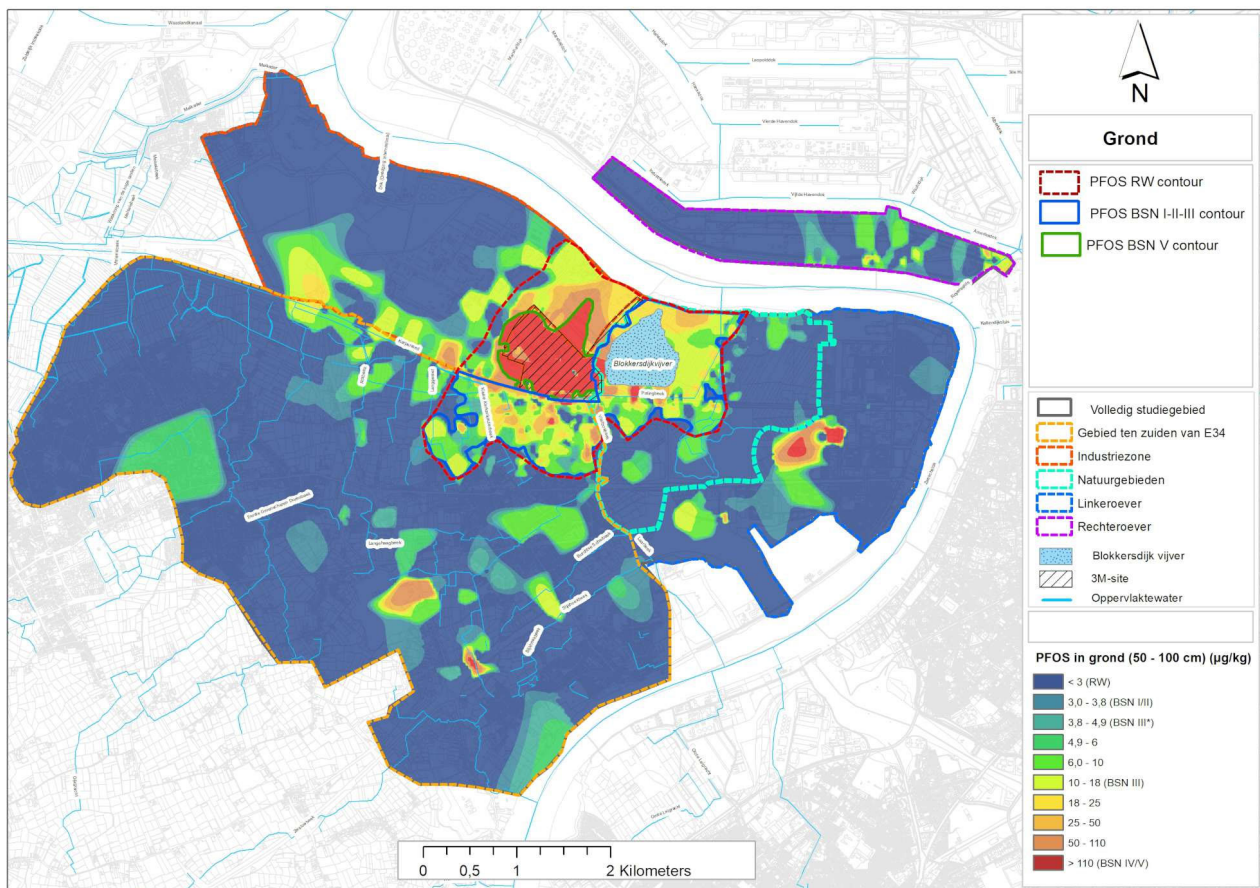
Ondanks dat de verontreiniging diffuus verspreid voorkomt, is het mogelijk gebleken om de richtwaardecontour voor PFOS in voldoende betrouwbare mate te bepalen. Hierbij is enerzijds rekening gehouden met het verontreinigingsbeeld dat ontstaan is op basis van de interpolatie en visualisatie van de analyseresultaten. Anderzijds is rekening gehouden met de elementen zoals bepaald in de synthese van de verontreinigingssituatie en de uitkomst van de (geo)statistiek. De 'corridor' van 'blauwe zones' die aanwezig is en waar doorheen de contour getrokken is, bevestigt dit beeld. In de blauwe zones is de concentratie PFOS namelijk lager dan de richtwaarde. De richtwaardecontour vertoont een aanzienlijke uitbreiding in westelijke richting omwille van indicaties van vermenging in deze richting. Op basis van de interpretatie van de dataset is eveneens vastgesteld dat de PFOS-verontreiniging ontstaan vanuit de 3M-site zich niet uitstrekt tot aan de andere kant van de Schelde in het vaste deel van de aarde.

De dimensies van de verontreinigingscontouren zijn de volgende:

- BSN-V: 765.328 m²;
- BSN-I-II-III: 8.804.841 m²; en
- RW: 12.207.861 m².

In Illustratie 6-44 zijn de verontreinigingscontouren voor PFOS in de bodemlaag 0,5-1,0 m-mv opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-44 OMVANG ZONES PFOS-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)

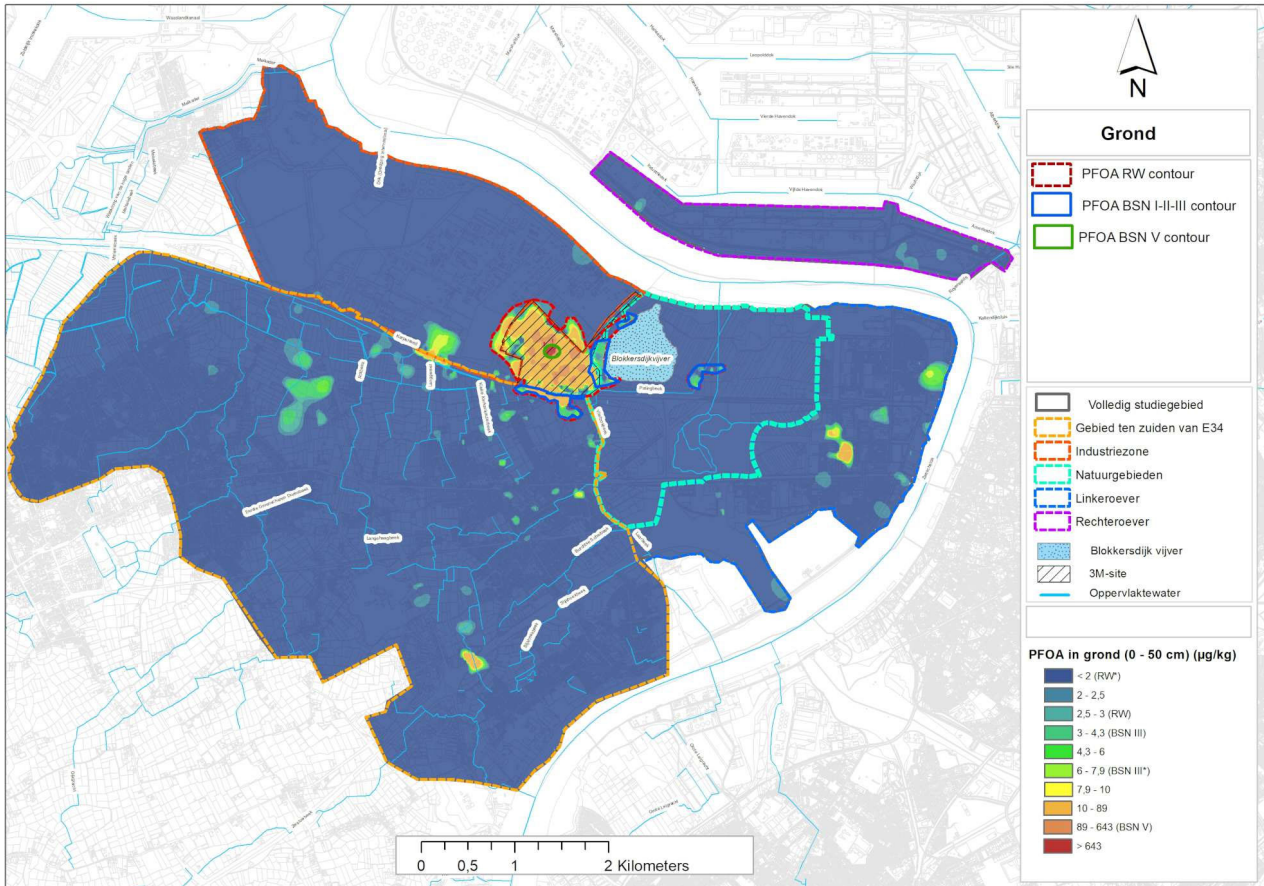


Uit Illustratie 6-44 blijkt duidelijk dat de horizontale impactzone van de bodemverontreiniging sterk afneemt met de diepte. Het aandeel van PFOS-verontreiniging dat ontstaan is vanuit de voormalige 3M-activiteiten tekent zich nu duidelijker af. Vanaf deze diepte blijkt ook duidelijker de aanwezigheid van de externe bronnen in het gebied die bijdragen aan de algemene PFOS-verontreiniging. De relevantere externe bronnen tekenen zich nu nog duidelijker af.

PFOA

In Illustratie 6-45 zijn de verontreinigingscontouren voor PFOA in de bovenste bodemlaag opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-45 OMVANG ZONES PFOA-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)



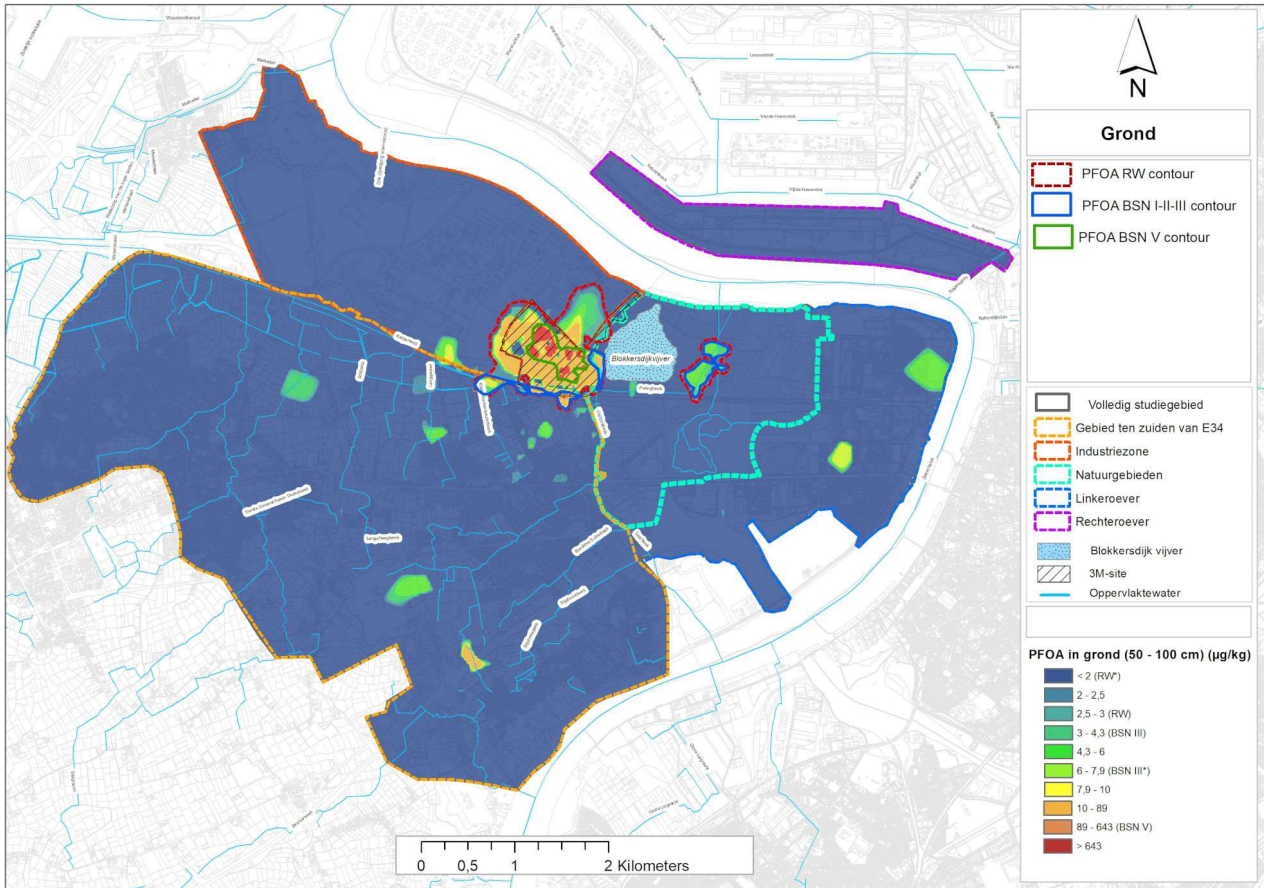
De isoconcentratielijn voor de bodemsaneringsnorm voor PFOA binnen het industriegebied is 'relatief' beperkt in omvang. In de aangrenzende bestemmingstypes I en II zijn de contouren voor de bodemsaneringsnorm omvangrijker, omdat de norm daar aanzienlijk lager is. Over het algemeen geldt dat de verontreinigingscontouren beperkt blijven tot de direct omgeving van de 3M-site, met uitzondering van twee contouren die ten oosten van de Blokkersdijkvijver gelegen zijn.

De dimensies van de verontreinigingscontouren zijn de volgende:

- BSN-V: 16.614 m²;
- BSN-I-II: 197.638 m²; en
- RW: 1.028.572 m².

In Illustratie 6-44 zijn de verontreinigingscontouren voor PFOA in de bodemlaag 0,5-1,0 m-mv opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-46 OMVANG ZONES PFOA-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)

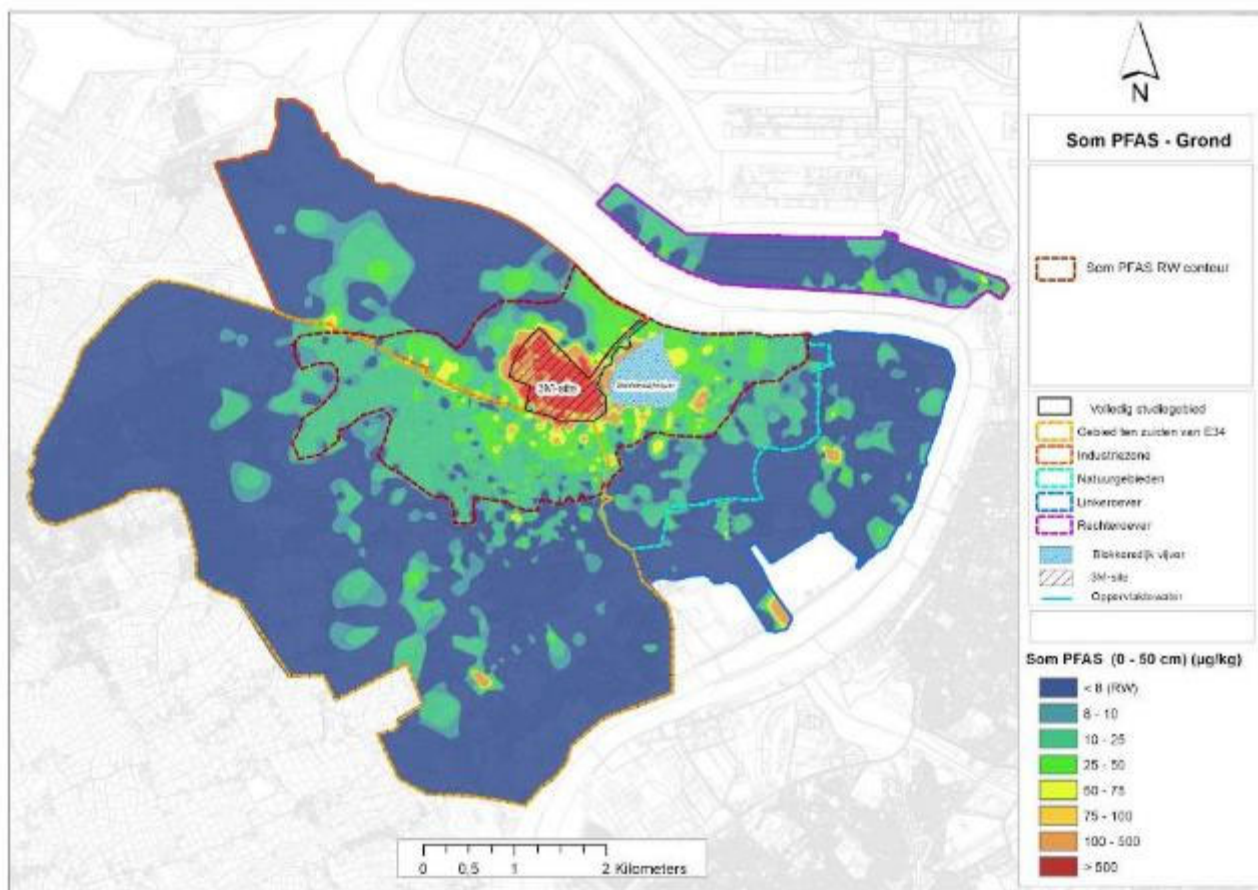


Uit Illustratie 6-46 blijkt dat de PFOA-bodemimpact die gerelateerd is aan 3M snel afneemt met de diepte, naar analogie met PFOS. In de diepere bodemlaag zijn net als in de ondiepe bodemlaag ook individuele hotspots zichtbaar. Deze individuele verontreinigingsspots zijn niet gelinkt aan de beperkte PFOA-bodemverontreiniging die vanuit de 3M-fabriek ontstaan is gelet op de ruimtelijke scheiding.

PFAS-som

In Illustratie 6-47 zijn de verontreinigingscontouren voor PFAS-som in de bovenste bodemlaag opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-47 OMVANG ZONES PFAS-SOM-VERONTREINIGING (0,0-0,5 M-MV)



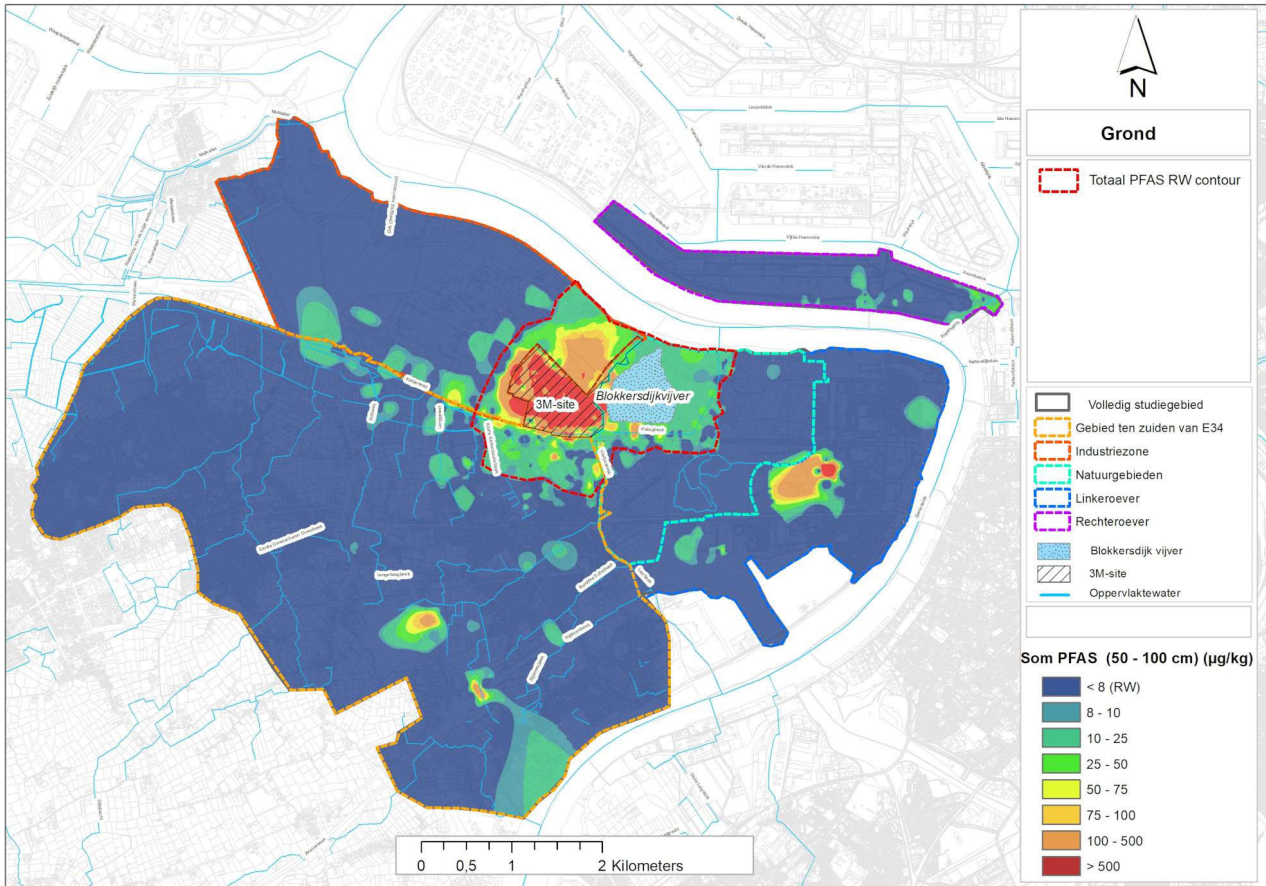
Ondanks de diffuse verontreinigingssituatie voor PFOS en PFAS-som in de bovenste bodemlaag kan de ligging van de richtwaardecontour voor PFAS-som in ruim voldoende betrouwbare mate bepaald worden. Hierbij is enerzijds rekening gehouden met het verontreinigingsbeeld dat ontstaan is op basis van de interpolatie en visualisatie van de analyseresultaten. Anderzijds is rekening gehouden met de elementen zoals bepaald in de synthese van de verontreinigingssituatie en de uitkomst van de (geo)statistiek. Op basis van de interpretatie van de dataset is eveneens vastgesteld dat, naar analogie met PFOS, de som PFAS-verontreiniging ontstaan vanuit de 3M-site zich niet uitstrekt tot aan de andere kant van de Schelde.

De dimensie van de verontreinigingscontour is de volgende:

- RW: 7.942.255 m².

In Illustratie 6-48 zijn de verontreinigingscontouren voor som PFAS in de bodemlaag 0,5-1,0 m-mv opgenomen.

ILLUSTRATIE 6-48 OMVANG ZONES PFAS-SOM-VERONTREINIGING (0,5-1,0 M-MV)

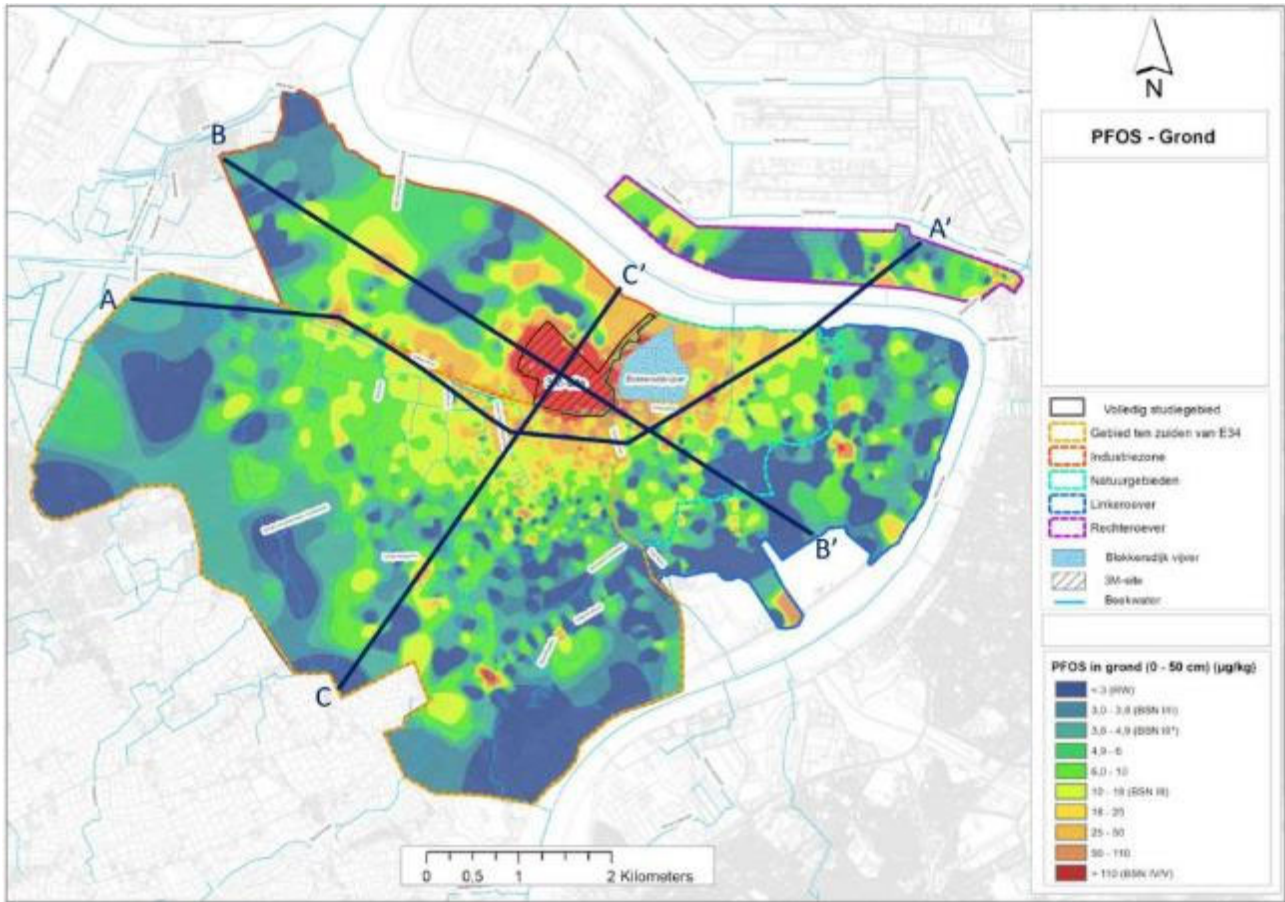


Uit Illustratie 6-48 blijkt, naar analogie met de overige verontreinigingsfiguren, dat de omvang van de richtwaardecontour afneemt met de diepte.

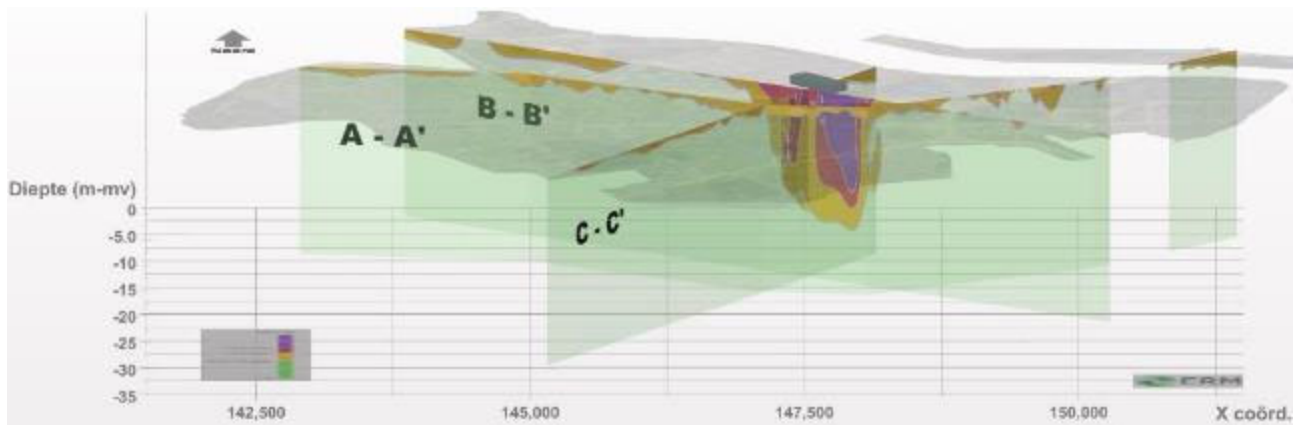
6.9.2.2 VERTICAAL

De verticale verspreiding van de PFOS-verontreiniging is meer in detail bepaald aan de hand van de drie dwarsdoorsnedeprofielen A-A', B-B' en C-C'. De ligging van de drie dwarsdoorsnedeprofielen A-A', B-B' en C-C' is aangeduid op Illustratie 6-49 en terug te vinden op Figuur 17. De profielen zijn opgemaakt met behulp van het 3D-software model Earth Volumetric Studio (EVS). Op de verticale schaal is een vergrotingsfactor 50 ('vertical exaggeration') toegepast ten opzichte van de horizontale schaal zodat de verticale schaal leesbaar is. De kleurschakeringen zijn zodanig gekozen dat de richtwaarde, bodemsaneringsnorm type II en III (III met moestuin) en bodem-saneringsnorm type IV en V afgeleid kunnen worden.

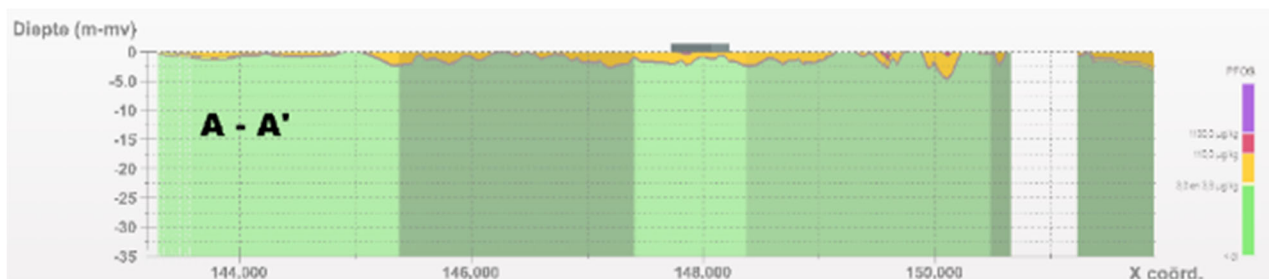
ILLUSTRATIE 6-49 LIGGING DOORSNEDEPROFIELEN PFAS-VERONTREINIGING (2D)



ILLUSTRATIE 6-50 LIGGING DOORSNEDEPROFIELEN PFAS-VERONTREINIGING (3D)

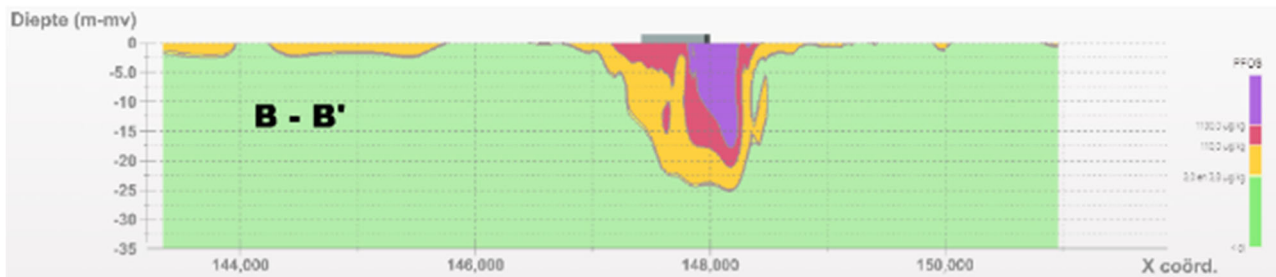


ILLUSTRATIE 6-51 DWARSDOORSNEDEPROFIEL A-A' (PFOS)



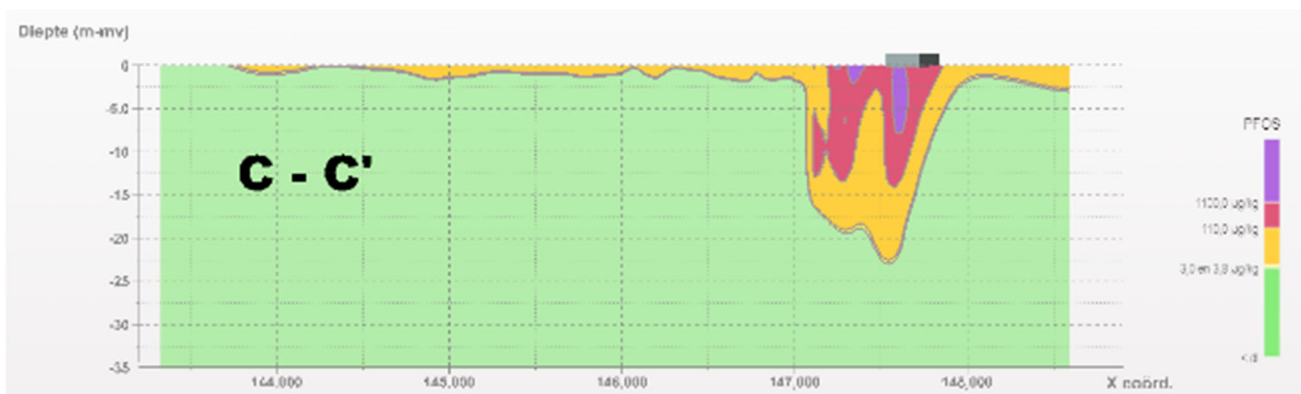
Bij de opmaak van profiel A-A' is ervoor gekozen om het profiel niet de 3M-site te laten doorkruisen om zo inzicht te verkrijgen in de algemene verticale verspreiding van de PFOS-verontreiniging in het buitengebied rondom de 3M-site. Uit het dwarsdoorsnede profiel A-A' blijkt dat verticale verspreiding van de PFOS-verontreiniging over het algemeen varieert tussen 0 en maximum 5 m-mv. De gemiddelde diepte bedraagt ongeveer 1,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-52 DWARSDOORSNEDEPROFIEL B-B' (PFOS)



Profiel B-B' doorkruist de site in NW-ZO richting. Uit het dwarsdoorsnede profiel B-B' blijkt dat de PFOS-verontreiniging (concentraties boven BSN-V) op de site van 3M⁶³ aanwezig is tot een diepte van ongeveer 21 m-mv. Het diepste deel van de verontreiniging bevindt zich ongeveer tussen het zuidoostelijke deel van de 3M-site en de Palingbeek. Op dit zuidoostelijk deel van de site was in het verleden en slibdeponie aanwezig. De richtwaarde is bereikt op een diepte van ongeveer 25 m-mv. Verder verwijderd van de 3M-site toont het profiel opnieuw een algemene verspreidingsdiepte van 1,5 à 2,5 m-mv.

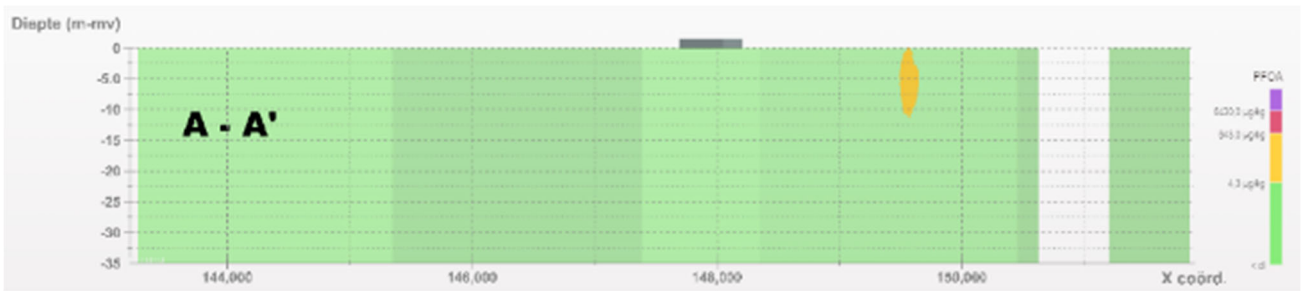
ILLUSTRATIE 6-53 DWARSDOORSNEDEPROFIEL C-C' (PFOS)



Profiel C-C' doorkruist de site in ZW-NO richting. Het dwarsdoorsnede profiel C-C' toont goed de diepe PFOS-verontreiniging onder de Palingbeek (het linkerdeel van de 'rode' verontreiniging dat zich uitstrekt tot ongeveer 13 m-mv). De richtwaarde wordt in dit profiel bereikt op een diepte van ongeveer 22,5 m-mv. Verder verwijderd van de 3M-site toont het profiel opnieuw een algemene verspreidingsdiepte van 1,5 à 2,5 m-mv.

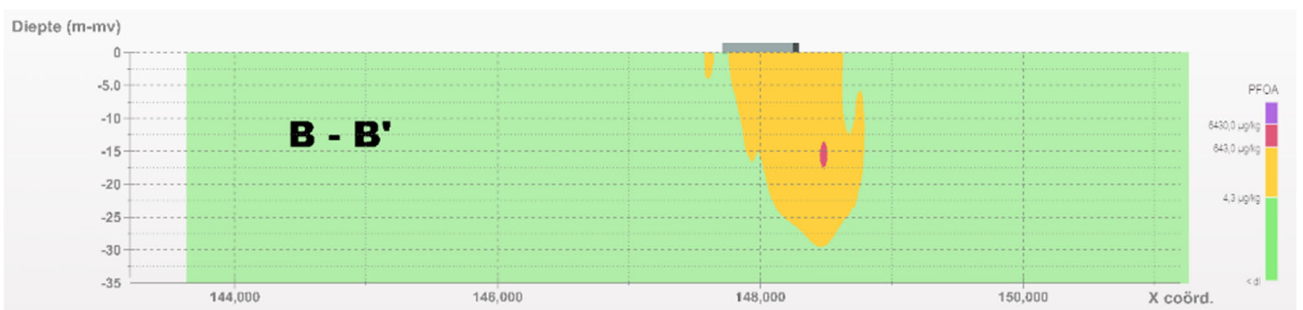
⁶³ Inclusief de strook industriegebied ten zuiden van 3M en ten noorden van de E34.

ILLUSTRATIE 6-54 DWARSDOORSNEDEPROFIEL A-A' (PFOA)



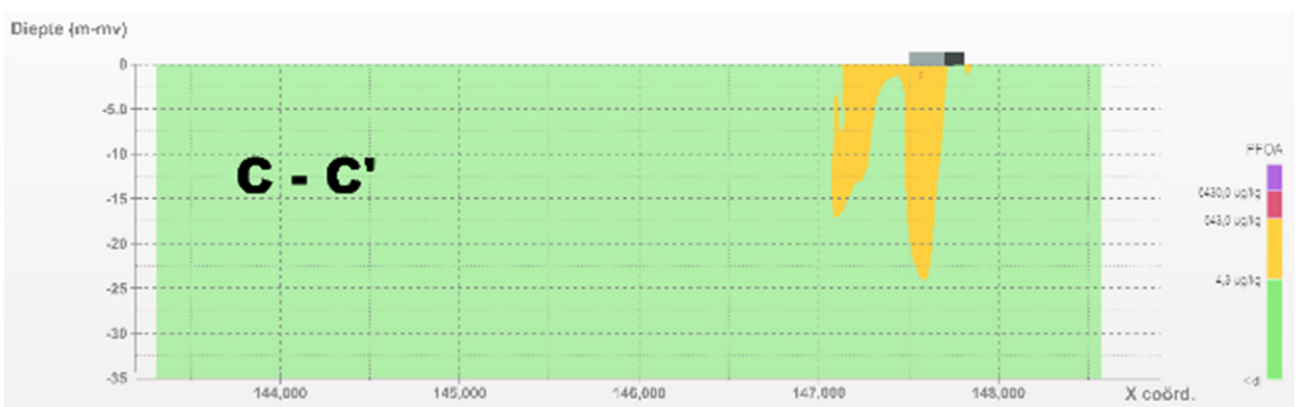
De PFOA-verontreiniging is aanzienlijk minder uitgebreid dan de PFOS-verontreiniging en komt slechts in beperkte mate voor buiten de terreingrenzen van het 3M-terrein. De verspreidingsdiepte juist buiten het 3M-terrein bedraagt ongeveer 1,0 à 1,5 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-55 DWARSDOORSNEDEPROFIEL B-B' (PFOA)



De maximale verspreidingsdiepte van de PFOA-verontreiniging is vergelijkbaar met die van PFOS. De maximale diepte van de RW-contour bedraagt ongeveer 29 m-mv.

ILLUSTRATIE 6-56 DWARSDOORSNEDEPROFIEL C-C' (PFOA)



Uit profiel C-C' blijkt opnieuw duidelijk de diepe verticale verspreiding onder de Palingbeek en de voormalige slibdeponie.

6.9.2.3 SPECIFICATIES

Aard van de verontreiniging

Wat de aard betreft, is er sprake van een gemengde verontreiniging. Het aandeel historisch en het aandeel gemengd is niet alleen op basis van de periode dat de verontreiniging in het milieu is terechtgekomen, maar ook op basis van de hoeveelheid ervan die in het milieu is terechtgekomen.

De PFAS-verontreiniging houdt verband met de activiteiten van 3M. 3M produceerde 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.

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 zijn 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 groter is dan voor PFOA.

In de vorige gefaseerde onderzoeken is de aard bepaald, met name gemengd, overwegend historisch van aard (74%). Voor het vaste deel van de aarde is deze aard, gemengd overwegend historisch (74%), niet gewijzigd, ondanks het feit dat door de aerosolen van de waterzuivering sinds 2008 allicht nog PFOS en andere C8-componenten in de omgeving terecht zijn gekomen. Het aandeel van deze aerosolen is zeer beperkt in vergelijking met de vuilvracht die tot 2002 in de omgeving is terecht gekomen ten gevolge van emissies tijdens productie en blusschuimtesten.

Verontreinigings-ID

De PFAS-verontreiniging krijgt verontreinigingscode 40. Deze code is niet gewijzigd ten opzichte van eerdere fasen van het BBO.

Samenvatting specificaties verontreiniging vaste deel van de aarde

TABEL 6-9 SAMENVATTING SPECIFICATIES VERONTREINIGING VASTE DEEL VAN DE AARDE

ID-nummer	Toelichting	Aard	Volume (m ³)*
40	PFAS-som in vaste deel van de aarde	GOH (74%)	25.819.000

* Het volume van de verontreiniging is bepaald op basis van de isoconcentratielijn voor de richtwaarde PFOS, omdat dit enerzijds de meest dominante parameter is en anderzijds, omdat de RW voor PFOS lager is dan de RW voor PFAS-som.

De noodzaak tot sanering van een gemengde, hoofdzakelijk historische en niet-genormeerde verontreiniging wordt bepaald op basis van een risico-evaluatie. De risico-evaluatie voor PFAS is uitgewerkt in Hoofdstuk 7.

6.9.3 APERKING GRONDWATER

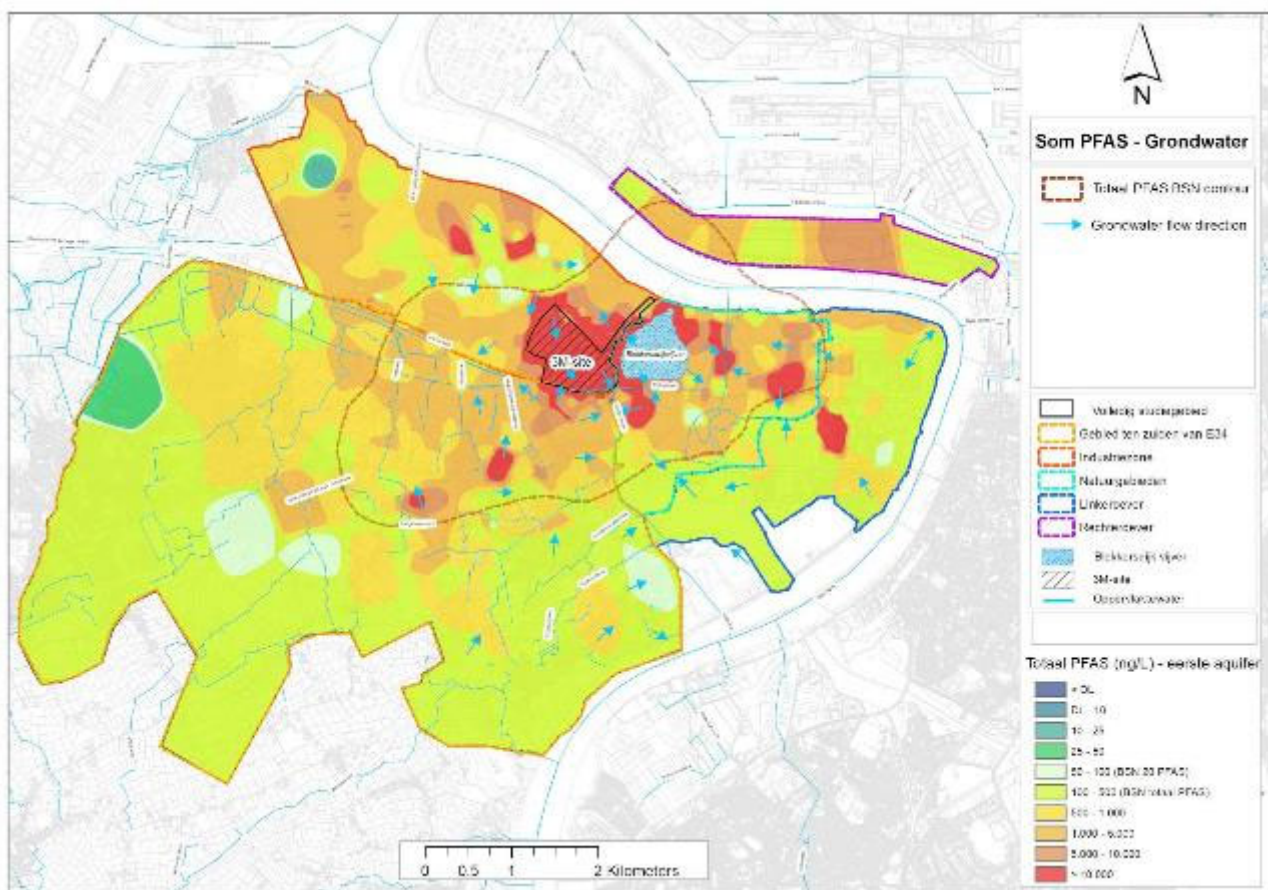
6.9.3.1 HORIZONTAAL

Zoals eerder in sectie 6.8 besproken moet de verontreiniging afkomstig van de 3M-activiteiten ook in het grondwater afgeperkt worden. Voor som PFAS, met een norm van 500 ng/l, is het mogelijk om de afperking te realiseren, waarbij de externe, niet aan 3M te linken bronnen zoveel als mogelijk buiten de contour gehouden worden.

Som PFAS

De afperking voor som PFAS in het ondiepe grondwater is weergegeven op onderstaande Illustratie 6-57. Uit deze illustratie blijkt ook dat de 2 externe bronnen ten zuiden van de snelweg E34 binnen deze contour gelegen zijn. Binnen dit BBO is de vermenging, met eventuele aanduiding van een derde partij, niet verder uitgewerkt. De externe bron op Linkeroever ter hoogte van de brandweerkazerne en de 2 bronnen in het aanpalend industriegebied zijn niet opgenomen binnen deze contour.

ILLUSTRATIE 6-57 HORIZONTALE APERKING SOM PFAS-VERONTREINIGING IN HET ONDIEPE GRONDWATER



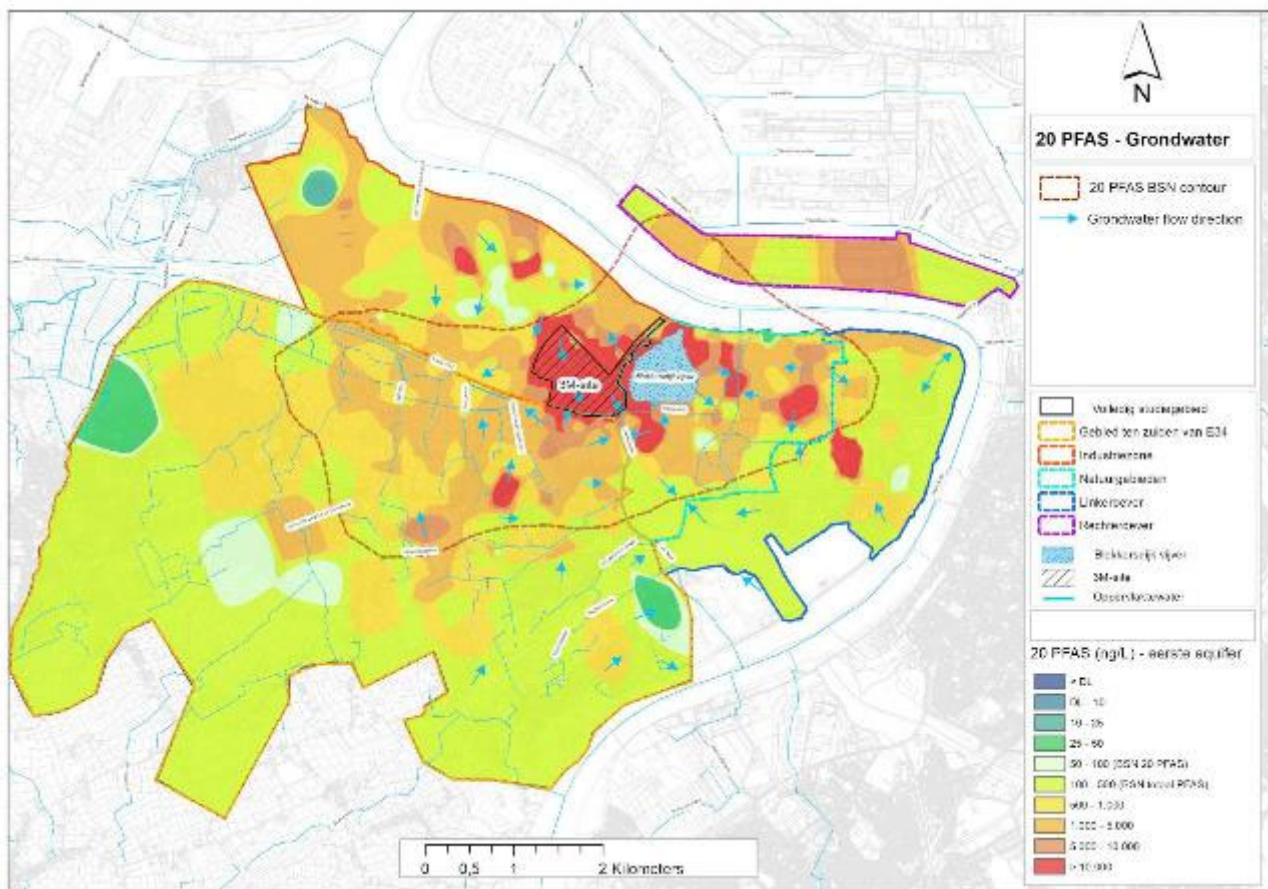
Voor som PFAS 20 EU DWRL is het niet mogelijk om af te perken tot de norm van 100 ng/l. Zoals eerder toegelicht in sectie 6.8 is daarom de eerder conservatieve benadering gehanteerd om als alternatief de contour van PFBS te gebruiken die als maat kan dienen voor de afperking

van de impact in het grondwater ten gevolge van de 3M-activiteiten, voor PFBA wordt er teveel verstoring in het gemeten signaal vastgesteld.

Som PFAS 20 EU DWRL

Onderstaande Illustratie 6-58 geeft de contour weer voor som PFAS 20 EU DWRL op basis van de contour van de PFBS-impact in het ondiepe grondwater. Uit deze illustratie blijkt dat opnieuw de 2 externe, niet aan 3M-gelinkte bronzones ten zuiden van de snelweg E34, binnen de contour vallen, en dat de externe bron op Linkeroever en de 2 bronnen in het aanpalend industriegebied er niet binnen vallen.

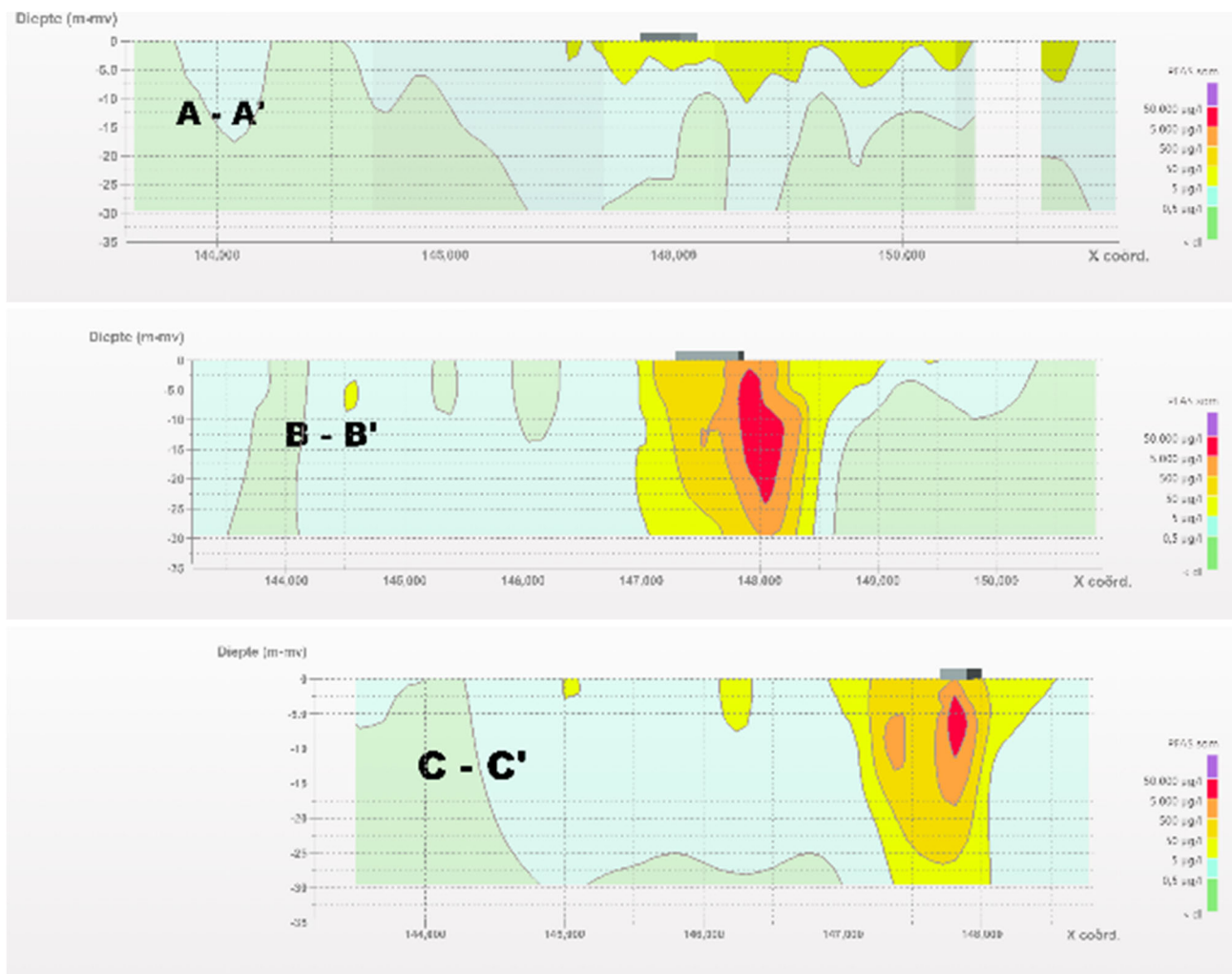
ILLUSTRATIE 6-58 HORIZONTALE AFPERKING SOM PFAS 20 EU DWRL-VERONTREINIGING IN HET ONDIEPE GRONDWATER



6.9.3.2 VERTICAAL

Wat de verticale afperking betreft van de verontreiniging in het grondwater, is naar analogie met het vaste deel van de aarde gebruik gemaakt van dwarsdoorsnedeprofielen uit het EVS-model. Deze profielen zijn dezelfde als voor het vast deel zoals eerder weergegeven op Illustratie 6-50 en terug te vinden in Figuur 17. In onderstaande illustraties is voor dwarsdoorsnedeprofiel A-A', B-B' en C-C' telkens som PFAS- en som PFAS 20 EU DWRL-concentraties weergegeven waarbij rekening gehouden is met de norm van respectievelijk 500 ng/l en 100 ng/l.

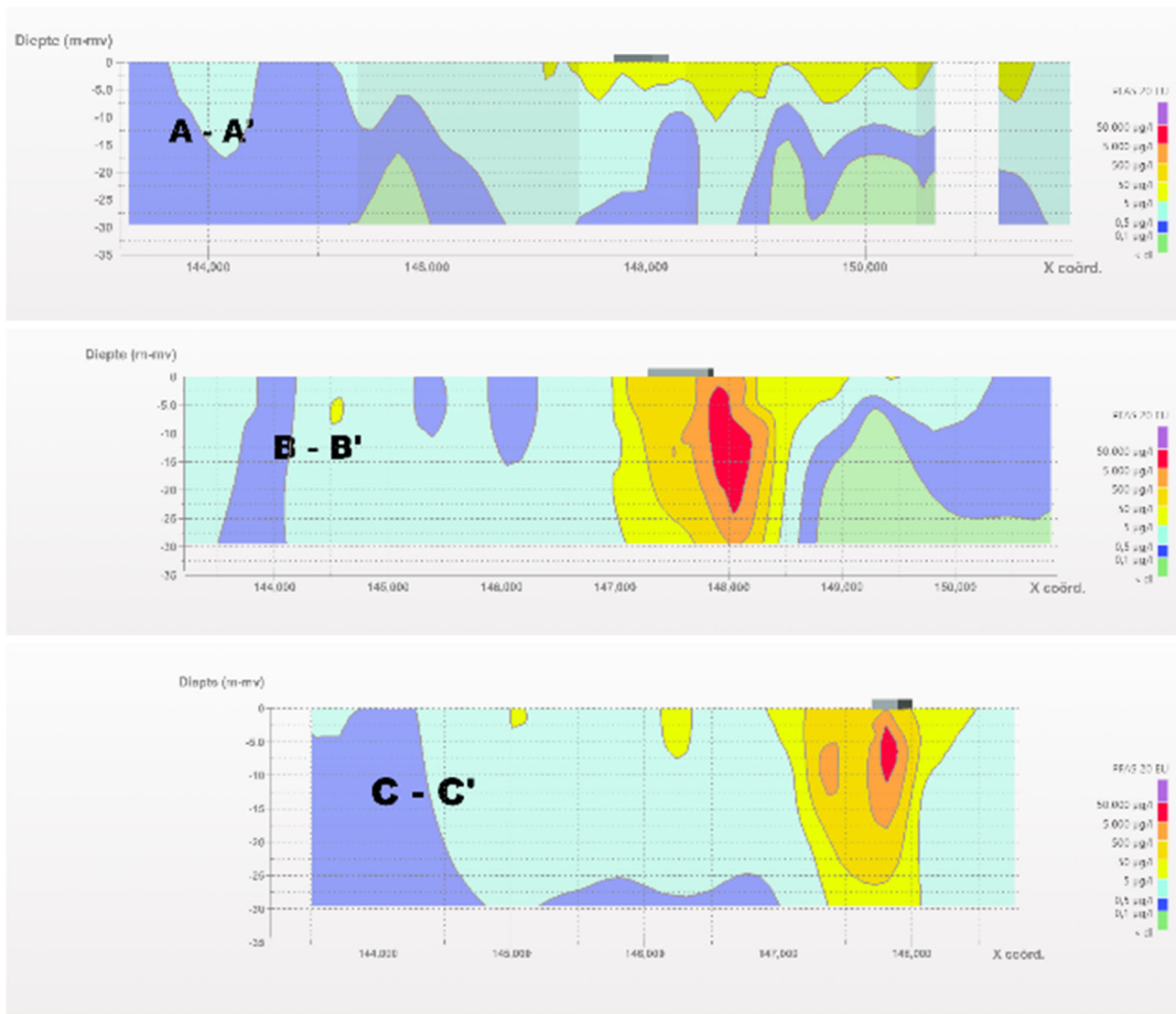
ILLUSTRATIE 6-59 DWARSDOORSNEDEPROFIELEN VOOR SOM PFAS



Uit deze profielen blijkt wat eerder al vermeld is bij de verticale verspreiding in het grondwater:

- ter hoogte van de site is op profiel B-B' en C-C' goed te zien dat de verontreiniging doorzet tot op de Boomse klei, en onderaan begrensd is door deze ondoorlatende laag;
- in het westelijk deel van het projectgebied op ruimere afstand van de 3M-site is de verontreiniging afgeperkt rond 10 m-mv, wat zichtbaar is op sectie A-A; en
- in het zuidelijk deel van het projectgebied is de verontreiniging eveneens aanwezig tot op de Boomse klei, wat zichtbaar is op sectie C-C'. Op dit profiel zijn ook de 2 externe bronnen binnen de som PFAS-contour zichtbaar, wat doet vermoeden dat de verticale afperking van de som PFAS-verontreiniging van 3M op die locatie vermengd is met de verticale afperking van deze externe bronnen.

ILLUSTRATIE 6-60 DWARSDOORSNEDEPROFIELEN VOOR SOM PFAS 20 EU DWRL



Uit bovenstaande profielen voor som PFAS 20 EU DWRL is af te leiden dat afperking tot aan de 100 ng/l enkel op ruime afstand van de 3M-site mogelijk is.

Naast het gebruik van deze dwarsdoorsnedeprofielen is ook gebruik gemaakt van de kaarten met getoetste grondwaterresultaten in het middeldiepe en diepe grondwater. De contouren voor som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL opgemaakt voor het ondiepe grondwater zijn gebruikt om na te gaan of deze contouren ook gelden voor het diepe grondwater. Hierbij is gekeken naar de figuren met som PFAS, som PFAS 20 EU DWRL, PFBA en PFBS.

Voor som PFAS is het volgende vastgesteld:

- in het middeldiepe grondwater volstaat de contour van het ondiepe grondwater. de eerdere vermelde verhoogde concentraties in deze laag in het St-Annabos liggen volledig binnen deze contour, hoewel het daar niet duidelijk is of deze verontreiniging wel afkomstig is van de 3M-activiteiten gelet kwaliteit van het grondwater ten westen van deze peilbuizen richting de Tophatgracht; en

- in het diepe grondwater is de contour eveneens toereikend. De verhoogde som PFAS-concentratie in het zuiden is het gevolg van een externe bron geïdentificeerd in het ondiepe grondwater, en bijgevolg niet het gevolg van de 3M-activiteiten.

Voor som PFAS 20 EU DWRL is het volgende vastgesteld:

- het beeld in het middeldiepe grondwater is grotendeels gelijkaardig aan dat van som PFAS, met dat verschil dat naar het westen toe richting industriegebieden de contour iets uitgebreid moet worden naar het westen toe. In de diepe aquifer is er een sterke afname, maar de huidige contour is ontoereikend in die richting. Deze uitbreiding heeft evenwel geen effect op het aantal percelen dat toegevoegd moet worden aan de bestaande contour, gelet op de grootte van het perceel waar de contour van het ondiepe grondwater nu getekend is; en
- voor het diepe grondwater is deze contour toereikend.

Voor PFBA is het volgende vastgesteld:

- Voor het middeldiepe grondwater is het beeld gelijkaardig als voor som PFAS 20 EU DWRL. Naar het westen toe is het wenselijk om deze contour iets uit te breiden voor de afperking op 150 ng/l. In het Sint Annabos komen opnieuw die 2 filters naar voor waar verhoogde PFBA-concentraties gemeten zijn, die moeilijk kunnen gelinkt worden aan de verontreiniging van de 3M-site aangezien stroomopwaarts in het middeldiepe grondwater de concentraties rond de 150 ng/l schommelen. In het zuid-zuidwestelijk deel zien we ook voor PFBA duidelijk de invloed van externe bronnen in het diepe grondwater, en is bijstelling van de contour in die richting niet vereist; en
- Voor het diepe grondwater is de contour toereikend.

Voor PFBS is het volgende vastgesteld:

- Voor het middeldiepe grondwater is de contour toereikend, met uitzondering in de richting van het aanpalende industrieterrein in het westen zoals voor som PFAS 20 EU DWRL en PFBA; en
- Voor het diepe grondwater is de contour toereikend.

Algemeen is gesteld dat de contour som PFAS 20 EU DWRL voor het diepere grondwater dient uitgebreid te worden naar het westen, en dat op basis van de resultaten in het middeldiepe grondwater. Het heeft evenwel geen impact op het aantal percelen die binnen de contour gelegen zijn. De contourkaarten voor het diepe grondwater zijn weergegeven op Figuur 16.

6.9.3.3 SPECIFICATIES

In deze sectie zijn de specificaties van de verontreinigingen in het grondwater toegelicht. Per ID-nummer zal de aard en de omvang weergegeven worden.

Aard van de verontreiniging

Wat de aard betreft, is er sprake van een gemengde verontreiniging. Het aandeel historisch en het aandeel gemengd is niet alleen op basis van de periode dat de verontreiniging in het milieu is terechtgekomen, maar ook op basis van de hoeveelheid ervan die in het milieu is terechtgekomen.

Voor het vaste deel van de aarde is de aard, gemengd overwegend historisch (74%), niet gewijzigd.

Uit de analyseresultaten van het grondwater blijkt ook dat on site vooral de C8-chemie aanwezig is, waarvan de productie in 2002 is gestopt. Off-site is echter vastgesteld dat er meer C4-chemie aanwezig is, met PFBS en PFBA als belangrijkste prominente componenten, zoals eerder duidelijk is aangetoond op de illustraties in sectie 6.3.2. Deze C4-componenten zijn grotendeels nieuw van aard, aangezien de bijdrage ervan tijdens de C8-chemie zeer beperkt was. Wanneer echter het aandeel van de offsite verontreiniging in het grondwater in rekening wordt gebracht ten opzichte van de totale verontreiniging in grondwater, zowel in het ondiepe als het diepe grondwater, is dit nauwelijks 10% van de totale vuilvracht zoals verder in deze sectie zal aangetoond worden. Dit betekent dan ook dat het aandeel historische verontreiniging ook in grondwater groter is dan het nieuwe deel. Het gemengd overwegend historisch karakter kan voor het grondwater behouden blijven. Voor het diepe grondwater kan het percentage historisch behouden worden op 74%, naar analogie met het vaste deel, voor het ondiepe grondwater daarentegen, dient het aandeel verlaagd worden met 10%, wat betekent dat het historisch deel 64% bedraagt voor het ondiepe grondwater. Zoals in het voorliggend rapport is aangegeven zijn er andere C4-bronnen mogelijk, zoals de afbraak van fluortelomeren, bodemverbeteraar en mest, en het gebruik van plantbestrijdingsmiddelen, de voorgestelde correctie mag bijgevolg als een meer conservatieve inschatting worden beschouwd.

Omvang van de verontreiniging

Zoals in vorige secties bepaald, is de contour bepaald voor som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL.

Voor het ondiepe grondwater, is dan het volume van bepaald vanaf het grondwaterniveau tot gemiddeld 5.5 m-mv, i.e. de diepte van de Polderklei. De contour van het ondiepe grondwater strekt zich uit over de Schelde tot op Rechteroever. De reden hiervoor is dat de grondwaterverontreiniging op Rechteroever binnen de contour allicht het gevolg is van atmosferische depositie. Het ondiepe grondwater staat niet in contact met de Schelde omwille van de aanwezigheid van dijken.

Voor het diepe grondwater is het volume bepaald in functie van de afperking op diepte. Voor som PFAS is dat 500 ng/l, voor de contour van som PFAS 20 EU DWRL is dat 100 ng/l. Zoals eerder al besproken is de afperking in het horizontale vlak voor som PFAS 20 EU DWRL niet mogelijk, maar in de diepte was dat wel mogelijk. De contouren in het diepe grondwater lopen niet door tot op Rechteroever.

Deze volumes zijn dan ook gebruikt voor de bepaling van de vuilvracht.

Samenvatting

In onderstaande tabel is de per verontreiniging de aard en omvang samengevat. De omvang is het totale bodemvolume, het volume grondwater rekening houdend met een porositeit van 30% staat tussen haakjes.

TABEL 6-10 SAMENVATTING SPECIFICATIES VERONTREINIGING GRONDWATER

ID-nummer	Toelichting	Aard	Volume
42	Som PFAS in het ondiep grondwater	GOH (64%)	69.142.000 m ³ (20.742.000)
43	Som PFAS 20EU DWRL in het ondiep grondwater	GOH (64%)	77.673.000 m ³ (23.301.900)
44	Som PFAS in het diep grondwater	GOH (74 %)	142.483.870 m ³ (42.745.160)
45	Som PFAS 20EU DWRL in het diep grondwater	GOH (74%)	301.728.700 m ³ (90.518.600)

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 de PFAS-verontreinigingen is uitgewerkt in Hoofdstuk 7.

6.9.4 AFPERKING SEDIMENT EN OPPERVLAKTEWATER

Voor sediment en oppervlaktewater is geen uitgebreide afperking opgenomen in deze sectie.

Wat het sediment betreft, is enkel in de Palingbeek, Blokkersdijk & Karperreed een concentratie boven de toetsingswaarde van 13,5 voor PFOS aangetroffen.

De verontreiniging in het sediment van de Palingbeek en Blokkersdijk is het gevolg van de 3M-activiteiten.

Wat de PFAS-verontreiniging in de Karperreed betreft, is het niet duidelijk of de aanwezige vuilvracht in het sediment van de Karperreed volledig en uitsluitend toe te schrijven is aan de PFAS-verontreiniging ten gevolge van de 3M-activiteiten. Op basis van de afperking in het vaste deel van de aarde en het grondwater zijn er duidelijk indicaties voor andere bronnen langsheen het industriegebied ten westen van de 3M-site, net ten noorden van de Karperreed gelegen.

Omdat deze verontreiniging ook ruimtelijk te scheiden is van de verontreiniging in de Palingbeek en Blokkersdijk, is voor deze verontreiniging een DEAW uitgevoerd volgens de code van goede praktijk Onderzoek van waterbodembodem en oevers. Uit deze evaluatie blijkt dat er geen DEAW is, het resultaat van de DAW kan je terugvinden in Bijlage 25.

Wat het oppervlaktewater betreft, zijn enkel verhoogde concentraties gemeten in Blokkersdijk en de Palingbeek. Beide oppervlaktewaters zijn ruimtelijk gescheiden en liggen volledig binnen het projectgebied, een afperking is bijgevolg niet nodig.

6.10 INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING 3M

6.10.1 INLEIDING

De vuilvrachtinschatting voor de PFAS-verontreiniging is uitgevoerd binnen de richtwaardecontour voor het vaste deel van de aarde en sediment, en binnen de contour som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL voor grondwater.

De vuilvrachtinschatting voor de PFAS-verontreiniging binnen de richtwaardecontour is gebeurd op basis van de parameters:

- PFOS, PFOA en PFAS-som-totaal (vaste deel van de aarde);
- PFOS en PFAS-som totaal (sediment); en
- PFAS-20EU-DWRL en PFAS-som-totaal (grondwater).

Het aandeel vuilvracht in het sediment en de eventuele onderliggende (sterk) verontreinigde waterbodemplaktes is ingeschat op basis van de oppervlaktelengtes en breedtes van de Blokkersdijkvijver, Palingbeek en de Tophatgracht in combinatie met de dikte van de vastgestelde verontreinigde laag (sediment + vaste deel van de waterbodemplaktes) tijdens het veldwerk. Op basis van de analyseresultaten van het sediment en het vaste deel van de waterbodemplaktes is de gemiddelde verontreinigingsgraad van het sediment en onderliggende waterbodemplaktes bepaald. De overige oppervlaktewaters waar sediment stalen zijn genomen, zijn buiten beschouwing gelaten, omdat dit aandeel verwaarloosbaar is ten opzichte van de overige berekende vuilvracht.

De inschatting van de vuilvracht voor het vaste deel van de aarde en het grondwater is uitgevoerd met behulp van de 3D-modelleringssoftware Earth Volumetric Studio (EVS). Dit programma verenigt geavanceerde volumetrische rasters, geostatistische analyses en ruimtelijke visualisatietools in een softwaresysteem dat specifiek ontwikkeld is om tegemoet te komen aan de behoeften van alle aardwetenschapsdisciplines. Het model werkt volgens het principe van de 'finite difference grid'. Het model voor het onderhavige project is opgebouwd uit een grid van 400 (lengte) * 400 (breedte) * 80 (diepte) = 12.800.000 cellen, of kubussen (als het ware te vergelijken met '3D-pixels'). Aan elke cel is een gewogen gemiddelde concentratie van PFOS/PFOA toegekend. De gewogen gemiddelde concentraties zijn berekend op basis van interpolatie van de analyseresultaten die als input in het model gebruikt zijn. In totaal zijn 7.750 grond- en ongeveer 890 grondwateranalyse-resultaten in het 3D-model ingevoerd. De interpolatietechniek die in EVS gebruikt wordt, is de techniek van 'kriging'. De kriging interpolatie methode gebruikt een raster van gelijke afstand van elkaar data wijst op oppervlakken te genereren. Deze methode maakt gebruik schuivend gemiddelde gewogen, in de veronderstelling dat een patroon van variatie tussen het oppervlak kan worden toegepast, bepaalt de set gegevens. Het doel van kriging is niet om direct de werkelijkheid na te bootsen, maar om de algemene trends blijkt uit de gegevens punten volgen. Schattingen in kriging een bekende minimale variatie dus een berekening van vertrouwen op oppervlakken kan worden bepaald.

Op basis van de gewogen gemiddelde concentratie aan verontreiniging in het vaste deel van de aarde in combinatie met een gekend (bodem)volumen van de cellen en de dichtheid van de grond is de vuilvracht bepaald. In de berekening is rekening gehouden met een (gecompacteerde) dichtheid van grond van 1,8 kg/dm³. Voor de vuilvracht in het grondwater is

de dichtheid van de grond niet van belang, maar is rekening gehouden met de porositeit van de bodem, om uit het bodemvolume het volume grondwater te berekenen. De verontreinigde volumes van de cellen zijn vermenigvuldigd met de gewogen gemiddelde concentraties PFAS in het grondwater.

6.10.2 INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING IN HET VASTE DEEL VAN DE AARDE

Uit de inschatting op basis van EVS zijn de volgende vuilvrachten bepaald voor het vaste deel van de aarde.

PFAS

• PFAS (RW-contour zonder BSN-V-contour PFOS ⁶⁴):	824 kg	5,3%
• PFAS (binnen BSN-V-contour PFOS):	14.719 kg	94,7%
Totaal	15.543 kg	100,0%

PFOS

• PFOS (RW-contour zonder BSN-V-contour):	702 kg	5,4%
• PFOS (binnen BSN-V-contour):	12.292 kg	94,6%
Totaal	12.994 kg	100,0%

PFOA

• PFOA (RW-contour):	1.530 kg	nvt
Totaal	1.530 kg	nvt

Uit de vuilvrachtinschatting blijkt het volgende:

- het overgrote deel van de vuilvracht voor PFAS en PFOS bevindt zich binnen de BSN-V-contour voor PFOS. Deze contour valt in grote lijnen samen met het 3M-terrein (inclusief het deel ten zuiden van de 3M-site richting de E34);
- het overgrote deel van de vuilvracht voor PFAS bestaat uit PFOS (circa 84%);
- de vuilvracht voor PFOA is van ondergeschikt belang ten opzichte van PFOS. Deze vaststelling is in overstemming met de wetenschap dat er van PFOA aanzienlijk minder batches per jaar geproduceerd werden; en
- de PFOA-verontreiniging bevindt zich hoofdzakelijk op het 3M-terrein (inclusief het zuidelijke deelterrein richting de E34) zelf en is slechts in beperkte mate verspreid tot op de aanpalende percelen in vergelijking met PFOS.

Wat betreft de hierboven berekende vuilvracht voor het vaste deel van de aarde, dient opgemerkt te worden dat tot op heden er slechts een beperkt aantal grondstalen genomen zijn ter hoogte van de productiegebouwen 3 en 16. Uit de resultaten van het grondwater rondom deze gebouwen kan afgeleid worden dat er allicht onder de gebouwen nog een aanzienlijke vuilvracht aanwezig is in het vaste deel dat niet in bovenstaande berekening is opgenomen. Dit betekent allicht dat deze circa 15,5 ton aan PFAS in het vaste deel van de aarde een onderschatting is van de werkelijke hoeveelheid. Van zodra de PFAS-productie is gestopt

⁶⁴ Voor PFAS is er geen BSN beschikbaar. De vuilvracht in het kerngebied van de verontreiniging is bepaald binnen de BSN-V-contour voor PFOS.

(gepland in 2024), zal bijkomend onderzoek verricht worden om deze vuilvracht onder deze kernzones meer accuraat in kaart te brengen.

6.10.3 INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING IN GRONDWATER

Met het EVS-model is de volgende vuilvracht berekend voor het ondiepe en diepe grondwater, waarbij een onderscheid is gemaakt voor het deel on en off-site, en dit voor som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL. Ter verduidelijking, enkel die PFAS-componenten die boven de rapportagegrens zijn weergegeven op de certificaten, zijn opgeteld.

Onderstaande tabel bevat de berekende vuilvracht en de relatieve bijdrage van elke berekende massa ten opzichte van het totaal. Gelieve te noteren dat de totale vuilvracht deze is voor som PFAS, aangezien de componenten die deel uitmaken voor som PFAS 20 EU DWRL mee vervat zitten in de som PFAS.

TABEL 6-11 VUILVRACHT IN GRONDWATER

Verontreiniging	Vuilvracht on site	Vuilvracht off-site	Totale Vuilvracht (kg)	On/off-site ratio (%)
Som PFAS in ondiep grondwater (ID 42)	1.542,54 kg	144,30 kg	1.686,84 kg	91,4% on site
Som PFAS in diep grondwater (ID 44)	6.307,00 kg	593,40 kg	6.900,40 kg	91.4 % on site
Som PFAS 20 EU DWRL in ondiep grondwater (ID 43)	1.446,18 kg	140,28 kg	1.586,46 kg	91.2% on site
Som PFAS 20 EU DWRL in diep grondwater (ID 45)	6.105,8 kg	567,60 kg	6.673,4 kg	91.5% on site

Uit deze tabel valt af te leiden dat, net zoals voor het vaste deel van de aarde, het overgrote deel van de verontreiniging in het grondwater, meer dan 90%, aanwezig is op de 3M-site en net ten zuiden ervan, meer bepaald in de zone rond de Palingbeek. Het merendeel is ook aanwezig in de tweede aquifer, wat ergens logisch is gezien het grotere volume van deze aquifer en het feit dat de PFAS-verontreiniging is doorgezakt door de Polderklei.

Wanneer deze vuilvracht wordt herrekend naar de gemiddelde concentratie, op basis van het volume grondwater rekening houdend met 30% porositeit, blijkt dat zoals verwacht de gemiddelde concentratie on site veel hoger is dan off-site. Uit onderstaande Tabel 6-12 blijkt dat dit bijna een factor 500 hoger is.

TABEL 6-12 VUILVRACHT UITGEDRUKT IN MASSA PER VOLUME

Verontreiniging	Vuilvracht on site (kg)	Volume on site (m ³)	Gemiddelde concentratie on site	Vuilvracht off-site (kg)	Volume off-site (m ³)	Gemiddelde concentratie off-site
Som PFAS in ondiep grondwater (ID 42)	1.542,54 kg	1.137.240	1.356,4 µg/l	144,30 kg	19.605.360	7,36 µg/l
Som PFAS in diep grondwater (ID 44)	6.307,00 kg	4.966.800	1.269,8 µg/l	593,40 kg	48.784.200	12,6 µg/l
Som PFAS 20 EU DWRL in ondiep	1.446,18 kg	1.137.240	1.271,6 µg/l	140,28 kg	22.164.660	6,33 µg/l

Verontreiniging	Vuilvracht on site (kg)	Volume on site (m ³)	Gemiddelde concentratie on site	Vuilvracht off-site (kg)	Volume off-site (m ³)	Gemiddelde concentratie off-site
grondwater (ID 43)						
Som PFAS 20 EU DWRL in diep grondwater (ID 45)	6.105,8 kg	4.966.800	1.229,3 µg/l	567,60 kg	96.778.200	5,86 µg/l

6.10.4 INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING IN SEDIMENT

Voor het bepalen van het volume voor de vuilvrachtberekening van het sediment zijn volgende aannames gemaakt:

- Voor de Palingbeek is de breedte van de waterloop genomen, die varieert over het ganse traject tussen 4 & 12 m, met een buffer van 4 m aan weerszijde,
- De dikte van het sediment en waterbodem voor de grachten is gemiddeld 1 m, voor Blokkersdijk is dat gemiddeld 0,8 m; en
- Er is telkens een gemiddelde genomen van de PFOS- en som PFAS-concentratie in het slib en de onderliggende waterbodem om de vuilvracht te berekenen. Voor de Palingbeek is de gemiddelde concentratie berekend van de stalen langsheen het ganse traject, zonder de uitschieter op die éne locatie waar 68.521 µg/kg ds aan som PFAS kwantitatief is gemeten (E844). Voor Blokkersdijk is eveneens de gemiddelde som PFAS kwantitatief gehanteerd.

Deze hierboven vermelde aannames voor het sediment zijn opgenomen Tabel 6-13. De inschatting van de vuilvracht voor respectievelijk PFOS en som PFAS is opgenomen in Tabel 6-14 en Tabel 6-15.

TABEL 6-13 SPECIFICATIES WATERLOPEN VOOR BEPALEN VUILVRACHT

Waterloop	Oppervlakte (m ²)	Dikte laag (sediment + waterbodem) (m)	Verontreinigd Volume (m ³)
Blokkersdijk-vijver	469.877	max. 0,8	375.901
Palingbeek	38.384	ca. 1,0	38.384

TABEL 6-14 VUILVRACHTINSCHATTING PFOS IN SEDIMENT

Contourlijnen	Bodemvolume (m ³)	Representatieve conc. (µg/kg ds)	Vuilvracht (kg)
Palingbeek	38.384	2.513,8	135,08
Blokkersdijkvijver	375.901	16,1	8,47
Totaal			143,55
Dichtheid bodem (gecompacteerd) = 1.400 kg/m ³			

TABEL 6-15 VUILVRACHTINSCHATTING SOM PFAS IN SEDIMENT

Contourlijnen	Bodemvolume (m ³)	Representatieve conc. (µg/kg ds)	Vuilvracht (kg)
Palingbeek	38.384	2.735,2	146,9
Blokkersdijkvijver	375.901	61,5	32,4
Totaal			179,3
Dichtheid bodem (gecompacteerd) = 1.400 kg/m ³			

Uit deze tabellen blijkt dat de belangrijkste vuilvracht aanwezig is in de Palingbeek.

6.10.5 INSCHATTING VUILVRACHT PFAS-VERONTREINIGING IN OPPERVLAKTEWATER

Zoals eerder aangegeven is het oppervlaktewater van de Palingbeek en Blokkersdijk het meest verontreinigd, en is de samenstelling van beide waters verschillend. In de andere waterlopen zijn ook concentraties gemeten, maar gelet op het verschil in concentraties zijn deze niet mee in beschouwing genomen voor de vuilvracht.

Voor het bepalen van het volume voor de vuilvrachtberekening van het oppervlaktewater zijn volgende aannames gemaakt:

- Ter hoogte van de Palingbeek zijn in het kader van het stromingsmodel op 5 locaties de doorsnede van de waterloop bepaald om zo een goed beeld te krijgen van het watervolume en de stroming. Dit is gebeurd in oktober 2022, met andere woorden, het volume op basis van metingen op dat moment kan als eerder conservatief beschouwd worden. Het totaal volume bepaald van de Palingbeek is op deze manier berekend op 8.258,32 m³;
- De oppervlakte van Blokkersdijk is 469.877 m². Gelet op een maximale diepte van 1,4 m zoals weergegeven in de studie van Arche in het kader van de risico-evaluatie, kan een gemiddelde diepte van 1 m weerhouden worden; en
- Er is telkens een gemiddelde genomen van de som PFAS-concentratie in oppervlaktewater om de vuilvracht te berekenen

Deze hierboven vermelde aannames voor het oppervlaktewater samen met de inschatting van de vuilvracht voor som PFAS is opgenomen in Tabel 6-16.

TABEL 6-16 VUILVRACHTINSCHATTING SOM PFAS IN OPPERVLAKTEWATER

Contourlijnen	Volume (m ³)	Representatieve conc. (µg/l)	Vuilvracht (kg)
Palingbeek	8.258,32	194,3	1,60
Blokkersdijkvijver	469.877	8,9	4,19
Totaal			5,79

Bovenstaande vuilvrucht is in vergelijking met de andere media zoals grond, grondwater en sediment zeer beperkt. Voor de Palingbeek is eerder een flux van 70 g/dag naar de Schede berekend.

6.11 CONCEPTUEEL SITE MODEL (CSM)

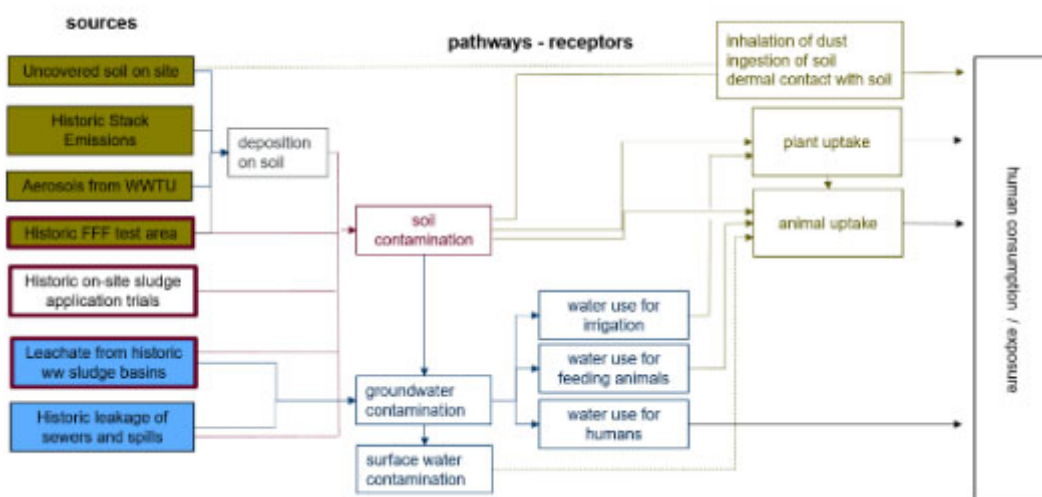
Het geactualiseerde conceptuele site-model voor de PFAS-verontreiniging is weergegeven in onderstaande Illustratie 6-61. Het conceptuele site model illustreert de bronnen van de verontreiniging, de blootstellingsroutes en de uiteindelijke receptoren.

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. De aerosolen van de blusschuimtesten zijn allicht 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 PFAS-stofmigratie was tot voor kort een bron voor off-site depositie, maar de stofmitigerende maatregelen waarbij de winderosiegevoelige zones op de 3M werden afgedekt met kiezelgrind en geomembraan hebben op basis van de huidige opvolgings-resultaten deze problematiek sterk gereduceerd tot aanvaardbare niveaus.

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.

Er zijn in onderhavig onderzoek geen indicaties dat andere bronnen op de 3M-site aanwezig zijn dan deze die eerder al vermeld zijn geweest.

ILLUSTRATIE 6-61 CONCEPTUEEL SITE MODEL



De aanwezigheid van met PFAS verontreinigde sedimenten in het projectgebied is in het voorliggend onderzoek vastgesteld. Bij het ruimen van de grachten en beken was het in het

verleden gebruikelijk om het geruimde materiaal op de oevers uit te spreiden. In het geval van aanwezigheid aan verontreinigde sedimenten was het mogelijk dat deze werkwijze een plaatselijke verontreiniging in de bodem en grondwater (door uitloging) hebben veroorzaakt. Voor de Palingbeek is een dergelijke historisch ruiming gerapporteerd.

Ter volledigheid is het belangrijk te melden dat het voorliggend onderzoek heeft aangetoond dat andere externe bronnen (mogelijks) aanleiding hebben gegeven tot (bijkomende) PFAS-verontreiniging: brandoefenterreinen en brandincidenten, de toepassing van bodemverbeteraars, mest en plantbestrijdingsmiddelen en stortplaatsen (baggerslib, huishoudelijk stort), en ruimingswerken van grachten en beken, en afvalwater.

6.12 ALGEMENE CONCLUSIE NA EVALUATIE GEGEVENS

Dit overkoepelende BBO heeft als hoofddoelstelling om de PFAS-impact gerelateerd aan de activiteiten op de 3M-fabriek in Zwijndrecht op de omgevende gebieden te evalueren en vervolgens de saneringsnoodzaak en -urgentie voor de verdere te nemen acties te bepalen.

Op basis van de informatie besproken in voorgaande hoofdstukken en de evaluatie van de gegevens in dit hoofdstuk zijn de volgende algemene conclusies getrokken in het voorliggend BBO voor het projectgebied van ongeveer 40 km², dewelke in lijn zijn met de eerder geformuleerde algemene conclusies tijdens vorige fases van het onderzoek:

- De historische bronnen voor de PFOS-verontreiniging (productie stopgezet in 2002) in het vaste deel van de aarde op en rond de 3M-site zijn voornamelijk toe te schrijven aan de blusschuimtesten, maar ook door de emissies via schouwen en aerosolen afkomstig van de waterzuivering. Tijdens recente metingen op de site zijn verhoogde legacy PFAS-componenten gemeten in de aerosolen van de waterzuivering ter hoogte van de terreingrens in het kader van de veiligheidsmaatregelen op de 3M-site. De bronnen voor PFOS-verontreiniging op de site zelf zijn morsverliezen tijdens productie, een lekkende riolering en het historische éénmalig uitspreiden van slib afkomstig van de waterzuivering;
- Binnen de groep van PFAS-verbindingen is en blijft PFOS veruit de meest dominant aanwezige component, zowel on- als off-site, zowel in percentage verhoogde meetresultaten als in absolute concentratie. Op de site is nog een aanzienlijk deel precursoren aanwezig, die evenwel nauwelijks nog buiten de site aangetroffen zijn in de geteste stalen;
- De PFAS fingerprint die terug te vinden is op de 3M-fabriek is volledig toe te schrijven aan het complexe productieverleden, waarbij in het verleden zowel de legacy C8-C6 PFAS-verbindingen (PFOS, PFOA, & PFHXS), de basiscomponenten van het eerste generatie brandblusschuim, als de meer recente kortere keten PFAS-verbindingen zijn vervaardigd. De aanwezigheid van fluortelomeren is toe te schrijven aan de vergelijkende testen die zijn uitgevoerd met telmeer geformuleerde brandblusschuim;
- 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 externe PFAS-bronnen. Tijdens vooronderzoek zijn dergelijke bronnen geïdentificeerd, zoals de brandweerpost op Linkeroever aan de Halewijnlaan, de brand op de voormalige Sanyo site en het brandoefenterrein van het militair domein Fort Brosius. Daarnaast zijn er duidelijk indicaties voor andere bronnen die

het gevolg kunnen zijn van blustesten op de aanpalende industrieterreinen. In de mate van het mogelijke zijn deze gekende andere bronnen buiten de contour gelaten die de impact van de activiteiten op de 3M-site omhelst. Binnen deze contour zijn er evenwel ook indicaties van vermenging met niet 3M-gerelateerde bronnen, waar het echter niet mogelijk is om de oorzaak te achterhalen;

- De beschikbare gegevens binnen het projectgebied van dit BBO, geven aan dat de PFOS-impact in het vaste deel van de aarde gerelateerd met 3M zich grotendeels uitstrekt tot een gebied van ongeveer 1.250 à 1.500 m rond de fabriekssite. Deze perimeter komt ook vrij goed overeen met de beschikbare indicatieve atmosferische depositiemodelleringen uitgevoerd door Arche (2022) en Vito (2022). De maximale verspreiding van de verontreiniging tot aan de richtwaardecontour binnen het projectgebied in noordoostelijke richting, in lijn met de overwegend heersende windrichting, bedraagt ongeveer 2.300 m. De maximale verspreiding van de PFAS-bodemverontreiniging tot aan de richtwaardecontour bedraagt in zuidwestelijke richting ter hoogte van de landbouw- en residentiële gebieden in Zwijndrecht en Beveren ongeveer 3.000 m in zuidwestelijke richting. De verspreiding in deze richting is evenwel tegen de overwegend heersende windrichting in. De totale oppervlakte van de richtwaardecontour is circa 12,2 km²;
- Dit onderzoek toont aan dat, naar vuilvracht toe, de belangrijkste massa in het vaste deel aanwezig is op de site zelf, gevolgd door de zone net buiten de site ter hoogte van de Palingbeek. Binnen de PFAS richtwaardecontour is een totale vuilvracht berekend van circa 15,5 ton, waarvan meer dan 90 % van de vuilvracht binnen de site en directe omgeving langsheen de Palingbeek is gesitueerd. Deze totale vuilvracht is allicht nog een onderschatting aangezien onder de productiegebouwen nauwelijks gegevens voor de grond gekend zijn. Een belangrijk deel is ook aanwezig in het westelijk deel van het natuurgebied Blokkesdijk. Wanneer enkel woon- & landbouwgebieden in beschouwing genomen worden is zone 1A bevestigd als zone waar de hoogste PFAS-concentraties zijn gemeten. Ter herinnering, de vuilvracht in deze zone 1A waarvoor een totale leeflaagsanering zal uitgevoerd worden om het risico naar de mensen weg te nemen, bedraagt circa 120 kg;
- De analyseresultaten voor de geteste PFOS-precursoren laten vermoeden dat het huidige PFOS-verontreinigingsbeeld buiten de 3M-site zelf niet sterk zal wijzigen in de toekomst. Er zijn slechts in een beperkt aantal bodemstalen off site nog precursoren aangetoond voor de terminale C8-verbindingen. De TOP-assay-testen uitgevoerd op stalen van de site zelf hebben aangetoond dat er mogelijk nog precursoren aanwezig zijn die niet opgenomen zijn in het CMA-pakket. Een plausibele verklaring is mogelijke te vinden bij 8:2 FTOH of 8:2 FTMAC. Dit zijn PFOA-precursoren, maar dit moet verder bekeken worden;
- Het uitgevoerde grondwateronderzoek bevestigt in grote lijnen het beeld voor het vaste deel van de aarde. De hoogste concentraties zijn eveneens gemeten voor PFOS, en dan voornamelijk op en in de directe omgeving van de site. Op verdere afstand van de 3M-site zijn de meer mobiele componenten PFBS en PFBA dominant aanwezig. Omwille van hun mobiliteit en oplosbaarheid worden deze componenten nauwelijks in het vaste deel van de aarde gemeten;
- Verschillende milieutechnische 'multiple lines of evidence' zijn gebruikt om de verontreinigingsimpact die toe te schrijven kan worden aan 3M te onderbouwen, samen met de informatie bekomen in het historisch vooronderzoek en beschikbare onderzoeksrapporten en technische verslagen grondverzet: de ruimtelijke spreiding van de

PFAS-verbindingen in zowel bodem als grondwater, de waargenomen PFAS-vingerafdruk, de statistische analyse (PCA, radarplots, factoren & biplots), de atmosferische modeleringen, de evaluatie van de C₄-componenten en het concentratieverloop langsheen de dominante windrichting; In het ondiepe grondwater is de som PFAS-contour getekend op basis van de norm van 500 ng/l, waarbij getracht is om de gekende externe bronnen buiten deze contour te laten. Er zijn evenwel binnen deze contour ook duidelijke indicaties voor externe bronnen, met name in het zuiden van de snelweg E34. Voor som PFAS 20 EU DWRL is een afperking tot 100 ng/l niet mogelijk. Op basis van de zeer recent uitgevoerde depositiemodellering van historische uitstoot door Arche voor PFBA en een doorgedreven statistische evaluatie van de grondwatergegevens, is de afperking van de impact afkomstig van de 3M-activiteiten doorgevoerd op basis van de aanwezigheid van PFBS in het ondiepe grondwater. Voor het diepe grondwater kunnen beide contouren behouden blijven, met uitzondering van som 20 EU DWRL PFAS in westelijke richting. De contour som PFAS kent een oppervlakte van circa 12,8 km², voor som PFAS 20 EU DWRL is dat circa 14,2 km²;

- De PFAS-vuilvracht in het grondwater binnen de contouren is geschat op circa 8,6 ton. Ook voor het grondwater is meer dan 90% van de vuilvracht aanwezig op de 3M-site, waarbij het merendeel aanwezig is in het diepe grondwater omdat de tweede aquifer in omvang veel groter is dan de eerste aquifer boven de Polderklei en op de 3M-site de PFAS-verontreiniging is doorgezakt naar de diepere aquifer door de Polderklei heen;
- De aanwezigheid van de Polderklei in het gebied ten noorden van de snelweg E34 en de verschillende beken en grachten hebben een belangrijke invloed op de horizontale en verticale verspreiding van de PFAS-verontreiniging. De Polderklei is aanwezig op een diepte van 4,5 m-mv, en de Boomse klei rond 20 à 25 m-mv op de 3M-site. Het doorgedreven model voor het onderzoeksgebied geeft aan dat de grondwaterstroming in de freatische ondiepe aquifer ter hoogte van de 3M-site grotendeels naar de Palingbeek verloopt met een lokaal sterke invloed van het lopende pump & treat (P&T) in de bronzones. In de industriezone geldt voornamelijk een stroming naar het zuiden in de richting van de Karperreed en naar het zuidoosten op de richting van de 3M-site. Ten zuiden van de snelweg E34 stroomt het ondiepe grondwater hoofdzakelijk noordwaarts richting Palingbeek en Karperreed, maar is lokaal ook een sterke invloed waar te nemen voor de aanwezige beken en grachten. Er is in het natuurgebied eveneens een belangrijke invloed van het aanwezige oppervlaktewater. Belangrijk daarbij is de relatief sterke grondwaterstroming naar de Tophatgracht toe vanuit zowel Blokkersdijk als het St-Annabos. In de zone Linkeroever is in de freatische waterlaag de grondwaterstroming gericht naar de kleinere grachten van het Rot, en niet naar de Schelde, die door dijken is afgeschermd van deze waterlaag. De grondwaterstroming in de diepere waterlaag is over het algemeen vergelijkbaar voor het gebied ten zuiden van de E34 waar de Polderklei niet aanwezig is. Daar waar deze kleilaag aanwezig is, is de stroming echter meer complex en wordt de invloed van de Schelde duidelijk zichtbaar;
- Uit de analyseresultaten blijkt dat het water in de Palingbeek sterker verontreinigd is in vergelijking met het water uit de vijver van Blokkersdijk. Ook het verontreinigingsprofiel is anders. In de Palingbeek is de samenstelling meer in lijn met de kwaliteit aangetoond in het grondwater, wat het gevolg is van de drainerende werking van deze gracht. In de vijver van Blokkersdijk zijn de C₄-componenten in verhouding meer aanwezig, wat eerder duidt op minder invloed van kwel van grondwater, en mogelijk meer het gevolg is van atmosferische depositie;

- Het onderzoek van sedimenten en het vaste deel van de waterbodem heeft aangetoond dat vooral ter hoogte van de Palingbeek, de Tophatgracht en in mindere mate Blokkersdijk verhoogde concentraties zijn gemeten. Voor deze waterlopen is een vuilvracht berekend van circa 160 kg;
- 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 zijn 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) blijken 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 zijn 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-waarde⁶⁵ overschreden. Noteer dat ERM deze in het BBO enkel hanteert als indicatieve screening waarde. De verhoogde PFAS-concentraties zijn niet alleen aangetoond in de dichte nabijheid van de 3M-site; ook op verdere afstand waar er vermoeden is van vermenging zijn PFAS-verbindingen aangetoond in een aantal geteste stalen van plantaardige oorsprong, soms met vergelijkbare of zelfs hogere concentraties dan de stalen dichterbij de 3M-site; 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 sinds 1 januari 2023, overschreden in elk getest ei dat in kader van dit 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.

⁶⁵ . 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. RISICO EVALUATIE VAN DE PFAS VERONTREINIGING

7.1 BEPALING VAN HET HUMAAN TOXICOLOGISCH RISICO

7.1.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk is 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 is gerapporteerd. De belangrijkste verandering hierin is dat niet langer de risico-evaluatie op basis van individuele PFAS-stoffen is uitgevoerd, maar dat is 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^{de} gefaseerd BBO (december 2022), 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 BBO 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.

7.1.2 TOE TE PASSEN RICHTLIJNEN VOOR HUMAANTOXICOLOGISCHE 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 gebouwparameters, 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, tijds patronen, ...) 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, tijds patronen, ...) 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, volkstuinen, 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) moestuinen (> 3) of een grotere moestuin (volkstuinen, 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 m²) 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 is dan ondervangen, net als de andere PFAS door te rekenen met de som PFAS-concentraties (PFCA - kwantitatief en PFSA - kwantitatief). Onderstaande Tabel 7-1 geeft de opdeling weer van de PFAS-stoffen volgens de PFCA- en PFSA-opdeling.

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		
PFOA	335-67-1	PFOS	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		
PFDoA	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				

PFCA's		PFSA's		Andere PFAS	
6:2 diPAP	57677-95-9				
6:2/8:2 diPAP	943913-15-3				
8:2 diPAP	678-41-1				

Zoals hierboven aangegeven zijn PFAS, die niet zijn opgenomen in de groepen PFSA en PFCA individueel beoordeeld zoals GenX en ADONA, wanneer er voor deze stoffen concentraties zijn gemeten die de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm voor PFOS overschrijden. Deze benadering is ook toepasbaar voor PFBSA en PFHxSA gezien het RIVM in haar rapport⁶⁶ 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 is bijgevolg een voldoende conservatieve inschatting van de mogelijke risico's voor deze stoffen uitgevoerd.

Daarom zijn PFBA en PFHxSA aan de PFSA-groep toegevoegd, waarbij deze groep PFSA+ wordt genoemd. De risico-evaluatie is dan niet enkel voor PFSA maar ook voor PFSA+ uitgevoerd. Op deze manier is de lagere toxiciteit van beide componenten ondervangen.

Wat betreft de precursoren PFOSAA, EtPFOSE en MePFOSE, die wel op de 3M-site zelf zijn aangetoond in het BBO van 2006, deze zijn niet geanalyseerd in onderhavig BBO. Het huidige beeld van de verontreiniging is voldoende geacht op basis van de analyse van PFOS, PFOA en de C8-precursoren die wel in de CMA zijn opgenomen. Ook de TOP-assay-resultaten hebben aangetoond dat voor de C8-componenten het huidige beeld volledig is.

In het begeleidend schrijven bij goedkeuring van het 1^{ste} gefaseerde BBO zijn opmerkingen geformuleerd waar rekening mee moet worden gehouden bij de volgende fasen van het onderzoek. 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 milieucompartimenten 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 opdrachtgever Prof. Karl Vrancken over de toepassing van het voorzorgsbeginsel en van de EFSA 2020 waarden."

⁶⁶ 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 3.7.2 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 ds)			
		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 (Minaraad) 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. Dit tijdelijk handelingskader is op 7 juli 2023 door de Vlaamse Regering goedgekeurd en op 10 oktober 2023 in het Staatsblad gepubliceerd. Aangezien er op dit moment nog geen datum vastgelegd is voor wanneer het tijdelijk handelingskader in werking treedt, is dit bij opmaak van dit rapport nog niet van kracht. De geactualiseerde toetsingswaarden zijn in Tabel 7-3 weergegeven.

TABEL 7-3 GEACTUALISEERDE TOETSINGSWAARDEN PFOS EN PFOA (GOEDGEKEURD DOOR VLAAMSE REGERING 7 JULI 2023)

Stof	Richtwaarde (µg/kg ds)	Bodemsaneringsnorm volgens bestemmingstype (µg/kg ds)			
		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 nogmaals opgemerkt te worden dat de geactualiseerde toetsingswaarden tijdens de opmaak van dit document nog geen juridische toepassing hebben alhoewel ze reeds door de Vlaamse Regering zijn goedgekeurd. Omdat de bevoegde minister nog geen datum van inwerkingtreding heeft gepubliceerd zijn deze officieel nog niet in voege wat maakt dat de toetsingswaarden uit Tabel 7-2 van toepassing zijn en nog niet deze uit Tabel 7-3.

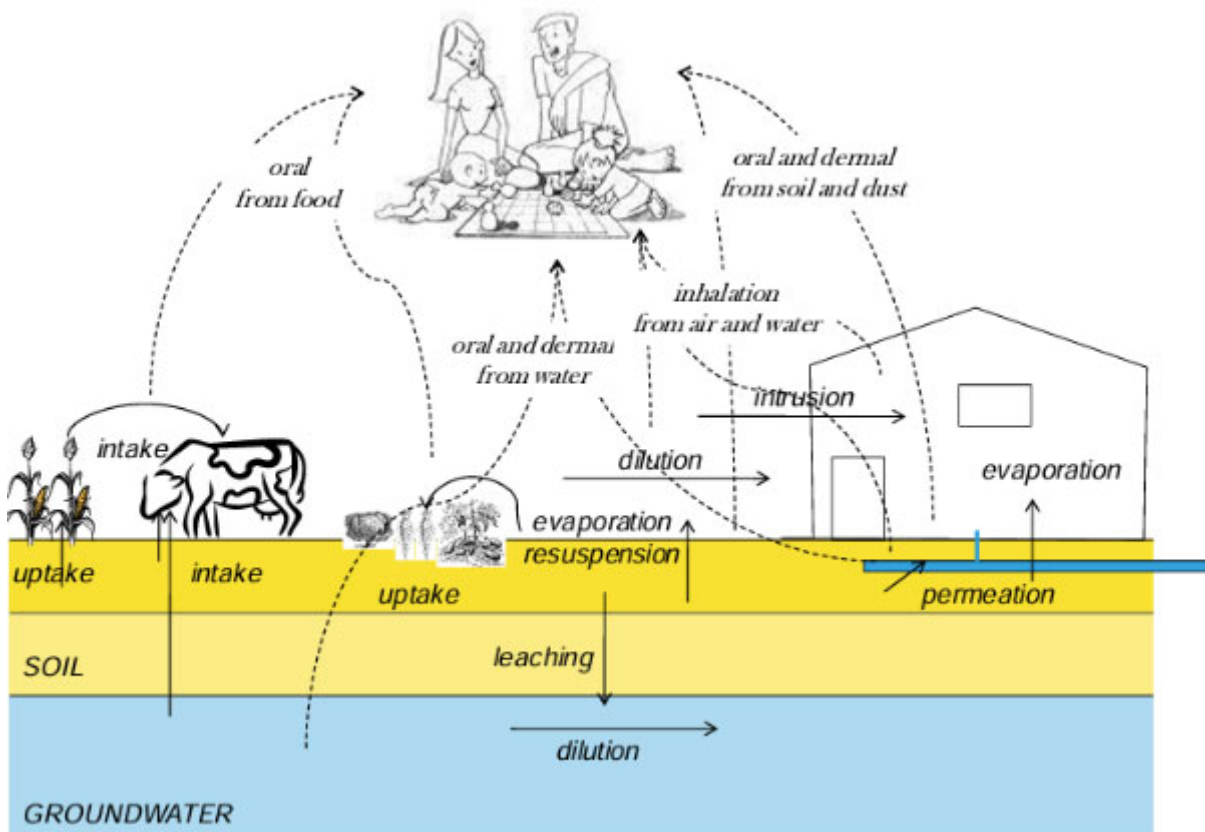
In recente communicatie is aangegeven dat het tijdelijke handelingskader met de geactualiseerde normen vermoedelijk van kracht zal gaan op 1 september 2024. In voorliggende risico-evaluatie zal evenwel al rekening worden gehouden met deze geactualiseerde toetsingswaarden aangezien hierin zowel het voorzorgbeginsel, het tijdelijke handelingskader, als de EFSA 2020 GGW zijn toegepast en deze ondertussen al 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 toetsingswaarden effectief van kracht zijn.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat enkel het toepassen van de geactualiseerde toetsingswaarden die nog niet van toepassing zijn, 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.

7.1.3 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 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.

7.1.4 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, zijn binnen het uitgebreide projectgebied van dit BBO zeer uiteenlopende en variërende bodemgebruiken aanwezig. Omdat het niet mogelijk is om voor elke aanwezige variatie van het bodemgebruik een evaluatie te maken is bij de modellering een conservatieve benadering toegepast voor de grote groepen bodemgebruiken binnen het projectgebied: natuurgebied, landbouw (agrarisch), recreatie, bewoning (residentieel) en industrie.

Binnen bestemmingstypes bestaan er verschillende variaties 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.

Ook bij een industrieel of recreatief gebruik zijn er verschillen. Als de activiteiten hoofdzakelijk binnen plaatsvinden is er minder contact met de bodem dan wanneer deze in openlucht plaats vinden. Ook de aanwezigheid van verhardingen zal een invloed hebben op de mate van blootstelling.

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 zijn. 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 risicoevaluatie 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 dit 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 berekent 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.

Bij een recreatief of industrieel gebruik van een verontreinigd terrein is het aantal relevante blootstellingsroutes meer beperkt. Bij buitenrecreatie of industriële activiteiten zijn enkel de rechtstreekse blootstelling aan bodemdeeltjes (ingestie, inhalatie en dermaal contact) en de inhalatie van dampen relevant. Er worden bijvoorbeeld geen groenten, fruit of dierlijke producten gekweekt, waardoor deze onrechtstreekse blootstelling niet relevant is voor de

bepaling van de mogelijk bijdrage vanuit de bodemverontreiniging via zelfgekweekte producten.

Om een meer correcte inschatting van de blootstelling te bepalen voor de situatie binnen het projectgebied 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).

Het rechtstreekse risico door opname via verontreinigd grondwater is in de modelleringen met het S-Risk model niet meegenomen, aangezien binnen het projectgebied enerzijds de no-regret maatregelen van kracht zijn die het gebruik van grondwater ontraden en anderzijds de drinkwaternormen voor PFAS (som PFAS en som PFAS 20 EU DWRL) in het grondwater binnen het projectgebied overschreden zijn waardoor het grondwater sowieso niet geschikt is als drinkwater. Het wordt eveneens ongeschikt geacht om het te gebruiken als irrigatiewater voor gewassen of drinkwater voor vee.

7.1.4.1 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 Oosterweelwerf67. 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/m³ (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.

Op vraag van ERM in het kader van deze studie en de opmaak van het saneringsproject voor zone 1B en 2 heeft VITO in de tweede helft van 2023 stofmetingen uitgevoerd om na te gaan wat de mogelijke bijdrage is van landbouwactiviteiten aan de PFAS-gehalten in stof. Hiervoor zijn stofmetingen uitgevoerd tijdens perioden wanneer de met PFAS verontreinigde landbouwbodem is bewerkt.

PFAS in zwevende stof rondom de Oosterweelwerken

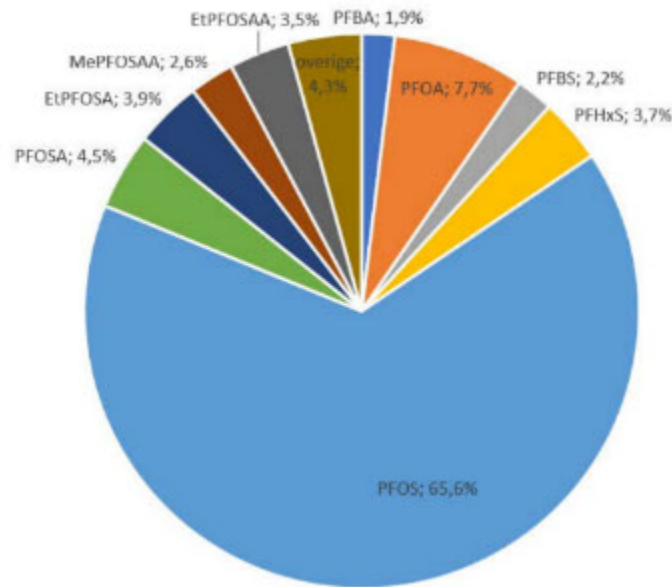
Uit het onderzoek van de VMM ter hoogte van vaste meetstations in het kader van de Oosterweelwerken blijkt het volgende voor PFAS in zwevend stof:

⁶⁷ Studie naar PFAS in lucht en deposities in de omgeving van 3M en Zwijndrecht, april 2022, door VITO, ref. 2022/HEALT/R/2680

- 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 relatief sterk af met toenemende afstand. Zo was de gemiddelde concentratie in het centrum van Zwijndrecht ($0,007 \text{ ng/m}^3$ 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 ($0,103 \text{ ng/m}^3$).
- 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 $0,4 \text{ ng/m}^3$: 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.
- 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



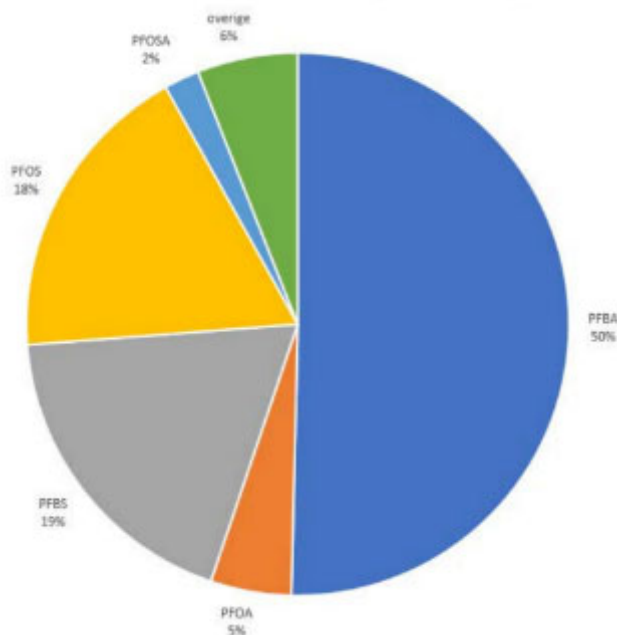
PFAS-depositie rondom de Oosterweelwerken

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 relatief 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/m²/dag voor PFBA, 0,2 tot 10 ng/m²/dag voor PFBS en 4,5 tot 49 ng/m²/dag voor PFOS. Op de achtergrondlocatie in Dessel was de gemiddelde depositie 3 tot 6 ng/m²/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.
- 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 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 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 ³	PFOS ng/m ³	PFOA ng/m ³
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 juli 2021 en liep tot 12 januari 2022. Op R818 werd de bemonstering later opgestart (18 november 2021) en liep eveneens door tot 12 januari 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. Bij wijze van conservatieve benadering is, zoals hierboven is aangegeven, in het voorliggend BBO gewerkt met de beschikbare buitenstofgegevens.

PFAS in zwevend stof ter hoogte van landbouwactiviteiten

In de periode van 7 september tot 5 oktober 2023 zijn op twee locaties (ERM1 en ERM2) nabij landbouwgronden in Zwijndrecht stofmetingen uitgevoerd waarvoor de PFAS-samenstelling is bepaald. Onderstaande tabel geeft de gemeten concentraties boven de 0,005 ng/m³ weer.

TABEL 7-5 EMETEN STOFCONCENTRATIES TER HOOGTE VAN LANDBOUWACTIVITEITEN

PFAS (ng/m ³)	ERM1	ERM2
Som PFAS	0,1228	0,0706
Som 4-EFSA PFAS	0,0561	0,0232
PFOS	0,0480	0,0189
PFOA	0,0056	0,0037
PFBA	0,0265	0,0200
PFPrA	0,0123	0,0060
MetPFBSAA	0,0060	0,0066

Op beide meetlocaties ligt de som PFAS-concentratie in zwevend stof ruim onder de toetsingswaarde van 0,4 ng/m³: De twee belangrijkste PFAS in het gemeten stof zijn PFOS en PFBA. Daarnaast worden voornamelijk precursoren gemeten. De hoogst gemeten som PFAS-concentratie bedraagt 0,1228 ng/m³ en de hoogste 4 EFSA PFAS concentratie bedraagt 0,0561 ng/m³. Rekening houdend met het feit dat de het verschil tussen deze beide metingen voornamelijk C8-precursoren zijn, kan gesteld worden dat de totale som PFAS concentraties

voor de Risico-evaluatie kan beschouwd worden als een 4 EFSA PFAS concentratie. Zodoende is deze vergelijkbaar met de hoogste meetwaarde van de stofmetingen uitgevoerd ter hoogte van de Oosterweelwerf van 0,103 ng/m³.

Gebruik stofmeting in S-Risk

Aangezien de risico-evaluatie uitgaat van een conservatieve benadering zal deze maximale som PFAS-concentratie van 0,1228 ng/m³ gehanteerd worden als stofconcentratie in de verdere berekeningen van de humane blootstelling. Dit is enerzijds een realistische benadering, gezien het om reële metingen uit het projectgebied gaat en langs de andere kant is het een conservatieve benadering, omdat de hoogst gemeten concentratie wordt toegepast voor het ganse projectgebied, terwijl de uitgevoerde stofmetingen duidelijk aangeven dat er gemiddeld voor alle meetpunten samen lagere waarden worden gemeten.

7.1.4.2 PFAS IN EIENEN

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 gezondheidkundige 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 bodemonsters 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 formularium 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 kippen 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.

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. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten aan PFAS in bepaalde levensmiddelen. Deze regelgeving is overgenomen door het FAVV en van toepassing sinds 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 zijn de Europese normen toegepast om na te gaan of eieren die in het commerciële circuit worden geplaatst geschikt zijn voor consumptie.

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 erop 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. 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 7-6 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.

TABEL 7-6 EI-ANALYSES

µg/kg ng	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	5,3	<0,5	0,20	<0,5	0,57	<0,5	0,072	3,60	6,14	3,60	7,68	3,60	5,37	<0,5	2,31
KA66	9	22	<0,5	0,20	<0,5	0,17	<0,5	0,42	9	22,79	10,53	23,94	9,86	22,73	0,67	1,21
LA128	4,3	10	<0,5	0,23	<0,5	0,35	<0,5	0,12	4,3	10,70	4,30	12,13	4,30	10,18	<0,5	1,95
LE04	2,8	4,7	2,8	4,70	<0,5	0,17	<0,5	0,21	2,8	5,22	2,80	7,19	2,80	5,14	<0,5	2,05
LI30	1,8	7,5	<0,5	0,096	<0,5	0,11	<0,5	0,12	1,8	7,83	1,80	8,50	1,80	7,70	<0,5	0,81
NE111	7,8	19	<0,5	0,11	<0,5	0,091	<0,5	0,16	7,8	19,36	7,80	20,06	7,80	19,32	<0,5	0,74
NE18A	14	110	0,6	0,64	<0,5	0,86	<0,5	1,4	14,6	112,90	14,60	122,27	14,00	113,37	0,60	8,90
NE67	170	180	5,4	0,20	0,27	0,32	11	2,8	186,67	183,32	195,82	188,33	185,43	185,02	10,39	3,31
NE88	13	46	<0,5	0,20	<0,5	0,19	<0,5	0,38	13	46,77	13,00	47,72	13,00	46,74	<0,5	0,98
PO20	3,6	29	<0,5	0,059	<0,5	0,2	<0,5	0,24	3,6	29,50	3,60	31,61	3,60	29,48	<0,5	2,14
PO238	18	72	0,55	0,22	<0,5	0,27	<0,5	1,1	18,55	73,59	19,55	75,47	19,00	73,98	0,55	1,49
RO17	9,9	16	<0,5	0,11	<0,5	0,24	<0,5	0,29	9,9	16,64	9,90	18,11	9,90	16,71	<0,5	1,40
SM11	7,3	19	<0,5	0,29	<0,5	0,087	<0,5	0,37	7,3	19,75	7,30	20,25	7,30	19,57	<0,5	0,68
ST53	5,2	21	0,24	0,046	<0,5	0,11	<0,5	0,053	5,2	21,21	5,20	21,77	5,20	21,05	<0,5	0,72
VR01	10	28	0,66	0,81	<0,5	0,078	<0,5	1,7	10,66	30,74	13,11	32,11	10,82	30,33	2,29	1,78
VR37	5,2	16	<0,5	0,14	<0,5	0,22	<0,5	0,14	5,2	16,50	5,75	17,43	5,75	16,32	<0,5	1,11

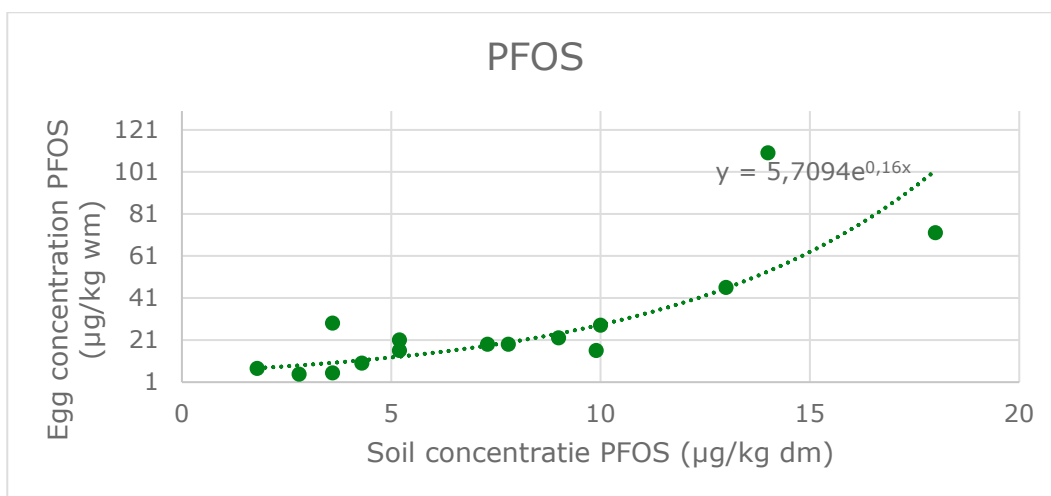
Gr = grondstaal, Ei = eierstaal

Op basis van bovenstaande tabel blijkt dat de resultaten van alle geanalyseerde eieren niet voldoen aan de normen die sinds 1 januari 2023 van kracht zijn.

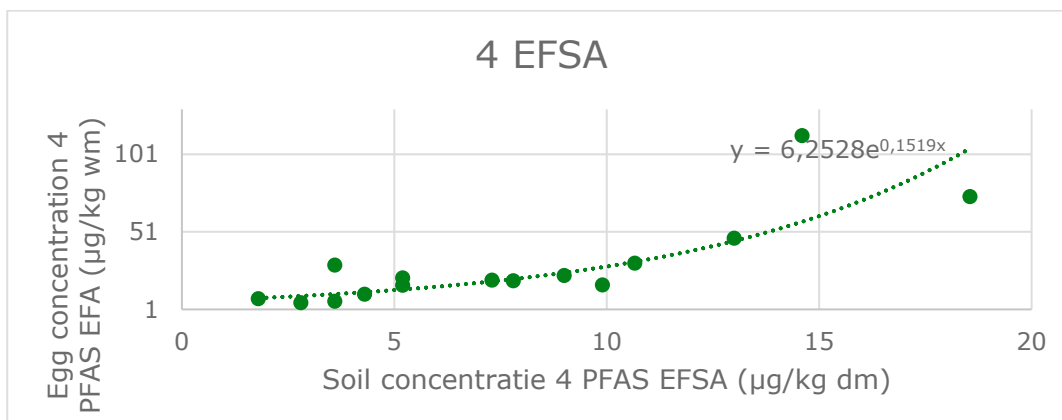
Uit de literatuur blijkt dat de opname van PFAS via het oppikken van grond door scharrelkippen een significante bijdrage levert aan het PFAS-gehalte in de eieren van deze kippen⁶⁸. Daarom is nagegaan of het mogelijk is om met bovenstaande dataset een rekenkundige relatie te bepalen tussen de grondconcentraties 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 geplote. 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

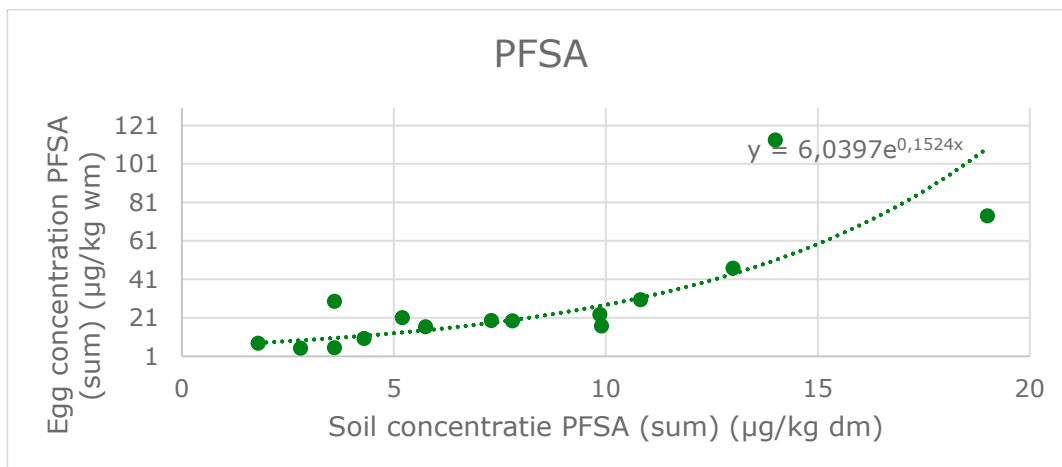


ILLUSTRATIE 7-5 RELATIE GROND – EI CONCENTRATIE VOOR 4 EFSA

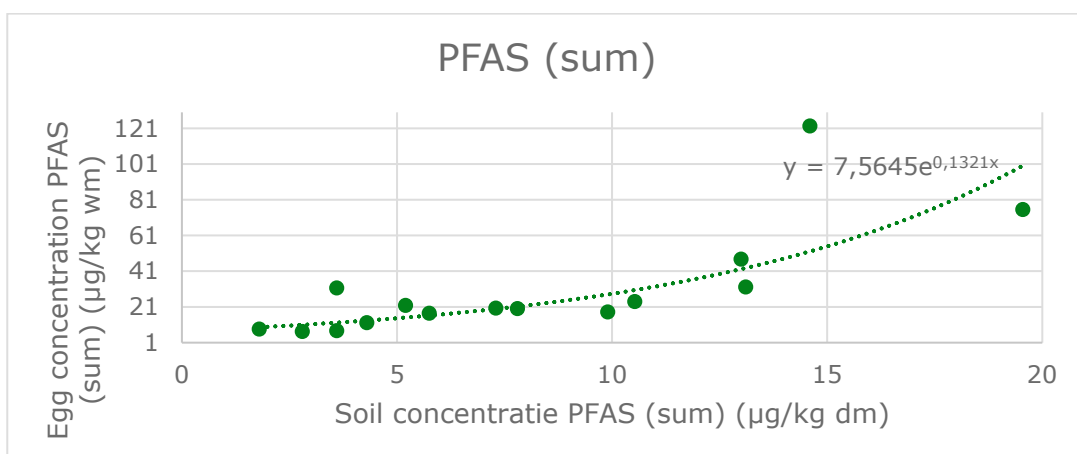


⁶⁸ Home produced eggs: an important pathway of human exposure to perfluorobutanoic acid (PFBA) and perfluorooctanoic acid (PFOA) around a mega fluorochemical industrial park in China”, Su et al. Environ Int.. 2017 Apr;101:1-6; en “Home-produced eggs: An important human exposure pathway of perfluoroalkylated substances (PFAS)”, Lasters et al. Chemosphere Volume 308, Part 1, December 2022, 136283

ILLUSTRATIE 7-6 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 blootstellingdosis 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.

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:

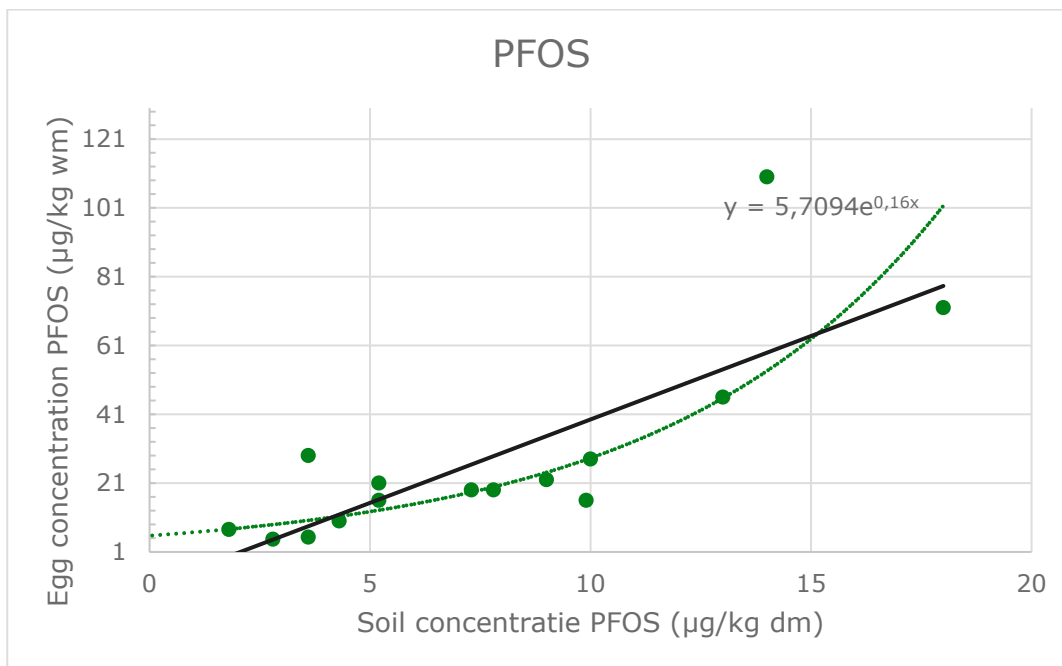
- ter hoogte van locatie LI30 is een grondconcentratie PFOS van 1,8 µg/kg ds gemeten. Deze concentratie ligt hoger dan de streefwaarde van 1,5 µg/kg ds, maar lager dan de richtwaarde van 3,0 µg/kg ds, die geldt als waarde voor vrij gebruik van de bodem. Op deze locatie is een ei-concentratie gemeten 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 van kracht sinds 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 eerder 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, 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



7.1.4.3 PFAS IN GEWASSEN

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 zijn nieuwe monsternamen campagnes in 2022 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 meetcampagne 104 monsters van verschillende groenten genomen met een maximale detectielimiet van 0,05 µg/kg ng. Daarnaast zijn er in de laatste meetcampagne van 2023 nog 9 verschillende groenten geanalyseerd met een detectielimiet van 0,1 µg/kg ng. Gezien bij deze laatste meetronde de detectielimiet opnieuw boven de EAC van 0,05 µg/kg ng ligt, zijn deze metingen niet meegenomen in de verdere evaluatie.

Voor de verdere evaluatie met de metingen met een detectielimiet onder de EAC van 0,05 µg/kg ng en zoals voorzien in de code van goede praktijk "Aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS" zijn de groenten als volgt gegroepeerd:

bBladgewas (foliar): sla, spinazie, selder, warmoes, prei, rabarber, venkel, rucola, rozemarijn, andijvie;

- knolgewas (tuber): aardappel;
- wortelgewas (root): knolselder, rode biet, raap, wortel, biet; en
- 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 monsternamen en analyses is in sectie 4.5 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 bekommt 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.

Algemene bemerkingen PFAS opname in gewassen

Om 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 al⁶⁹ geven in hun onderzoek aan dat opname via grondwater, poriënwater 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-conform verklaring van het onderzoeksrapport van 29 december 2022 (tweede gefaseerd BBO) is het ontbreken van de evaluatie van grondwater, poriënwater 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, poriënwater 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 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.

⁶⁹ 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

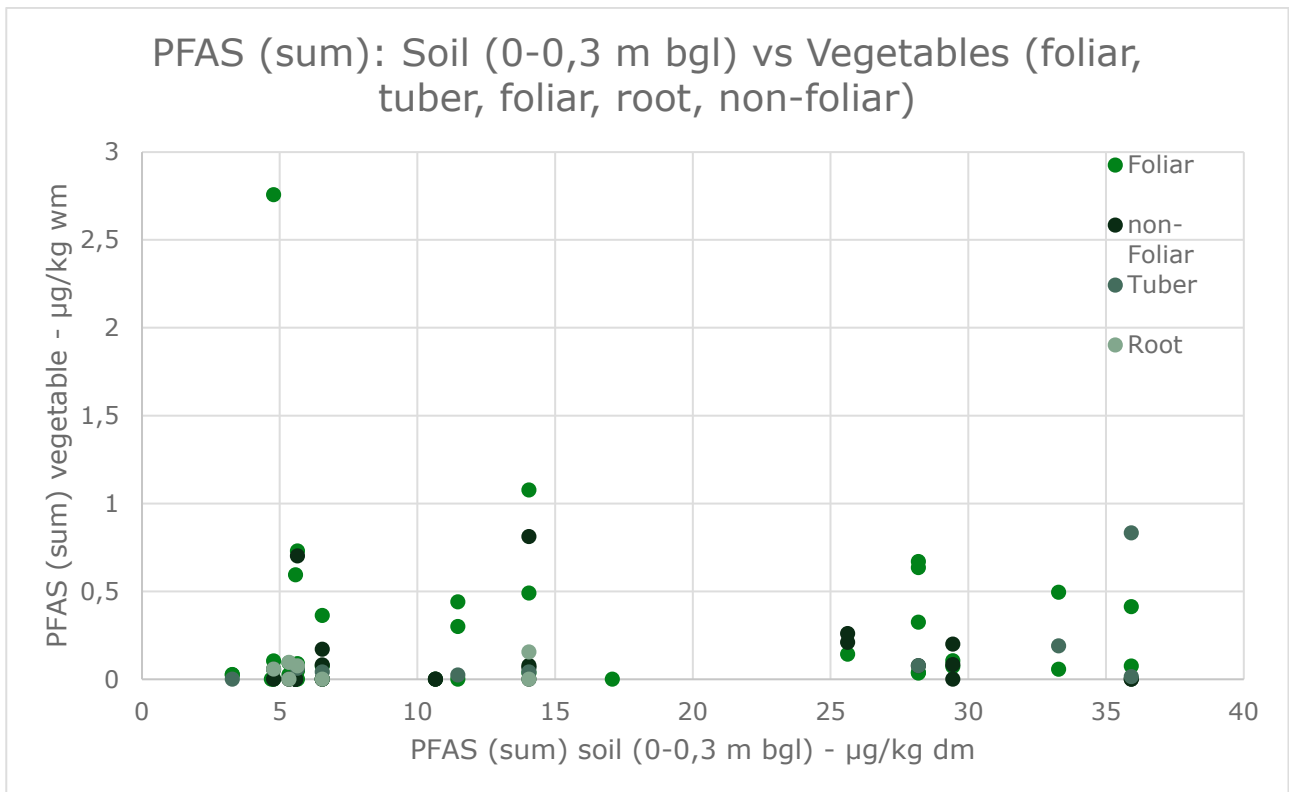
Daartegenover staat dat het wel relevant is om de mogelijke humaan risico's voldoende conservatief in te schatten in de risico-evaluatie. Daarom zijn in voorliggend BBO pragmatische en conservatieve aannames en inschattingen gemaakt, op basis van veldmetingen, om tot een voldoende voorzichtige alsook 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.

Relatie grondconcentratie en plantenconcentratie

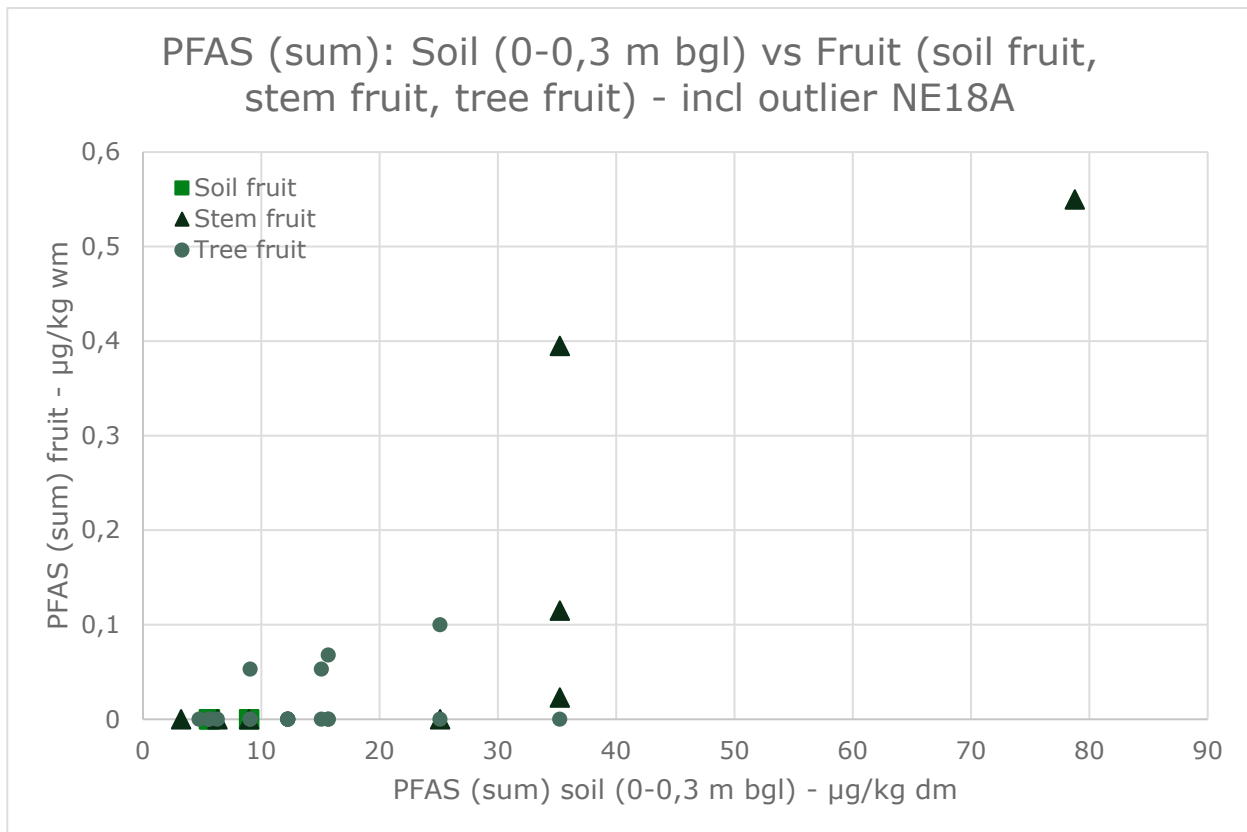
In de vorige hoofdstukken is al aangegeven dat er geen duidelijke relaties aantoonbaar zijn tussen de verontreinigingsgraad van de grond en de PFAS-concentraties gemeten in de verschillende planten. Illustratie 7-9 voor groenten en Illustratie 7-10 voor fruit toont per plantendataset de PFAS (som) grondconcentratie 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 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

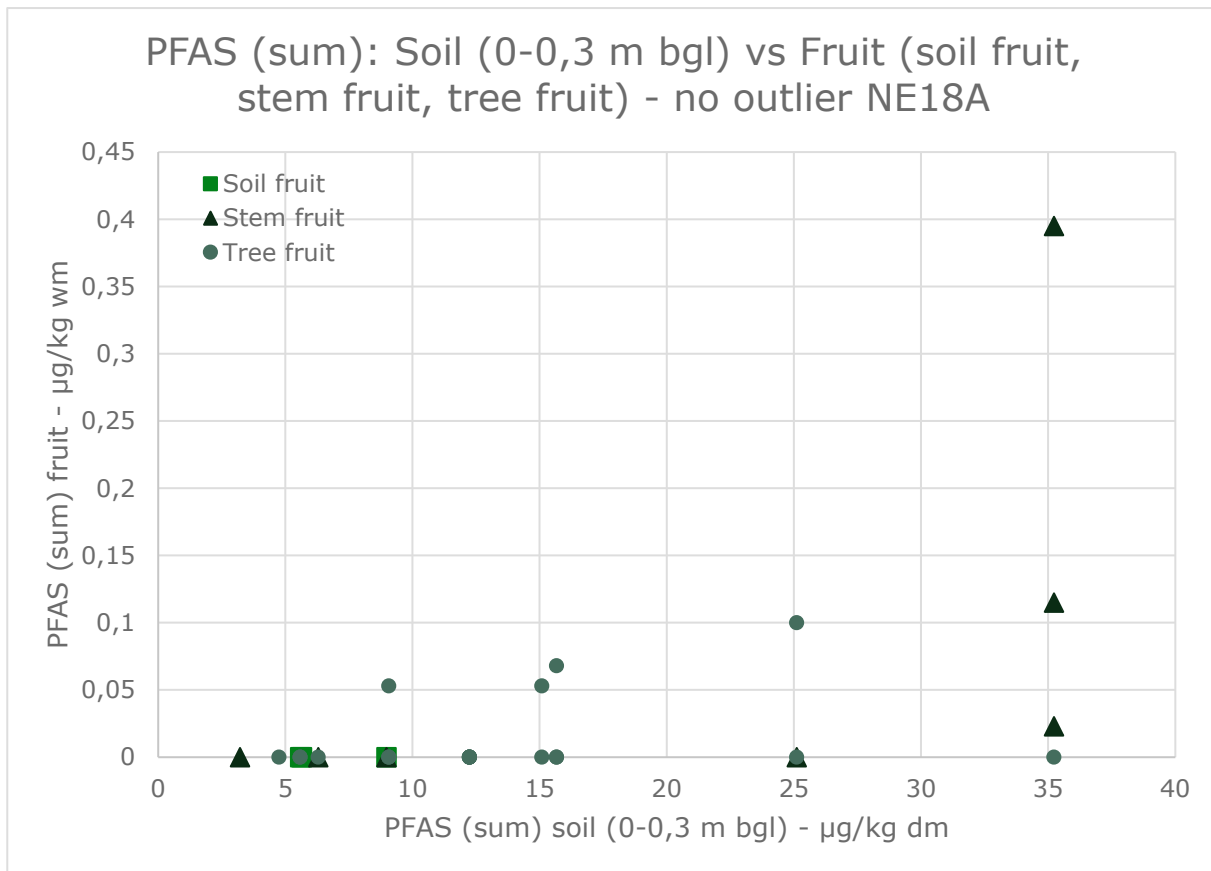


ILLUSTRATIE 7-10 RELATIE CONCENTRATIE PFAS-SOM IN GROND EN FRUIT (MET OUTLIER)



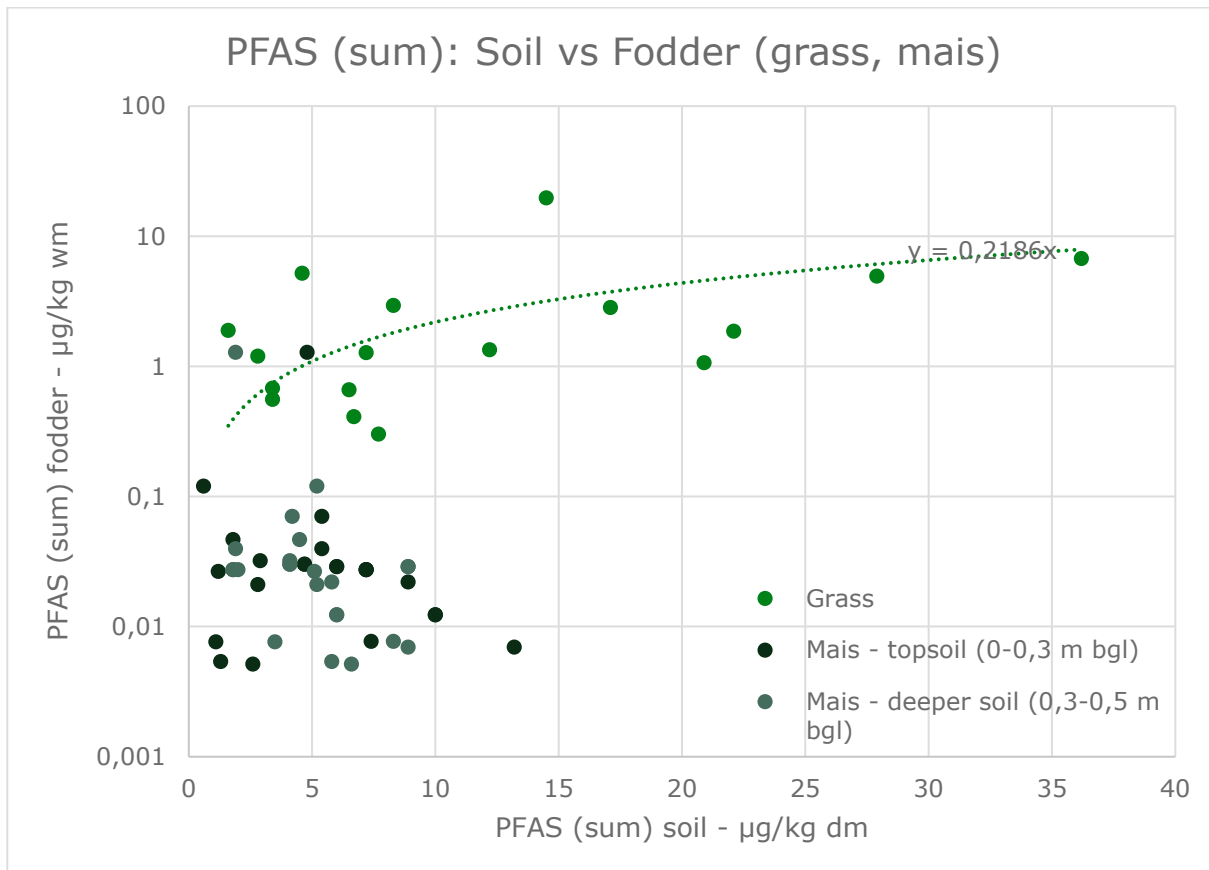
Hieruit blijkt effectief dat er geen lineaire relatie kan bepaald worden. Er is geen merkbare toename van de PFAS-concentraties in groenten of fruit bij een toenemende PFAS-grondconcentratie. De fruitmetingen geven voor het stengelfruit een indicatie van een lineair verband, maar dit is een gevolg van 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 relatief 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 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 (R²) 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

**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 gehouden worden met de reële gemeten concentraties op het terrein.

In de niet-conform verklaring van het tweede gefaseerde BBO worden verschillende bemerkingen 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 82 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 al⁷⁰. In dit artikel is 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 het volgende 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. Immers, 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 Ghizi 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 al⁷¹ waar verder wordt gebouwd op de studie van Ghizi R. et al (2019) is het volgende geconcludeerd: *"Some results from the reviewed literature are contradictory or inconclusive and require additional research. The observed different uptake behaviour of PFCAs and PFSA, the smaller $\Delta \log$ BAFs for PFSA, 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*

⁷⁰ Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review, Environmental Research 169 (2019) 326–341

⁷¹ xxx Extending the knowledge about PFAS bioaccumulation factors for agricultural plants – A review, Science of The Total Environment Volume 766, 20 April 2021, 142640)

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 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 tot op heden bekomen zijn.

Het toepassen van een éénvoudige 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, overstijgt dergelijk onderzoek de inhoud van een BBO. ERM heeft getracht hier meer inzicht in te verwerven maar de meetcampagne om poriewatermonsters te verzamelen was niet succesvol. 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 aanwezig zijn. 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 BBO zoals verder is aangegeven een conservatieve pragmatische benadering toegepast waarbij wordt vertrokken van de EAC -

screeningswaarde 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.

Het is 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'.*

7.1.5 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 7-7 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 7-7 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 groentconsumptie 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 zijn of mogelijk aanwezig zijn, 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.

7.1.6 TOE TE PASSEN BODEMGEBRUIKEN

Tijdens de uitvoering van voorliggend 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 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 en telkens zou moeten aangepast worden wanneer het gebruik of de situatie op het perceel wijzigt. Tevens is dergelijke verfijnde risico-evaluatie niet mogelijk binnen de door OVAM opgelegde uitvoeringstermijn voor de uitvoering van het BBO. Daarom is een omgekeerde benadering toegepast die toelaat om zones af te bakenen waarbinnen gelet op het eerder algemene 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 in een volgende fase 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 is ook toegepast in het goedgekeurde eerste gefaseerde BBO.

Echter, gelet op de "code van goede praktijk: Aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen" van 2022, 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.

Voor locaties met een industrieel gebruik (bestemmingstype V) schrijft de code van goede praktijk voor dat altijd het standaardblootstellingsscenario "dagrecreatie – buiten activiteit" dient te worden toegepast. Deze verplicht te volgen benadering brengt met zich mee dat voor een terrein met een industrieel gebruik ook kinderen op het terrein mee in rekening worden gebracht als receptor. Dit is een zeer conservatieve benadering voor het overgrote deel van de industriële terreinen in het projectgebied, waar strikte maatregelen van toepassing zijn over wie deze terreinen mag betreden en kinderen niet zijn toegelaten. Er dient hierbij opgemerkt te worden dat S-Risk enkel een risico bepaalt voor de verontreinigingen aanwezig op het terrein waarvoor de risico-evaluatie wordt uitgevoerd. Om de impact van een eventuele verwaaiing van een meer naar een minder verontreinigd terrein mee te nemen, wordt in het model een terreinspecifieke achtergrondblootstelling meegenomen zoals hiervoor besproken voor de stofmetingen.

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.
- Voor recreatief bodemgebruik met buitenactiviteiten en voor industrieel bodemgebruik:
 - **Dagrecreatie – buiten activiteit:** gebruik door volwassenen en kinderen waarbij kinderen 8 uur per dag, 5 dagen per week en 8 weken per jaar buiten spelen en

volwassenen tussen 2,1 en 3,1 uur per dag, 2 dagen per week en 44 weken per jaar buiten actief zijn. Deze waarden liggen aanzienlijk hoger in vergelijking met een standaard industrieel blootstellingsscenario. Er zijn geen koeien of kippen, dus er worden geen zelfgekweekte eieren, vlees, melk of melkproducten geconsumeerd. Er worden een hogere inhalatie per uur en dermaal contact oppervlakte toegepast in vergelijking met een standaard residentieel of standaard industrieel bodemgebruik.

7.1.7 GRONDWATERGEBRUIK

De grondwateranalyses hebben aangetoond dat de drinkwaternormen (som PFAS en/of som PFAS 20 EU DWRL) voor het ganse projectgebied zijn overschreden in het ondiepe grondwater. Hieruit volgt dat de consumptie van grondwater net zoals bij eigen gekweekte eieren een risico inhoudt, ongeacht de mate waarin het grondwater wordt geconsumeerd. Het is daardoor niet zinvol om deze blootstellingsroute mee te nemen in de evaluatie van de grondverontreiniging, omdat de opname van grondwater steeds een risico zou aangegeven, zonder dat duidelijk is of dit ook het geval is voor de grondconcentratie. Daarom is bij de risico-evaluatie van het humaan risico de blootstelling door consumptie van grondwater niet meegenomen.

Naast het gebruik als drinkwater kan grondwater ook aangewend worden voor het irrigeren/besproeien van gewassen of het drenken van vee.

Het S-Risk blootstellingsmodel bevat geen formularium dat toelaat om een inschatting te maken van de verontreiniging opgenomen door gewassen vanuit het irrigatiewater. Deze opname verloopt grotendeels via de bodem. Hiervoor is reeds aangetoond dat de relatie grondconcentratie-plantconcentratie niet eenduidig is. Dit geldt ook voor de relatie irrigatiewaterconcentratie en plantconcentratie. Daarom is voorzien om de impact op gewassen en de mogelijk bijdrage aan het totale blootstellingsrisico door de consumptie van deze gewassen te bepalen op basis van gewasmetingen en gewasnormen.

Het S-Risk model geeft aan dat de totale waterconsumptie van vee bestaat uit een deel grondwater, een deel drinkwater (leidingwater) en een deel "ander" water, waarbij standaard wordt aangenomen dat 100% grondwater is. Aan de overige mogelijke waterbronnen is een fractie 0% toegekend. Dit is een conservatieve aanname gezien in realiteit vee niet enkel grondwater als drinkwater krijgt. Om alsnog een inschatting te kunnen maken van de bijdrage van het grondwater aan het risico van de consumptie van dierlijke producten is voor het standaardbodemgebruik landbouw uit het S-Risk model een aparte evaluatie voor grondwaterblootstelling uitgewerkt.

7.1.8 BODEMTYPE

Een risicobeoordeling is steeds uitgevoerd voor de locatiespecifieke bodemsamenstelling. Voor het projectgebied is de bodem, op basis van de boorbeschrijvingen, omschreven als een lemige zandgrond. Daarom is in het S-risk 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). 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.

7.1.9 RISICOGRENSWAARDEN

7.1.9.1 BEREKENING RISICOGRENSWAARDEN VOLGENS EPA 2016

Inleiding

Bij de evaluatie van de blootstellingsroutes voor de drie bodemgebruiken (dagrecreatie-buiten activiteit (ook voor industrie), 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 blootstellingsroutes zijn mee geëvalueerd als het standaard landbouw bodemgebruik in S-Risk, zoals opgelegd door de code van goede praktijk. 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. Het drinkwater van de dieren bestaat 100% uit grondwater.

In tegenstelling tot het eerste gefaseerd BBO zijn 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 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 éénvoudige berekening/benadering, waarna telkens bepaalde input parameters verder verfijnd zijn om een meer sitespecifiek bodemgebruik te benaderen.

De uitdraai van S-Risk kan men terugvinden in Bijlage 26.

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 (of 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 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.

In deze evaluatie is ook de maximale stofconcentratie van 0,1228 ng/m³ toegepast voor zowel PFOS als PFOA.

Uit dit standaard bodemgebruik voor landbouw 1 met als ei-concentratie de Europese normen en de maximale stofconcentratie zijn respectievelijk 0,3489 µg/kg ds en 4,208 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 (of PFSA+) de tweede belangrijkste blootstellingsroute gevolgd door de opname via groenten. Voor PFOA of PFCA-som is dit net omgekeerd.

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 som PFSA (of PFSA+) en som PFCA-concentraties per groentegroep, zoals besproken in sectie 7.1.6. 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-concentratie, 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 (0,2363 µg/kg en 4,443 µg/kg slechts licht te wijzigen in vergelijking met standaard bodemgebruik landbouw 1. Gezien het model voor dit scenario de groenteconcentraties berekent op basis van de ingevoerde, gemiddelde gemeten concentraties dient vastgesteld te worden dat het S-Risk model met de standaard BCF's de opname door groenten overschat. Er worden in het studiegebied namelijk duidelijk hogere grondconcentraties gemeten dan de berekende RGW's die echter vergelijkbare gemiddelde groenteconcentraties opleveren als wat het S-Risk model voor deze aanzienlijk lagere RGW's

berekent, zelfs wanneer deze gemiddelde gewasconcentratie 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 7-8 hieronder). De opname via vlees en melk blijft evenwel de belangrijkste blootstellingsroute voor standaard bodemgebruik 2.

Voor standaard bodemgebruik landbouw 2a waarin de maximale som PFSA en som PFCA zijn ingevoerd kan het model voor PFOS (of som PFSA) geen risicogrenswaarde berekenen, omdat de combinatie van de ingevoerde blootstellingsroutes (ei-verbruik met als concentratie de Europese norm, de maximale gemeten stofconcentratie en de maximale groenteconcentraties) al een risico geven. Dat betekent dat er voor dit scenario voor de maximale groenteconcentraties in combinatie met de ei- en stofconcentraties er geen bijkomende PFOS (of PFSA, of PFSA+) blootstelling vanuit de grond kan plaats vinden omdat anders de EPA 2016 referentiewaarde wordt overschreden. 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 4,443 µg/kg voor standaard bodemgebruik landbouw (2) naar 3,075 µg/kg voor standaard bodemgebruik landbouw 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 een hogere opname via groenten een significante impact heeft op de risicogrenswaarde voor een bodemgebruik waarin de blootstelling voornamelijk wordt bepaald door eigen gekweekte producten, wat niet een normaal residentieel bodemgebruik is. Voor de PFCA-groep is dit niet het geval.

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 (of 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 (of 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 geen RGW-voor de grond kan berekenen. Dat betekent dat er voor dit scenario vanuit de grond geen bijkomende PFOS (of PFSA, 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 (of

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 niet berekenbare RGW voor grond en de beperkte invloed voor PFCA van de maximale groentecentraties is voor standaard bodemgebruik landbouw 3 geen aangepaste modellering uitgevoerd waarbij de maximale som PFSA- en som PFCA-concentraties voor groenten worden ingevoerd.

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 2.601 µg/kg ds voor som PFSA (of 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 groentecentraties 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 2.394 µg/kg ds voor som PFSA (of 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 en als via andere blootstellingen (vb: consumptie van vlees, melk, "consumer goods",...) de maximale toelaatbare inname al zo goed als bijna volledig is bereikt.

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.

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 maisconcentratie 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 mais 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 geen RGW- in de grond berekent. Dat betekent dat er vanuit de grond voor dit scenario geen bijkomende PFOS (of PFSA, 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.

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 (of PFSA+) 2.449 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.

Overig bodemgebruik

Naast de het bodemgebruik landbouw zijn ook voor de bodemgebruiken bewoning met tuin (geen moestuin en/of kippenren) en dagrecreatie-buitenactiviteit de RGW's bepaald, respectievelijk scenario 8 en 9. Voor beide scenario is steeds de maximale gemeten stofconcentratie gehanteerd.

Samenvatting RGW's per bodemgebruik

Onderstaande Tabel 7-8 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 7-8 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 en maximale gemeten stofconcentratie:	0,3489	4,208
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-14%	2-4%
opname via lokale groenten	5-9%	7-23%
opname via lokaal vlees en melk	74-88%	72-90%
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, de maximale gemeten stofconcentratie en de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep voor PFSA en de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep voor PFCA:	0,2363	4,443
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-14%	2-5%
opname via lokale groenten	6-18%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	68-86%	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 2a: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de maximale gemeten stofconcentratie en de maximale gemeten groentecentraties per groentegroep voor PFSA en de maximale gemeten groentecentraties per groentegroep voor PFCA:	<0,1	4,3
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-12%	2-3%
opname via lokale groenten	13-32%	27-54%
opname via lokaal vlees en melk	58-79%	43-71%
opname via bodem en stof	0,1%	0,1%
	<0,1%	0,1%

Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)	PFOS of som PFSA	PFOA of som PFCA
<p>inname via water inhalatie</p>	<p><0,01%</p>	<p><0,01%</p>
<p>Standaard landbouw 3: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de maximale gemeten stofconcentratie, de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie :</p>	<p><0,1</p>	<p>5,389</p>
<p>Verdeling totale dosis: opname via eieren opname via lokale groenten opname via lokaal vlees en melk opname via bodem en stof inname via water inhalatie</p>	<p>2-5% 2-6% 89-96% 0,1% <0,1% <0,01%</p>	<p>2-5% 4-13% 82-94% 0,1-0,2% 0,1-0,4% <0,01%</p>
<p>Aangepast landbouw 4: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de maximale gemeten stofconcentratie, de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie, zonder de blootstellingroute opname via vlees en melk:</p>	<p>2.601</p>	<p>867</p>
<p>Verdeling totale dosis: opname via eieren opname via lokale groenten opname via lokaal vlees en melk opname via bodem en stof inname via water inhalatie</p>	<p>8-11% 7-13% nvt 35-75% 10-42% <0,1%</p>	<p>5-7% 10-15% nvt 18-59% 26-65% <0,1%</p>
<p>Aangepast bodemgebruik landbouw 4a: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de maximale gemeten stofconcentratie, de maximale gemeten groentecentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie, zonder de blootstellingroute opname via vlees en melk</p>	<p>2.394</p>	<p>867</p>
<p>Verdeling totale dosis: opname via eieren opname via lokale groenten opname via lokaal vlees en melk opname via bodem en stof inname via water inhalatie</p>	<p>8-11% 13-25% nvt 30-69% 10-35% <0,1%</p>	<p>3-4% 42-55% nvt 11-38% 16-39% <0,1%</p>

Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)	PFOS of som PFSA	PFOA of som PFCA
Standaard landbouw 5: risicogrenswaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de maximale gemeten stofconcentratie, de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep met de Europese normen voor vlees als maximale concentratie:	0,3347	4,401
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 ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de maximale gemeten stofconcentratie, de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep met de Europese normen voor vlees als maximale concentratie en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie:	<0,1	5,355
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 ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de maximale gemeten stofconcentratie, de gemiddelde gemeten groentecentraties per groentegroep met de Europese normen voor vlees en de EAC van het FAVV voor melk en boter als maximale concentratie:	2.449	868
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 bewoning 8: risicogrenswaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) met tuin en de maximale gemeten stofconcentratie, maar zonder moestuin en/of kippenren	2.696	868

Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)	PFOS of som PFSA	PFOA of som PFCA
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 dagrecreatie-buitenactiviteit 9: risicogrenswaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) met de maximale gemeten stofconcentratie	14.040	14.780
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 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$. 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 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$. 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. Naar verwachting zullen de nieuwe normen en bijhorende EFSA 2020 GGW van toepassing gaan vanaf 1 september 2024.

Berekening risicogrenswaarden volgens EFSA 2020

Om alsnog een inschatting te kunnen maken van de RGW's wanneer de EFSA 2020 GGW wordt toegepast en al een aanzet te kunnen geven rekening houdend met het nieuwe toekomstige normenkader is met het S-Risk model een RGW bepaald voor de bodemgebruiken standaard landbouw (A), standaard bewoning met moestuin (B), bewoning met tuin maar zonder moestuin (C), standaard recreatie buiten (D) aangevuld met het bodemgebruik standaard industrie-zware activiteit (F). Het model is hiervoor aangepast volgens de methodologie van VITO in het rapport "Bindend normenkader voor PFOS en PFOA" van 5 oktober 2022. Het

bodemgebruik standaard industrie-zware activiteit (F) is toegepast omdat gelet op de toepassing van de strengere EFSA 2020 GGW de conservatieve benadering om voor een industrieel gebruik het blootstellingsbodembebruik standaard dagrecreatie-buitenactiviteit niet meer van toepassing zal zijn en er een meer realistische inschatting van de risico's voor een industrieel gebruik aan de hand van het bodembebruik standaard industrie-zware activiteit worden uitgevoerd. Dit is een afwijking op de huidige code van goede praktijk.

Naar analogie met het meer realistisch benaderen van de blootstelling aan de hand van de bijhorende blootstellingsbodembebruiken uit het S-Risk model, is ook een evaluatie voor het bodembebruik standaard bewoning met moestuin (B) uitgevoerd, waarbij enerzijds de gemeten gemiddelde PFSA en PFCA-groenteconcentraties en anderzijds de EAC van het FAVV zijn aangewend als groenteconcentraties (respectievelijk Ba en Bb).

Dit scenario mag volgens de huidige code van goede praktijk niet worden toegepast voor een bodembebruik 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 strengere EFSA 2020 GGW is toegepast, kunnen de standaard bodembebruiken 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/m³ (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 7-9:

TABEL 7-9 RISICOGRENSWAARDEN MET EFSA 2020 TWI

Geëvalueerd bodembebruik (EFSA 2020)	RGW PFOS of som PFSA (µg/kg ds)	RGW PFOA of som PFCA (µg/kg ds)
Standaard landbouw (A) – EFSA	0,21	0,70
Standaard bewoning met moestuin (B) – EFSA	42	96
Standaard bewoning met moestuin gemid (Ba) – EFSA	0*	0*
Standaard bewoning met moestuin EAC FAVV (Bb) – EFSA	46	97
Standaard bewoning met tuin maar zonder moestuin (D) – EFSA	105	124

Geëvalueerd bodemgebruik (EFSA 2020)	RGW PFOS of som PFSA ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	RGW PFOA of som PFCA ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)
Standaard dagrecreatie-buitenactiviteit (E) – EFSA	3.853	9.744
Standaard industrie-zware activiteit (F) - EFSA	323	385

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 voor PFOS (of PFSA, of PFSA+) en voor PFOA (of PFCA) geen risico uitgaat van concentraties onder de huidige richtwaarden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat bij deze berekening de standaard blootstellingsroutes voor het standaard bodemgebruik landbouw zijn toegepast, wat betekent dat de blootstelling door het verbruik van eigen gekweekte eieren niet is meegenomen. Wanneer in het S-Risk model de EU-norm voor eieren wordt ingevoerd en de blootstellingsroute voor consumptie van eieren wordt geselecteerd berekent het S-Risk model voor PFOS geen RGW en voor PFOA een RGW van 0,5417 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Dit betekent dat de consumptie van eieren met PFOS en PFOA-concentraties gelijk aan de EU eisen normen geen bijkomende blootstelling meer toelaten via de overige blootstellingsroutes voor een standaard landbouwgebruik gerelateerd aan de grondverontreiniging. Wanneer de maximale gemeten stofconcentratie wordt ingegeven in het standaard bodemgebruik landbouw (A) dan berekent het S-Risk eveneens geen RGW's. Bij een toetsing aan de EFSA 2020 GGW voor het standaard bodemgebruik landbouw (A) lijkt het er dus op dat er geen mogelijkheid is om gemeten concentraties in te voeren zonder dat er een risico ontstaat. Belangrijk hier is te vermelden dat het model bij dit bodemgebruik meer dan 99% van de totale opname van PFAS toeschrijft aan de consumptie eigen gekweekte groenten, vlees en melkproducten.

Wanneer de gemiddelden van de gemeten groentenconcentraties voor PFSA en PFCA worden aangewend, berekent het model voor bodemgebruik standaard bewoning met moestuin (Ba) geen RGW, 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.

Wanneer het consumptiepatroon voor bewoning met groentetuin waarbij de groenten voldoen aan de EAC van het FAVV van toepassing is, dan zijn op basis van de modellering grondconcentraties toegelaten die ruim boven de huidige bodemsaneringsnorm van 3,9 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ liggen, met 46 en 96 $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ voor respectievelijk PFOS (of PFSA, of PFSA+) en PFOA (of PFCA). 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.

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.

7.1.9.2 EVALUATIE BODEMGEGEVENS TEN OPZICHTE VAN RISICOGRENSWAARDEN

Landbouw en bewoning

Wanneer de resultaten van de bodemanalyse worden vergeleken met de berekende RGW's volgens de huidige code van goede praktijk en dus op basis van EPA 2016, 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 (of 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 1.000 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 ter hoogte van de relevante bodemgebruiken in het onderzoeksgebied.

Wanneer rekening wordt gehouden met het geactualiseerde normenkader en het reeds door de Vlaamse Regering goedgekeurde tijdelijk handelingskader, dat echter nog niet van toepassing is, 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 PFAS groentenconcentraties 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 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 van zodra beschikbaar in een latere fase, bijvoorbeeld tijdens opmaak van een BSP, 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 ingeschat.

Op basis van de uitgevoerde grasanalyses blijkt er een theoretische doorvergiftiging van PFAS naar de grazende dieren en hun consumptieproducten plaats te vinden. Omdat dit proces nog onvoldoende is gekend wordt aangeraden om dit verder uit te klaren. In de tussentijd wordt aangeraden om dierlijke producten binnen het onderzoekgebied 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 voor bodemgebruiken landbouw en bewoning 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.

Industrie en recreatie

Op basis van de huidige methodologie uit de code van goede praktijk zijn voor het standaard bodemgebruik recreatie-buitenactiviteit dat van toepassing is voor terreinen met een recreatief of industrieel gebruik, een RGW bepaald voor PFOS (of PFSA, of PFSA+) en PFOA (of PFCA) van ruim 14.000 µg/kg. Dergelijke concentraties zijn enkel sporadisch overschreden ter hoogte van het bronterrein zelf, dus op de 3M-site.

Wanneer echter een RGW wordt berekend volgens het tijdelijke handelingskader met de geactualiseerde toetsingswaarden, dan zijn voor recreatie RGW's van respectievelijk 3.853 µg/kg en 9.744 µg/kg berekend voor PFOS (of PFSA, of PFSA+) en en PFOA (of PFCA). Voor industrie liggen de berekende RGW's lager, met respectievelijk 323 µg/kg en 385 µg/kg. Ook deze PFOS (of PFSA) RGW voor recreatie is enkel overschreden op het bronterrein van 3M. De PFOS (of PFSA) RGW's voor industrie op basis van de EFSA 2020 GGW is overschreden ter hoogte van het bronterrein van 3M samen met het gebied ter hoogte van de Palingbeek en het oostelijk deel van Blokkersdijk.

Terreinen die intens door kinderen worden gebruikt voor recreatie (vb. een wijkspeelplein), dienen gelet op de verhoogde blootstelling door dit intens gebruik eerder beschouwd te worden als een "tuin" waardoor vanuit een voorzichtigheidsbenadering de RGW's voor wonen zonder groentetuin van toepassing zijn. Voor het huidige toetsingskader en EPA 2016 GGW komt dit neer op 2.696 µg/kg voor PFOS (of PFSA, of PFSA+) en 868 µg/kg voor PFOA (of PFCA). Op basis van het tijdelijk handelingskader met de geactualiseerde toetsingswaarden zijn RGW's van respectievelijk 105 µg/kg en 124 µg/kg van toepassing.

De PFOS (of PFSA, of PFSA+) RGW's op basis van het actuele toetsingskader zijn enkel overschreden ter hoogte van het bronterrein van 3M. De RGW's op basis van de EFSA 2020 GGW is overschreden ter hoogte van het bronterrein van 3M en in zuidelijke richting tot circa 400 m van de autosnelweg E34 (noordelijk deel van de gekende zone 1A), naar het oosten toe het oostelijke deel van Blokkersdijk en het volledige traject langs de Palingbeek en in westelijke richting tot aan de Canadastraat. Ter hoogte van de meer zuidelijk gelegen woongebieden of het noordwestelijk gelegen industrie zijn deze RGW's niet overschreden.

Natuur

Het humaan-toxicologisch risico dat mogelijk kan ontstaan als gevolg van een bodemverontreiniging in een natuurgebied wordt bepaald door het gebruik van dit natuurgebied door de mens. In de meeste gevallen is dit gebruik occasioneel voor onderhoud en beheer of voor recreatie. Recreatie is het meest intense van de twee omdat er van een wekelijkse frequentie wordt uitgegaan. Hierin zit de dagelijkse wandelaar of jogger mee in vervat. Het onderhoud of beheer zal eerder tijdens specifieke perioden plaatsvinden en minder op wekelijkse basis. Bijgevolg kan recreatief gebruik als meer risicovol worden beschouwd.

Hiervoor is bepaald welke RGW's voor het humaan risico bij een recreatief gebruik van toepassing zijn: RGW voor PFOS (of PFSA, of PFSA+) en PFOA (of PFCA) van ruim 14.000 µg/kg volgens het huidige toetsingskader en respectievelijk 3.853 µg/kg en 9.744 µg/kg volgens het tijdelijk handelingskader (EFSA 2020 GGW). De eerste RGW's volgens het huidige toetsingskader zijn nergens overschreden. De tweede RGW's volgens de EFSA 2020 GGW van het tijdelijke handelingskader zijn in de natuurgebieden binnen het onderzoeksgebied niet overschreden.

Deze waarden liggen ruim boven de toetsingswaarden bodemsaneringsnorm voor bestemmingstype I (natuur) en bestemmingstype IV (recreatie), die niet enkel op basis van de humaan-toxicologische risico's zijn bepaald maar ook rekening houden met het gebruik van drinkwater bij binnenactiviteiten, wat hier niet van toepassing is.

Ter hoogte van de Palingbeek die zich ten zuiden van het 3M-terrein voor een deel in industriegebied bevindt, zijn in het sediment (waterbodem) PFOS-concentraties gemeten die

de hierboven vermelde RGW's overschrijdt. Wanneer dergelijk sediment bij ruimingswerken op de oever wordt gedeponeed kan er een aanleiding zijn voor een humaan risico. Alhoewel het vaste deel van de aarde langsheen de Palingbeek op verschillende locaties is geanalyseerd en er geen PFOS-concentraties boven de bovenvermelde RGW's zijn gemeten is er mogelijk wel sprake van een potentieel risico ter hoogte van die locaties waar sediment is geruimd en dit op de oever werd gedeponeed.

7.1.9.3 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 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 gebruiksaanbevelingen 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 7-10 weergegeven. Deze zijn enkel van toepassing voor het projectgebied, 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 7.1.9.1.

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 aangetoond 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 7-10 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 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 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 eigen 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 eigen 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 eigen gekweekte groenten en fruit moet worden vermeden (d)
>105 µg/kg ds	Rechtstreekse blootstelling aan met PFOS verontreinigde grond moet worden vermeden bij bodemgebruiken waar kinderen frequent aanwezig zijn (tuin, speelplein, ...)
>323 µg/kg ds	Rechtstreekse blootstelling aan met PFOS verontreinigde grond moet worden vermeden bij bodemgebruiken verbonden aan een beroepsmatig gebruik (industrie)
>3.853 µg/kg ds	Rechtstreekse blootstelling aan met PFOS verontreinigde grond moet worden vermeden bij bodemgebruiken waar kinderen en volwassenen occasioneel aanwezig zijn (bos, natuurgebied, ...)

(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 µg/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 groentconcentraties aan de EAC van het FAVV

(e) 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 105 µg/kg ds in de bodem.

(f) Rekening houdend met de EFSA 2020 GGW kan er een humaan risico optreden bij een industrieel gebruik vanaf 323 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 nodige 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...”*

De gerapporteerde 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.

7.1.10 BLOEDMETINGEN EN VERMINDERING VAN DE BLOOTSTELLING

De risicobeoordeling in dit gefaseerd BBO is uitgevoerd volgens standaardprocedures, codes van goede praktijk en andere technische documenten die door de OVAM zijn opgesteld en actueel zijn opgelegd. Daarnaast is ook reeds rekening gehouden met het nieuwe, bindende normenkader opgemaakt door VITO72 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 PIH⁷³ 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 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).

⁷² Bindend normenkader voor PFOS en PFOA”, opgesteld door VITO van 5 oktober 2022

⁷³ 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.

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. ERM heeft het AZG gecontacteerd, om meer gedetailleerde informatie over de ruimtelijke spreiding van en andere informatie gelinkt aan individuele analyses te bekomen. Omwille van grotendeels GDPR-redenen zijn deze gegevens niet vrijgegeven, zelfs niet geanonimiseerd, 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.

7.1.11 CONCLUSIE VAN DE HUMAAN-TOXICOLOGISCHE RISICO-EVALUATIE VAN DE PFAS

7.1.11.1 BEWONING EN LANDBOUW – VERONTREINIGING VASTE DEEL VAN DE AARDE

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-toxicologisch 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-toxicologisch 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-toxicologisch risico aanwezig bij het consumeren van dierlijke producten (vlees en melk) op basis van de uitgevoerde modellering. Hiervoor zijn tussenmedia metingen voor gras en mais gebruikt, maar geen reële vlees- of melkmeetresultaten. 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 éénduidige 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 voor wonen en landbouw. 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 kan 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 indien

grondconcentraties voor PFOS (of PFSA) hoger zijn dan 46 µg/kg ds of, in het geval van PFOA (of PFCA) hoger dan 96 µg/kg ds. Deze grondconcentraties worden dan als bovengrens gehanteerd om te besluiten dat het consumeren van eigen groenten en fruit afkomstig van 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. Wanneer voor dit gebruik, residentieel met tuin maar zonder moestuin of kippenren de huidige van toepassing zijnde EPA 2016 toxicologische waarde wordt gebruikt, is er pas sprake van een risico 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 3.853 µg/kg ds voor PFOS (of PFSA) en 9.744 µg/kg ds voor PFOA (of PFCA) berekend.

Er is besloten dat er een actueel humaan-toxicologisch risico aanwezig is bij PFAS-grondverontreiniging wanneer eieren van scharrelkippen worden geconsumeerd. Daarnaast bestaat er ook een potentieel humaan-toxicologisch risico 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 evenwel ook van toepassing te zijn voor PFOS-grondconcentraties beneden de richtwaarde van 3 µg/kg ds.

De "no-regret"-maatregel voor het verbod op de consumptie van eigen scharreleieren moet in afwachting van het bodemsaneringsproject gehandhaafd blijven worden, aangezien de risicogrenswaarden voor het bodemgebruik met consumptie van eieren op basis van de beschikbare grondconcentraties zijn overschreden. Vanaf 2024 zal ook de voorzorgsmaatregel van kracht gaan, waarbij de bewoners een financieel voorstel wordt gedaan om geen kippen meer te houden, zoals eerder besproken in sectie 2.12.1.1.

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.

7.1.11.2 RECREATIE EN NATUUR - VERONTREINIGING VASTE DEEL VAN DE AARDE

Ter hoogte van de natuurgebieden en recreatiegebieden binnen het onderzoeksgebied zijn geen overschrijdingen van de RGW's in de grond gemeten. Er is op deze locaties dan ook geen actueel humaan risico aanwezig. Zolang deze locaties het actuele gebruik behouden is er ook geen sprake van een potentieel (toekomstig) humaan risico.

7.1.11.3 INDUSTRIE - VERONTREINIGING VASTE DEEL VAN DE AARDE

Ter hoogte van het 3M-terrein en in de onmiddellijke omtrek binnen de zone met bestemmingstype V is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico voor blootstelling aan de aanwezige PFAS-verontreiniging in de grond (vaste deel van de aarde).

7.1.11.4 PFAS IN GRONDWATER

De mogelijke blootstelling aan PFAS in grondwater voor mensen komt voor uit het rechtstreeks contact (drinken) van dit verontreinigde grondwater of onrechtstreeks door het gebruik van dit grondwater om gewassen te irrigeren en vee te drenken, die nadien in de voedselketen terecht komen. Gezien de toetsingswaarden grondwater van 100 ng/l voor som PFAS 20 EU DWRL en 500 ng/l voor som PFAS beide de Europese drinkwaternormen zijn, betekent dit dat er een humaan risico uitgaat van de grondwaterverontreiniging wanneer deze concentraties zijn overschreden en het grondwater als drinkwater wordt gebruikt. Voor het gebruik als irrigatiewater of drenkwater is het niet mogelijk om de doorvergiftiging naar gewassen en vee en vervolgens naar de plantaardige en dierlijke producten die finaal door de mens worden geconsumeerd, door te rekenen. De mechanismen hiervoor zijn op dit moment nog onvoldoende gekend. Daarom is vanuit een conservatieve benadering gesteld dat het met PFAS-verontreinigde grondwater met concentraties boven de drinkwaternormen ook een humaan risico inhoud bij het gebruik voor irrigatie en het drenken van vee.

Ter hoogte van het onderzoeksgebied zijn talrijke grondwaterwinningen aanwezig, waarvan sommigen verbonden zijn aan landbouwbedrijven. Het gebruik van verontreinigd grondwater door deze bedrijven houdt een actueel en potentieel humaan risico in. Ook voor deze blootstelling is een oplossing uitgewerkt in het kader van de voorzorgsmaatregel

7.2 BEPALING VAN HET ECOTOXICOLOGISCH RISICO

7.2.1 CONCEPTUEEL SITEMODEL NATUURGEBIED

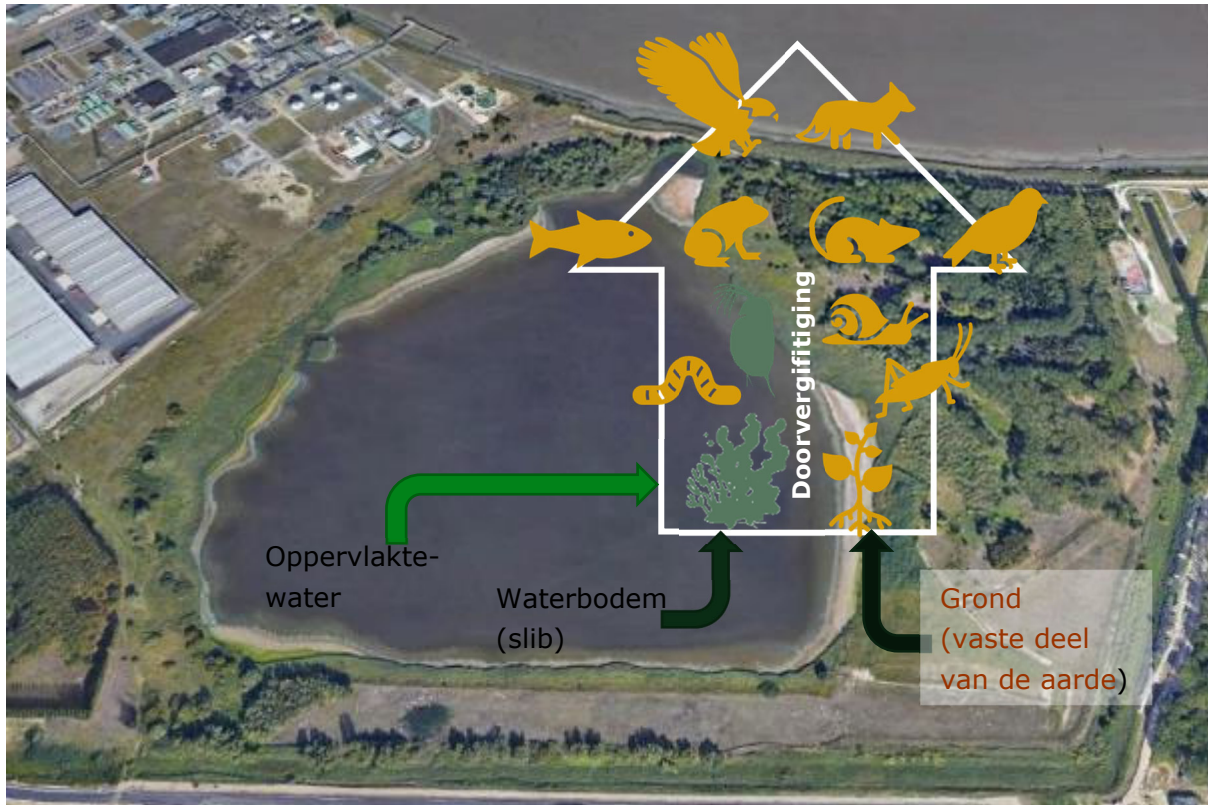
Onderstaande Illustratie 7-13 illustreert het conceptueel sitemodel specifiek opgemaakt voor het natuurgebied. Dit kan als volgt worden samengevat:

- De media (bronnen) waar de verontreiniging aanwezig is:
 - Grond (vaste deel van de aarde);
 - Oppervlaktewater; en
 - Waterbodem (slib).
- De verontreiniging kan opgenomen worden:
 - Vanuit de grond door personen die recreatief/occasioneel aanwezig zijn in het natuurgebied (door inhalatie en ingestie van bodemdeeltjes);
 - Vanuit de grond door fauna en flora;
 - Vanuit het oppervlaktewater door fauna en flora; en
 - Vanuit het slib (waterbodem) door waterfauna en -flora.
- Er kan doorvergiftiging en accumulatie optreden van de verontreiniging:
 - Door dieren die planten eten, die PFAS hebben opgenomen; en
 - Door predatoren, hoger in de voedselketen, die andere dieren, die PFAS hebben opgenomen, eten.

De mens die gebruik maakt van het natuurgebied kan ook als receptor worden beschouwd, maar deze evaluatie is in de vorige sectie voor de humaan-toxicologische risico-evaluatie uitgewerkt. In dit hoofdstuk is enkel het ecotoxicologische risico voor de natuurgebieden binnen het projectgebied geëvalueerd.

De finale receptoren voor het ecotoxicologische risico zijn dus de fauna en flora. De impact op fauna en flora vormt het criterium om na te gaan of de kwaliteit van het oppervlaktewater, de waterbodem (slib) en de grond (vaste deel van de aarde) dusdanig nadelig zijn beïnvloed door de PFAS-verontreiniging dat er een ecologisch risico uit voortkomt.

ILLUSTRATIE 7-13 CONCEPTUEEL SITEMODEL



7.2.2 METHODOLOGIE

De Code van Goede Praktijk Methodologie DAEB, risico-evaluatie en risicogebaseerde terugsaneerwaarden geeft aan dat een ecotoxicologische risico-evaluatie dient uitgevoerd te worden wanneer de onderzoekslocatie een natuurgebied bevat of eraan grenst. In het geval de onderzoekslocatie in een natuurgebied ligt dient een locatiespecifieke ecotoxicologische risico-evaluatie te worden uitgevoerd. Voor dergelijke locatiespecifieke ecotoxicologische risico-evaluatie legt de code van goede praktijk geen specifieke methodologie op. Er worden wel enkele leidraden aangereikt.

Gelet op de complexiteit van een dergelijk locatiespecifieke risico-evaluatie, en de specifieke kennis omtrent ecotoxicologie voor het natuurgebied van Blokkersdijk heeft ERM voor de locatiespecifieke ecotoxicologische risico-evaluatie op Arche Consulting beroep gedaan, een erkend expert op dit gebied.

Het integraal rapport van Arche dat de bevindingen van hun studie weergeeft, inclusief een beschrijving van de uitgevoerde ecotox testen in het daartoe gespecialiseerd labo Ecofide in Nederland kan men terugvinden in Bijlage 10.

De studie van Arche is toegespitst op Blokkersdijk inclusief de Palingbeek, aangezien de stalen die getest zijn bij het Ecofide labo uit dit natuurgebied komen. Op basis van deze studie is evenwel ook een uitspraak gedaan voor de andere natuurgebieden binnen het projectgebied van onderhavig BBO. In onderstaande secties wordt het besluit geformuleerd voor Blokkersdijk en de andere natuurgebieden.

7.2.3 ECOTOXICOLOGISCH RISICO BLOKKERSDIJK

Het natuurgebied Blokkersdijk zal in de toekomst ook een natuurgebied blijven. Er zijn geen plannen om de functie of bestemming van dit gebied te wijzigen. Hieruit volgt dat het actuele gebruik gelijk is aan het potentiële (toekomstige) gebruik.

De locatiespecifieke ecotoxicologische risico-evaluatie is gebaseerd op het waarnemen van directe ecotoxicologische effecten in de verschillende milieu matrices alsook het aantreffen van sterk verhoogde PFOS-concentraties over de verschillende trofische niveaus heen.

De belangrijkste conclusies van Arche Consulting zijn de volgende (voor een meer gedetailleerd inzicht in hoe deze besluitvorming tot stand is gekomen wordt verwezen naar Bijlage 10)

- De PFOS-concentraties in het oppervlaktewater van de Palingbeek en de vijver van Blokkersdijk overschrijden de ecotoxicologische drempelwaarde. Het is onduidelijk of dit ook de oorzaak is voor het beperkt waargenomen effect op de algengroei gelet op het feit dat andere pollutanten (vb. zware metalen) in het oppervlaktewater niet mee zijn geëvalueerd.
- Er is een duidelijk negatief effect waargenomen op de groei en het overleven van amphipoden in het slib (waterbodem) van de vijver van Blokkersdijk en de Palingbeek. Er zijn in dit slib verhoogde PFAS-concentraties gemeten, echter is het niet duidelijk of het negatieve effect enkel hieraan toe te schrijven is. Zo zijn er ook verhoogde zware metalen gemeten. Algemeen, ongeacht van de hoeveelheid PFAS in slib heeft de waterbodem zowel in de oostelijke als westelijke delen van de vijver een slechte biologische kwaliteit.
- In de grond (vaste deel van de aarde) is er enkel in het zuidwestelijke deel van Blokkersdijk een overschrijding van de ecotoxicologische drempelwaarde met een direct effect voor PFAS vastgesteld.
- Er is vastgesteld dat er op relatief korte termijn accumulatie van lange keten PFAS (PFOS, PFOA en PFOSA) in de testbiota optreedt. Er is ook een eerder beperkte accumulatie van korte keten PFAS (PFBA en PFBS) aangetoond.
- Er is een inschatting gemaakt van de doorvergiftiging naar predatoren. Hieruit is besloten dat de PFOS-waarden dusdanig hoog zijn dat er een risico is op een negatief effect voor predatoren die zich voeden met vis, planten, bodeminvertebrata, zoogdieren en vogels uit Blokkersdijk.

De locatiespecifieke ecotoxicologische risico-evaluatie besluit dus dat er een actueel ecotoxicologisch risico is voor PFAS in het oppervlaktewater, PFAS in het vaste deel van de aarde en het slib (waterbodem) ter hoogte van Blokkersdijk en de Palingbeek. Gezien het

actueel gebruik gelijk is aan het potentieel gebruik is er ook sprake van een potentieel ecotoxicologisch risico.

7.2.4 ECOTOXICOLOGISCH RISICO OVERIGE NATUURGEBIEDEN

7.2.4.1 INLEIDING

De gedetailleerde risico-evaluatie uitgevoerd in het natuurgebied Blokkersdijk toonde aan dat de grenswaarden voor directe ecotoxicologische risico's en doorvergiftiging overschreden zijn. Dit is bevestigd door het inderdaad waarnemen van directe ecotoxicologische effecten in de verschillende milieu matrices alsook het aantreffen van sterk verhoogde PFOS-concentraties over de verschillende trofische niveaus heen. Dergelijke metingen zijn niet uitgevoerd voor de andere natuurwaarden (Sint-Annabos, Vlietbos, Vredesbos, het Rot, en de Middenvijver) in de nabijheid van Zwijndrecht die deel uitmaken van het projectgebied van onderhavig BBO.

Voor de inschatting van de ecologische risico's voor deze natuurgebieden is voor de stof PFOS een methodiek uitgewerkt voor het afleiden van aanvaardbare bodemconcentraties voor de eindpunten directe ecotoxiciteit en doorvergiftiging. De gevolgde methodologie is hieronder kort toegelicht.

7.2.4.2 EVALUATIE DIRECTE ECOTOXICITEIT

Voor Blokkersdijk zijn gerichte drempelwaarden voor directe ecotoxiciteit afgeleid, zoals beschreven in Bijlage 10 (rapport Arche Consulting). Door het gebrek aan voldoende data moeten er echter grote onzekerheidsfactoren worden toegepast om te komen tot de finale PNEC-drempelwaarden (Predicted No Effect Concentration: PNEC). Voor PFOS is de berekende PNEC-waarde in bodem voor directe ecotoxicologische effecten 10 µg/kg ds.

Deze waarde is bekomen uitgaande van de NOEC (L) waarden (NO Observed Effect Concentration/level) van twee terrestrische testen (1mg/kg ds en 750 mg/kg ds), waarbij dan op de laagste NOEL-waarde van 1mg/kg ds een AF (Assessment Factor, AF, onzekerheids- of veiligheidsfactor) van 100 is toegepast. Als in plaats van de deterministische methode de statische methode wordt toegepast op een mix van geconverteerde aquatische en terrestrische data wordt een drempelwaarde van 20 µg/kg ds bekomen.

Wanneer de PFOS-concentraties in de bodem onder de spreiding 10-20 µg/kg ds blijven worden dus geen directe ecotoxicologische risico's verwacht. Als de PFOS-concentraties deze spreiding overschrijden, is er sprake van een eventueel ecotoxicologisch risico.

Over het algemeen is gesteld dat voor de natuurgebieden buiten Blokkersdijk er allicht geen sprake zal zijn van directe ecotoxiciteit, aangezien de vastgestelde 50%-percentiel PFOS-concentratie voor stalen in de natuurgebieden binnen de richtwaarde contour 11 µg/kg ds bedraagt, en de 75%-percentiel 19,75 µg/kg ds. In deze stalen zitten ook de geteste stalen vevat van het Vredesbos zelf die globaal gezien beduidend hogere PFOS-concentraties bevatten dan de geteste stalen onderzocht voor de andere omringende natuurgebieden.

7.2.4.3 EVALUATIE DOORVERGIFTIGING OP BASIS VAN DREMPELWAARDE

Voor PFAS-verbindingen in het algemeen en PFOS in het bijzonder is doorvergiftiging van groter belang. Voor doorvergiftiging van PFOS is door de EU een PNEC oraal van 33 µg/kg ng naar voorgeschoven (EC, 2011). Zoals vermeld in Bijlage 10 heeft Arche een gelijkaardige

waarde van 46 µg/kg ww berekend, maar is in de verdere studie de meest conservatieve waarde van 33 µg/kg ww gebruikt.

Deze waarde van 33 µg/kg ww kan omgerekend worden naar een drempelwaarde voor het vaste deel van de aarde. De methodologie die is gebruikt om deze waarde te vertalen naar een bodemconcentratie is gestoeld op de methodieken gebruikt door RIVM (Bodar et al, 2011, Verbruggen et al, 2020) en ECHA (2016) en is ook in lijn met de door VITO voorgestelde bodemsaneringsnormen voor ecotox voor PFOS en PFOA (OVAM, 2021).

Om de risico's voor doorvergiftiging te bepalen worden twee te beschermen doelgroepen beschouwd:

- wormetende vogels en zoogdieren; en
- top predatoren

De concentratie aan PFOS die in de bodem mag aanwezig zijn wordt teruggerekend van de PNEC oraal door rekening te houden met de bioaccumulatie factor (BAF) die de transfer van bodem naar plant/worm beschrijft en de biomagnificatie factor (BMF) die de verdere doorvergiftiging doorheen de voedselketen weer geeft.

De BAF-waarde voor PFOS kan voor Zwijndrecht worden afgeleid van de uitgebreide data set aan synoptische metingen van PFOS-concentraties in bodem en wormen. Het geometrisch gemiddelde bedraagt 2,8. De biomagnificatie factor is gehaald uit de literatuur voor een terrestrische voedselketen en bedraagt 4,8 (Müller et al, 2011).

Voor het afleiden van de drempelwaarde doorvergiftiging voor worm-etende vogels en zoogdieren dient enkel rekening gehouden te worden met de BAF waarde, en is de volgende waarde berekend:

$$\text{PEC bodem: PNEC oraal/ BAF} = 33/2,8 = 11 \text{ µg/kg ds}$$

Voor het afleiden van de drempelwaarde doorvergiftiging voor top-predatoren dient rekening gehouden te worden met zowel de BAF waarde en de BMF-waarde, en is de volgende waarde berekend:

$$\text{PEC bodem: PNEC oraal/ BAF*BMF} = 33/(2,8* 4,8) = 2,5 \text{ µg/kg ds}$$

Bovenstaande waarden kunnen beschouwd worden als generische bodemnormen om het risico op doorvergiftiging in te schatten. De huidige richtwaarde voor PFOS door OVAM van 3 µg/kg ds is eveneens gebaseerd op doorvergiftiging. De hier uitgevoerde berekening resulterend in 2.5 µg/kg ds bevestigt deze waarde.

Dit betekent dat natuurgebieden waar de bodemconcentraties hoger zijn dan 2,5 µg/kg ds een mogelijk risico kunnen geven voor doorvergiftiging.

Voor toppredatoren, zoals de buizerd en bruine kiekendief die opereren in de omgeving van de 3M-site, is echter een nuance/verdere verfijning mogelijk. Een toppredator zal niet enkel zijn voedsel halen uit het verontreinigde gebied. Afhankelijk van het fourageergedrag wordt er verondersteld dat een toppredator 10 % van zijn voedsel gaat halen in het verontreinigde gebied en 90 % elders. Deze stelling dat er een mogelijk risico voor doorvergiftiging bestaat indien alle bodemconcentraties binnen het fourageergebied hoger zijn dan 2,5 µg/kg ds, geldt ook voor toppredatoren. Indien de PFAS-concentraties in de omgeving van de zone met de PFOS-verontreiniging waarvoor de ecotox studie is opgesteld eerder rond de 0.5 µg/kg ds zou

liggen dan wordt doorvergiftiging voor toppredatoren pas een probleem indien de bodemconcentratie in de verontreinigde zone bvb 20 µg/kg ds zou zijn. In dit geval is dan de triggerwaarde van de directe ecotox de limiterende factor, die ligt in de spreiding van 10-20 µg/kg ds.

Op basis van de horizontale verspreiding van de PFAS-concentratie, zoals toegelicht in sectie 6.9.2, is het weinig waarschijnlijk dat een dergelijke verfijning van de PEC-bodem van 2,5 µg/kg ds voor top-predatoren mogelijk is, en dus zou stijgen, wat tot de conclusie leidt dat ook voor deze natuurgebieden er een mogelijk risico bestaat voor doorvergiftiging.

7.2.4.4 EVALUATIE DOORVERGIFTIGING OP BASIS VAN VOGELEIEREN

Naast de meer theoretische benadering rond doorvergiftiging zoals hierboven beschreven, is ook gekeken naar beschikbare velddata van PFAS in vogeleieren, wat een indicatie is van doorvergiftiging voor worm-etende vogels. Sinds 2011 heeft de Universiteit van Antwerpen stalen genomen van vogeleieren binnen de natuurgebieden in de nabijheid van de 3M-site, en geanalyseerd naar PFAS. In onderstaande Tabel 7-11 staan de PFOS-concentraties in vogeleieren, voornamelijk de koolmees, uitgedrukt in ng/g ww ofwel µg/kg ww.

TABEL 7-11 RESULTATEN PFAS IN VOGELEIEREN

Publication	Sampled in year	Metric	3M site	Vlietbos	Rot	Burchtse Weel	Fort 4
Groffen et al. 2017 http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.007	2011	Median Mean Range n	10380 20122 3237-69218 11	125 254 55-782 11	107 133 4-565 11		
Groffen et al. 2019 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.273	2015	Median Mean Range n	34251 48056 5111-187032 23	416 830 <2.55 - 4035 21	454 764 207-3806 18	87 130 18-690 16	30 32 <2.55-73 33
Lopez-Antia et al. 2017 http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.040	2006	Range		19 - 5635 (Vlietbos + Burchtse Weel samen)		19 - 5635 (Vlietbos + Burchtse Weel samen)	
Lopez-Antia et al. 2019 https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05235	2016 n total = 40	Mean ± SE	80231 ± 37684	890 ± 251	351 ± 104	80.0 ± 9.1	29.2 ± 6.0
Lasters et al. 2021 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143301	2016 Koolmees	Median Mean Range n					24 26 6.7-55 47
	2016 Pimpelmees						<11 81

Over het algemeen liggen de mediane en gemiddelde PFOS-concentraties dus overall boven de PNEC_{Coral} van 33 µg/kg ww, behalve in Fort 4 (Mortsel). Van het Sint-Annabos specifiek zijn geen data gevonden, maar op basis van de horizontale verspreiding van de PFOS-concentraties binnen het projectgebied is het aannemelijk te stellen dat de situatie in het Vlietbos en Sint-Annabos vergelijkbaar zal zijn.

Op basis van deze evaluatie is eveneens besloten dat er een ecotoxicologisch risico is voor de andere natuurgebieden dan Blokkersdijk ten gevolge van het risico op doorvergiftiging.

7.2.5 ECOTOXICOLOGISCH RISICO NIET-NATUURGEBIEDEN

7.2.5.1 METHODOLOGIE

De gedetailleerde risico-evaluatie uitgevoerd in het natuurgebied Blokkersdijk toonde aan dat de grenswaarden voor directe ecotoxicologische risico's en doorvergiftiging overschreden zijn.

Voor de omliggende natuurgebieden buiten Blokkersdijk (Sint-Annabos, Vlietbos, Vredesbos, het Rot, en de Middenvijver) is gesteld dat er allicht geen sprake zal zijn van directe ecotoxiciteit. Wel zou er in deze gebieden een risico bestaan voor doorvergiftiging naar hogere trofische niveaus.

Voor de niet-natuurgebieden, gelegen binnen het projectgebied van onderhavig BBO, is eveneens een ecotoxicologische risico-evaluatie uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de PAF-methodologie (Potentially Affected Fraction), zoals beschreven in het rapport in Bijlage 10, waarbij de bekomen waarden getoetst worden in functie van het lokale landgebruik.

Dergelijke PAF-waarden zijn gebaseerd op de 'Species Sensitivity Distribution' (SSD) en geven weer welke fractie van de in het ecosysteem aanwezige organismen een potentieel effect ondervinden bij een bepaalde PFAS-concentratie. Met andere woorden wanneer op basis van de gemeten PFAS-concentratie in een bodemstaal een PAF-waarde van 40% berekend wordt, betekend dit dat bij deze concentratie 40% van de blootgestelde soorten een effect kan ondervinden. De gevoeligheid van deze individuele soorten is gebaseerd op hun NOEC en EC10 concentraties, welke bepaald zijn tijdens specifieke toxicologische studies, zoals besproken in de voorgaande paragrafen.

Op vraag van ERM heeft Arche de PAF-waardes berekend voor 2267 bemonsterde locaties binnen het projectgebied. Dit gebeurde op basis van de gemeten PFAS-concentraties in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), voor alle PFAS-componenten waarvoor een PAF-curve beschikbaar was.

Binnen het onderzochte deel van het projectgebied komen volgende bestemmingstypes voor: landbouw (II), residentieel (III), recreatief (IV) en industrie (V). Aangezien de ecologische kwetsbaarheid verschilt naargelang het bestemmingstype zijn voor deze risico-analyse volgende waarden gehanteerd voor type II, III en IV:

- PAF < 0,2: geen directe ecotoxiciteit
- 0,2 < PAF < 0,5: beperkte directe ecotoxiciteit
- PAF > 0,5: ernstige directe ecotoxiciteit

Voor gebieden met industrieel landgebruik wordt gesteld dat een PAF < 0,5 een aanvaardbaar ecotoxicologisch risico inhoudt.

7.2.5.2 RESULTAAT ECOTOXICOLOGISCH RISICO NIET-NATUURGEBIEDEN

Om de zones te bepalen met een mogelijk risico op directe ecotoxiciteit zijn de PAF-waarden geplot, getoetst aan bovenstaande grenswaarden van 0,2 & 0,5, voor de verschillende bestemmingstypes. De resultaten voor PFOS en PFOA zijn terug te vinden op Figuur 14.

Uit deze evaluatie blijkt dat voor geen van de geanalyseerde stalen binnen de landbouw, residentiële of recreatie- gebieden PFOS-concentraties vastgesteld zijn welke aanleiding geven tot een PAF-waarde groter dan 0,2. Hieruit kan besloten worden dat binnen deze bieden geen risico op directe ecotoxiciteit bestaat.

Binnen de industriegebieden zijn echter wel PAF-waarden groter dan 0,5 berekend. Alle stalen waarin een risico op directe ecotoxiciteit door PFOS is vastgesteld zijn binnen de 3M-site gelegen, meerbepaald ter hoogte van de gekende bronzones op de site. Dit betekent dat er voor PFOS sprake is van een ernstige directe ecotoxiciteit ter hoogte van deze bronzones

Voor PFOA is slechts in één bodemstaal, gelegen centraal op de 3M-site, een PAF-waarde groter dan 0,2 berekend. Aangezien deze waarde wel onder de 0,5 blijft op de 3M-site, is er geen risico op directe ecotoxiciteit door PFOA binnen het ganse projectgebied vastgesteld.

Voor alle andere PFAS-componenten, waarvoor een PAF-curve opgesteld is, zijn geen PAF-waarden hoger dan 0,2 berekend. In het algemeen kan besloten worden dat in de niet-natuurgebieden enkel voor PFOS een risico op directe ecotoxiciteit bestaat ter hoogte van de gekende kernzones binnen de 3M-site.

7.2.6 BESLUIT ECOTOXICOLOGISCH RISICO

Op basis van de locatiespecifieke ecotoxicologische risico evaluatie voor Blokkersdijk en de meer generieke evaluatie van de andere natuurgebieden binnen het projectgebied van onderhavig BBO, kan men besluiten dat er sprake is van een ecotoxicologisch risico.

Voor Blokkersdijk is er sprake van een risico ten gevolge van directe ecotoxiciteit en doorvergiftiging ten gevolge van de PFAS-concentraties in oppervlaktewater, sediment en het vaste deel van de aarde. Aangezien er geen plannen zijn om de configuratie van Blokkersdijk te wijzigen en de huidige situatie gelijk is aan de toekomstige situatie is er sprake van zowel een actueel als potentieel ecotoxicologisch risico.

Voor de overige natuurgebieden is er eveneens sprake van een potentieel en actueel ecotoxicologisch risico, ten gevolge van de vastgestelde PFAS-concentraties in het vaste deel van de aarde, dit risico wordt voornamelijk getriggerd door doorvergiftiging en slechts in mindere mate door de directe ecotoxiciteit.

Voor de niet-natuurgebieden is er geen sprake van een ecotoxicologisch risico, met uitzondering van de gekende bronzones op de 3M-site, waar er sprake is van een ernstige directe ecotoxiciteit.

7.3 BEPALING VAN HET VERSPREIDINGSRISICO

Een bodemverontreiniging vormt een verspreidingsrisico als er receptoren negatief beïnvloed worden of als er een risico bestaat dat in de toekomst receptoren negatief kunnen worden beïnvloed. De verspreiding kan gebeuren via verwaaiing of door verspreiding van verontreiniging naar of in het grondwater.

Op basis van de wijze van verspreiding, de receptoren en de soorten verontreiniging zijn de volgende risicotypes mogelijk:

- aanwezigheid van mobiel puur product;
- receptoren worden bedreigd of kunnen in de toekomst negatief beïnvloed worden;
- een verontreiniging in het vaste deel van de aarde kan in de toekomst, bij een representatief of realistisch gebruik van de grond, door uitloging aanleiding geven tot een grondwaterverontreiniging die de bodemsaneringsnormen overschrijdt;

- een niet stabiele grondwatertoestand: de contour van de bodemsaneringsnorm breidt horizontaal of verticaal significant uit, omdat een grondwaterverontreiniging zich in het grondwater kan verspreiden onder invloed van de grondwaterstroming; en
- een verontreiniging in de toplaag van het vaste deel van de aarde kan door verwaaiing aanleiding geven tot een bodemverontreiniging in de omgeving.

Deze typen zijn voor de PFAS-verontreiniging hieronder nader geëvalueerd.

7.3.1 AANWEZIGHEID MOBIEL PUUR PRODUCT

Op basis van de gemeten concentraties zijn er geen indicaties voor een aanwezigheid van mobiel puur product. De maximale concentraties van de individuele PFAS en som PFAS-grondwaterconcentraties liggen onder de oplosbaarheid van PFOS (370 mg/l) of van PFOA (9.500 mg/l).

7.3.2 BEÏNVLOEDING VAN RECEPTOREN

De PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde is reeds onder invloed van uitloging tot in het grondwater verspreid. Ter hoogte van de in oppervlakte relatief grote grondverontreiniging als gevolg van voornamelijk atmosferische depositie, is voor quasi een gelijkaardige oppervlakte een grondwaterverontreiniging ontstaan als gevolg van de uitloging van deze grondverontreiniging. Het grondwater als receptor is dus reeds verontreinigd.

Dit verontreinigde grondwater wordt onttrokken om het grondwater voor verschillende doeleinden toe te passen (industrie, landbouw, ...). Deze onttrekkingen zijn receptoren die mogelijk beïnvloed kunnen worden door de verontreiniging. Door de aanwezigheid van de PFAS-verontreiniging in het grondwater dat wordt onttrokken wordt de toepassing van dit water mogelijk bedreigt.

Indien deze toepassing gerelateerd is aan voedselproductie kan gesteld worden dat gezien de drinkwaternormen voor PFAS zijn overschreden in het grondwater, dergelijk gebruik een risico voor de mens kan inhouden. Bijgevolg kan men stellen dat er een negatieve beïnvloeding is van een dergelijk grondwaterwinning.

Ook voor niet voeding gerelateerd gebruik van het onttrokken grondwater vormen de aanwezige PFAS-concentraties mogelijk een belemmering om het grondwater toe te passen. Deze concentraties kunnen ertoe leiden dat wanneer het grondwater aangewend wordt en nadien geloosd moet worden, de lozingsnormen voor PFAS zijn overschreden. Zelfs voor een bemaling waar het onttrokken grondwater niet wordt toegepast, maar enkel de grondwaterverlaging het doel is van de onttrekking, zal men maatregelen moeten nemen om te voorkomen dat er PFAS-verontreinigd grondwater wordt geloosd.

In het onderzoeksgebied zijn verschillende waterputten op privépercelen bemonsterd. De gemeten som PFAS 20EU DWRL-concentraties variëren tussen 230 en 7.560 ng/l, waaruit blijkt dat voor alle waterputten de drinkwaternorm van 100 ng/l is overschreden. Voor het merendeel van deze waterputten is ook de drinkwaternorm som PFAS van 500 ng/l overschreden.

Via het grondwater kan de verontreiniging onder invloed van de grondwaterstroming verder verspreiden. Ook kan ze aangetrokken worden door grondwaterwinningen of bemalingen die nu nog buiten de verontreinigingscontour liggen. Er kan hierdoor dus een beïnvloeding plaatsvinden van receptoren waar er nu nog geen grondwaterverontreiniging aanwezig is, of de

verontreinigingssituatie in grondwater kan verslechteren door toestroom van hogere concentraties.

Via het grondwater komt de PFAS-verontreiniging in oppervlaktewaters terecht die het grondwater draineren. Hierdoor kan de kwaliteit van de waterbodem en het oppervlaktewater van een waterloop of waterlichaam die als receptor dient te worden beschouwd nadelig beïnvloed worden. In voorliggend onderzoeksgebied vindt er duidelijk drainage plaats door verschillende grachten en beken, zoals is aangetoond met het stromingsmodel. Ook de vijver ter hoogte van Blokkesdijk draineert het grondwater. Finaal komt via de oppervlaktewaters de verontreiniging in de Schelde terecht. Ook de Schelde draineert het grondwater, waardoor er ook langs deze weg verontreiniging van het oppervlaktewater en de waterbodem van de Schelde kan optreden.

Naast de drainage van het grondwater kan er ook PFAS in de oppervlaktewater terecht komen door afspoeling van verontreinigde bodem of verontreinigd bodemstof onder invloed van neerslag.

Voorliggend BBO heeft aangetoond dat grondwater dat wordt onttrokken in het onderzoeksgebied met PFAS is verontreinigd en dat voor verschillende waterlopen (beken/grachten) of waterlichaam (vijver) het oppervlaktewater en/of de waterbodem met PFAS zijn verontreinigd. Hieruit volgt dat er dient gesteld te worden dat er voor deze receptoren een negatieve beïnvloeding plaatsvindt ten gevolge van de verspreiding van de PFAS-verontreiniging. Waterlopen kunnen ook negatief worden beïnvloed door het instromen van PFAS verontreinigd afvalwater via de riolen.

7.3.3 AANWEZIGHEID VAN UITLOGING

Het feit dat er een PFAS-grondwaterverontreiniging aanwezig is geeft aan dat er van uit het vaste deel van de aarde al uitloging naar het grondwater heeft plaats gevonden.

Zoals eerder aangehaald bestaat de grondverontreiniging uit twee te onderscheiden delen: De kernverontreiniging die het 3M-terrein en de aanpalende zone rondom de Palingbeek omvat en een meer diffuse verontreiniging met lagere concentraties die ontstaan is door atmosferische depositie rond het 3M-terrein. Door de verschillen in verontreinigingsgraad hebben deze grondverontreinigingen een andere mate van verontreiniging in het grondwater door uitloging veroorzaakt.

Ter hoogte van het 3M-terrein is een duidelijke PFAS-kern in de 1^{ste} aquifer aanwezig die is uitgezakt tot in de onderliggende 2^{de} aquifer. Hier worden som PFAS-concentraties gemeten tussen 10.000 µg/l en 100.000 µg/l. Onmiddellijk rond het 3M terrein (industriegebied ten westen en noorden, Palingbeek ten zuiden en Blokkesdijk ten oosten) nemen de som-PFAS concentraties af tot waarden tussen 1.000 µg/l en 10 µg/l. In de ruimere omgeving vanaf het 3M-terrein ligt het gros van de som PFAS-concentraties tussen 100 en 1.000 ng/l met lokaal uitschieters tot circa 5.000 ng/l, waarvan eerder is aangetoond dat dit is gerelateerd aan niet-3M verbonden externe bronnen.

Er dient opgemerkt te worden dat de code van goede praktijk "aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS" in werking vanaf 15 mei 2022 stelt dat als in industriegebied voor het vaste deel van de aarde de waarde voor respectievelijk PFAS som (PFCA - kwantitatief) en PFAS som (PFSA - kwantitatief) de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm voor respectievelijk PFOA en PFOS overschrijdt, er sprake is van een

uitloogrisico. De richtlijn is echter niet duidelijk of dit geldt voor grondverontreinigingen waar de PFAS nog niet in het grondwater aanwezig is of waar het grondwater al wel verontreinigd is.

In voorliggend evaluatie is het grondwater al door uitloging verontreinigd. Volgens de code van goede praktijk voor risico-evaluatie (waarnaar ook wordt verwezen in deze aanvullende richtlijnen BBO voor PFAS) wordt in dat geval het stand-still principe toegepast. De toepassing van het stand-still principe is echter niet opgenomen in de aanvullende richtlijnen BBO voor PFAS. In dat geval zijn de aanvullende richtlijnen BBO voor PFAS gelet op het ontbreken van de stand-still benadering niet toepasbaar en dient dan ook de code van goede praktijk methodologie DAEB, risico-evaluatie en risicogebaseerde terugsaneerwaarden te worden toegepast (zie eerste stap, pagina 60 uit deze Code van Goede praktijk).

Aangezien er al verspreiding door uitloging heeft plaatsgevonden en dit proces nog steeds plaats vindt, en hierdoor het grondwater is verontreinigd, wordt dus het stand-still principe als criterium voor verspreiding door uitloging en verspreiding via het grondwater toegepast. Immers, er vindt geen uitbreiding van de pluim meer plaats ondanks het feit dat uitloging nog plaatsvindt, zoals in volgende sectie verder is toegelicht.

7.3.4 VERSPREIDING MET OF IN HET GRONDWATER/SIGNIFICANTE UITBREIDING VAN DE CONTOUR

7.3.4.1 VERSPREIDING MET OF IN HET GRONDWATER

Uit de opvolging van de grond- en oppervlaktewater standen en het grondwatermodel blijkt dat de stroming in het ondiepe grondwater (1^{ste} aquifer op het noordelijke deel van het onderzoeksgebied waar de Polderklei aanwezig en de ongedifferentieerde aquifer in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied tot 6 m-mv) voornamelijk bepaald wordt door de drainage van de verschillende grachten en beken. Deze zorgen voor lokale variërende grondwaterstromingsrichtingen waardoor er geen algemene, éénduidige stromingsrichting voor het volledige onderzoeksgebied in het ondiepe grondwater aanwezig is. Hierdoor vindt er in het ondiepe grondwater ook geen duidelijke verspreiding van de grondwaterverontreiniging in één bepaalde richting plaats en wordt de verontreinigingspluim als het ware "ter plaatse" gehouden door de drainage van de verschillende oppervlaktewaters.

In het diepere grondwater (2^{de} aquifer op het noordelijke deel van het onderzoeksgebied waar de Polderklei aanwezig en de ongedifferentieerde aquifer in het zuidelijke deel van het onderzoeksgebied dieper dan 6 m-mv) is er nog steeds een effect merkbaar van deze oppervlaktewaters, maar kan er ook een meer algemene stroming richting de Schelde worden vastgesteld als gevolg van de diepere drainage van dit oppervlaktewater. De grondwaterstroming in het diepere grondwater geeft dan ook aanleiding tot een verspreiding van de kernverontreiniging ontstaan ter hoogte van het 3M-terrein.

Om een inschatting te maken van de spontane evolutie van de PFAS-grondverontreiniging is een stoftransportmodellering met het grondwatermodel voor drie PFAS-componenten (PFOS, PFOA en PFBS) uitgevoerd. Deze stoffen zijn geselecteerd als gidsstoffen om de spontane evolutie te evalueren omdat ze verschillende eigenschappen hebben die de verspreidingsnelheid beïnvloeden en ook in verschillende hoeveelheden in de bodem (grond en grondwater) aanwezig zijn.

- De bulk van de bodemverontreiniging bestaat uit PFOS en de grootste vuilvracht voor deze stof bevindt zich in de grond (vaste deel van de aarde). Deze component is ook minder

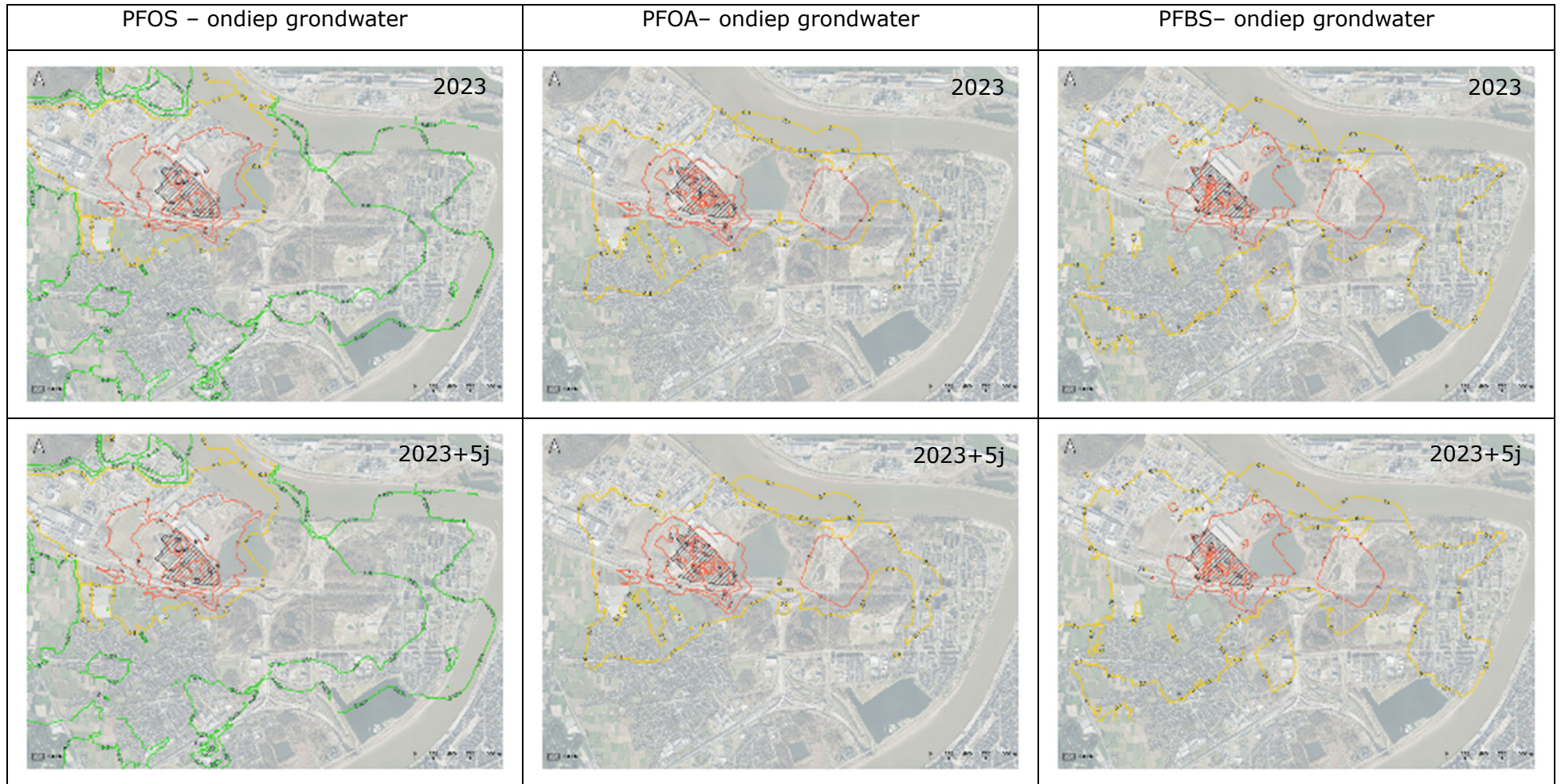
goed oplosbaar in het grondwater, omdat PFOS in vergelijking met PFOA en PFBS sterker op de bodemmatrix wordt geabsorbeerd. PFOS is de minst mobiele van de drie PFAS-componenten, maar vertegenwoordigt de grootste vuilvracht met nog een merendeel aan verontreiniging in de onverzadigde bodem zowel ter hoogte van het 3M-terrein als daarbuiten;

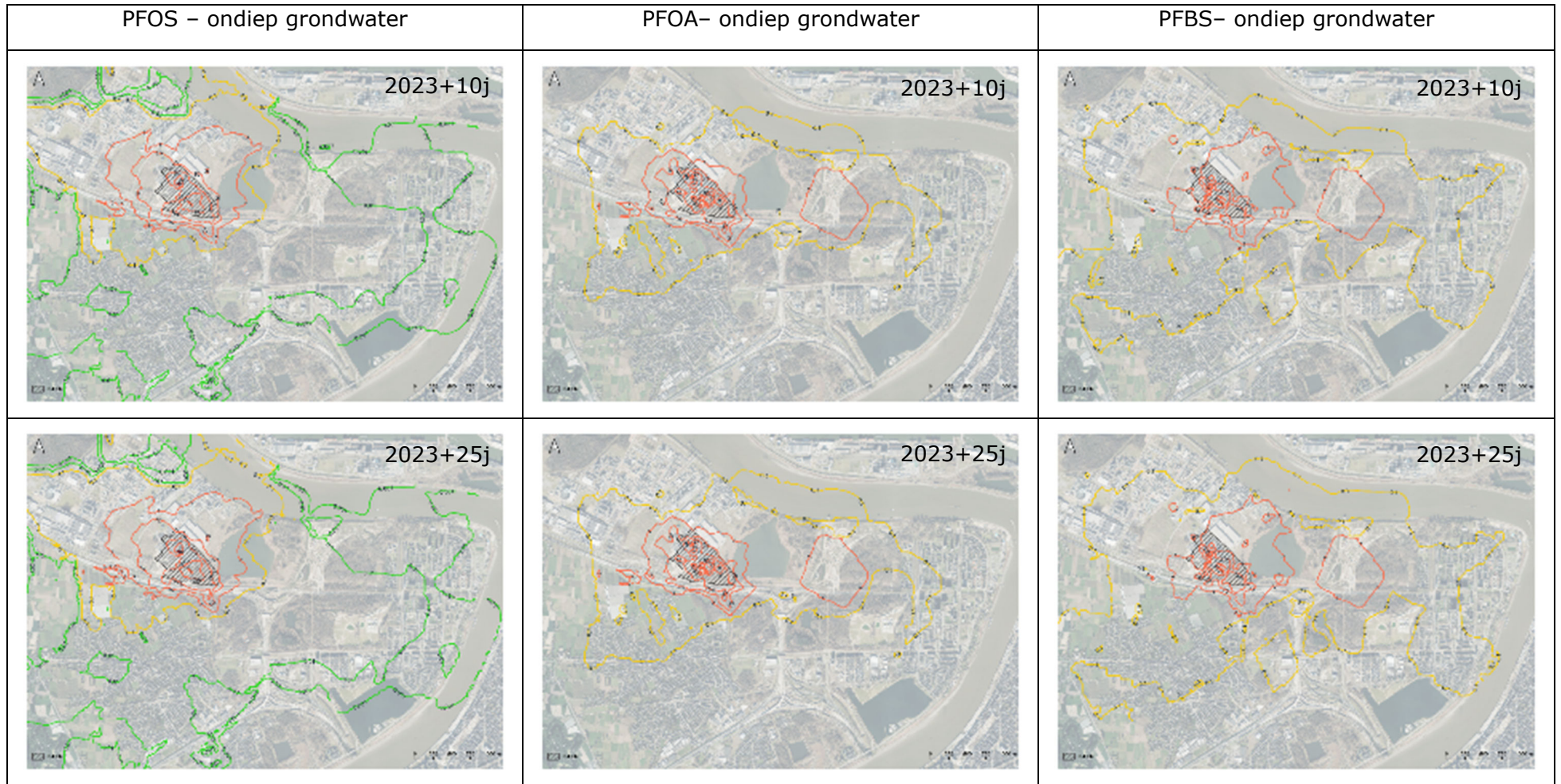
- PFOA is in de grond enkel in relevante concentraties teruggevonden ter hoogte van het bronterrein van 3M. Buiten de 3M-site is maar een beperkte vuilvracht aan PFOA in de grond aanwezig, terwijl door de goede oplosbaarheid en beperkte sorptie op de bodemmatrix PFOA voornamelijk in het grondwater is aangetoond. PFOA is dus zeer mobiel en hiervoor is er nog steeds een relevante vuilvracht ter hoogte van het 3M-terrein aanwezig; en
- PFBS is in het vaste deel van de aarde amper gemeten, enkel ter hoogte van het 3M-terrein in beperkte concentraties en daarbuiten op enkele spots. PFBS vertegenwoordigt de meest mobiele PFAS-component waarvoor de bulk voornamelijk terug te vinden is in het grondwater en waarvan in de grond nog slechts een beperkte vuilvracht aanwezig is.

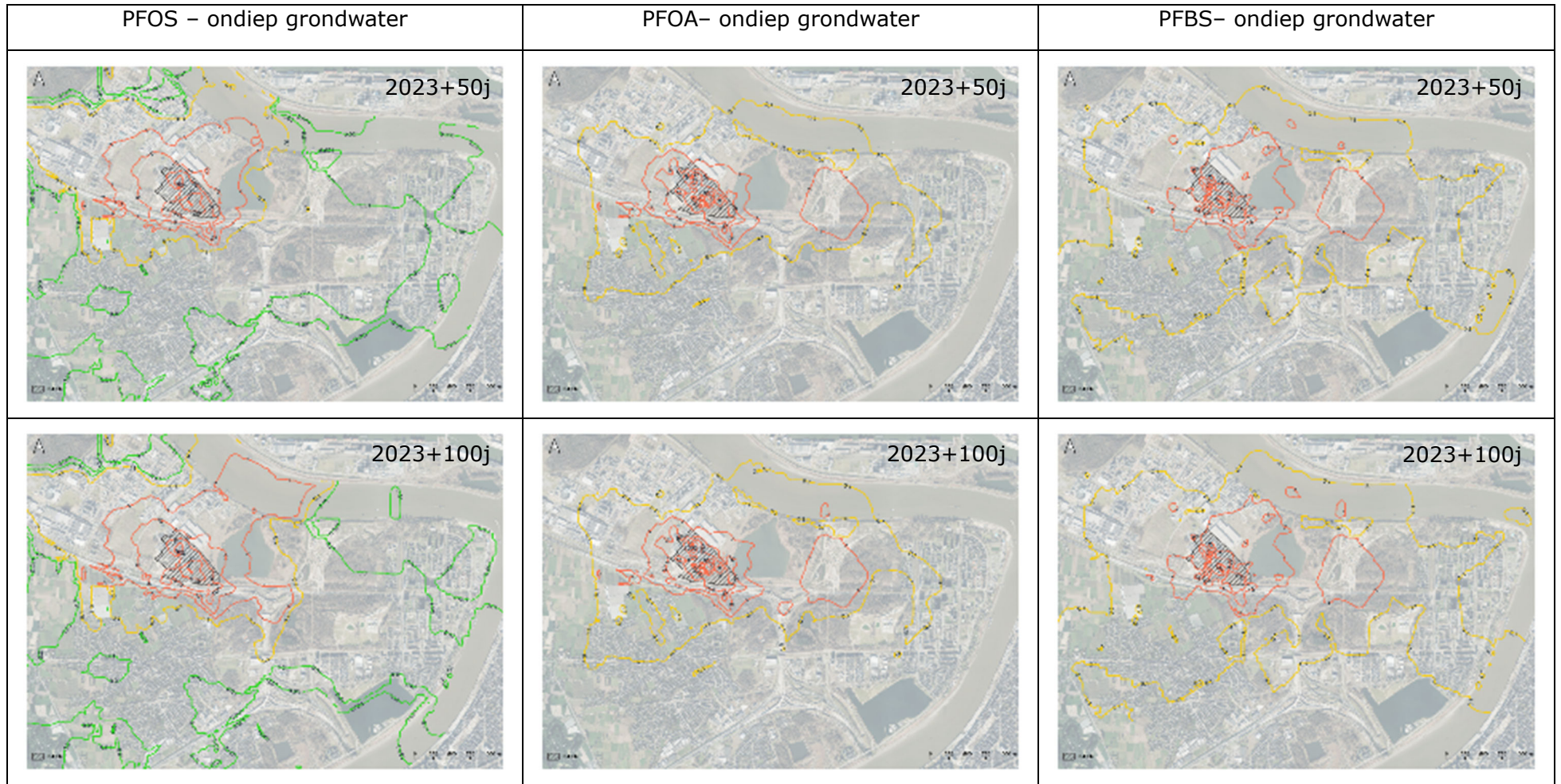
De drie PFAS-componenten geven elke een apart deel van de volledige aanwezige PFAS-verontreiniging weer in functie van het potentieel naar grondwatersverspreiding. Dit laat toe om na te gaan welke effecten er op korte en lange termijn zullen plaatsvinden

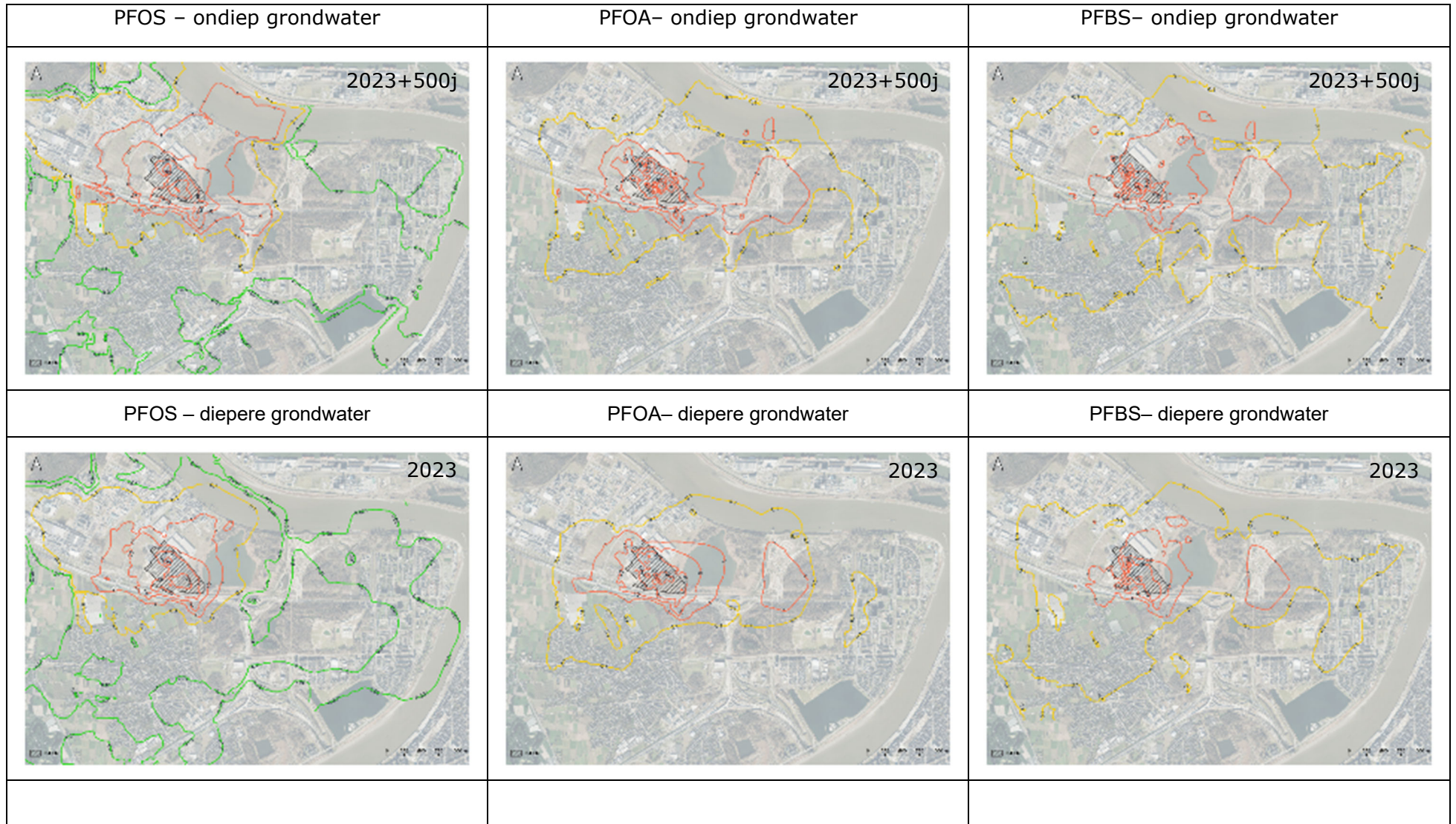
Hierbij is nagegaan vertrekkende van de huidige grondwaterpluimen voor deze stoffen hoe de verontreiniging onder invloed van de grondwaterstroming verder zal evolueren. Een belangrijk element is dat voor het transportmodel is aangenomen dat voor de ganse periode van de modellering er uitloging vanuit de onverzadigde bodem blijft plaatsvinden en er dus continue verontreiniging in het grondwater bij komt. Gelet op de periode van 500 jaar spontane evolutie die is gemodelleerd, is deze aanname van continue uitloging een conservatieve inschatting. Door uitloging zal in realiteit op termijn de PFAS-concentratie in de onverzadigde bodem immers afnemen, en het is aannemelijk te stellen dat dit in een periode van 500 jaar een relevante afname zal zijn. De hier uitgevoerde modellering met een blijvende continue uitloging (voeding) naar het grondwater is dus een overschatting van de spontane evolutie van de grondwaterverontreiniging.

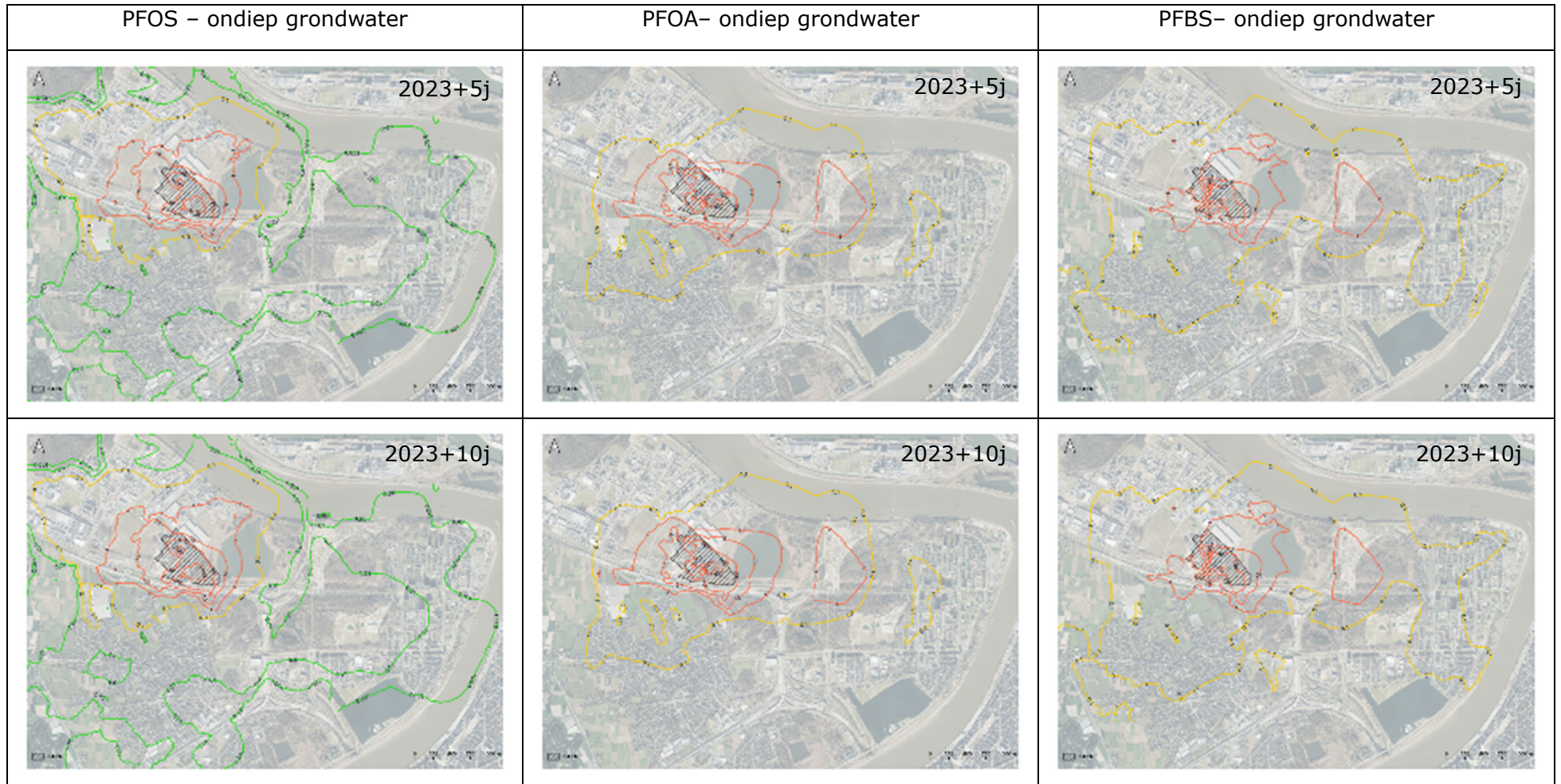
Onderstaande illustraties zijn de gemodelleerde concentratiecontouren, uitgedrukt in $\mu\text{g/l}$, van de pluim voor respectievelijk PFOS, PFOA en PFBS in het ondiepe en diepere grondwater voor een termijn van 5, 10, 25, 50, 100 en 500 jaar in de toekomst.

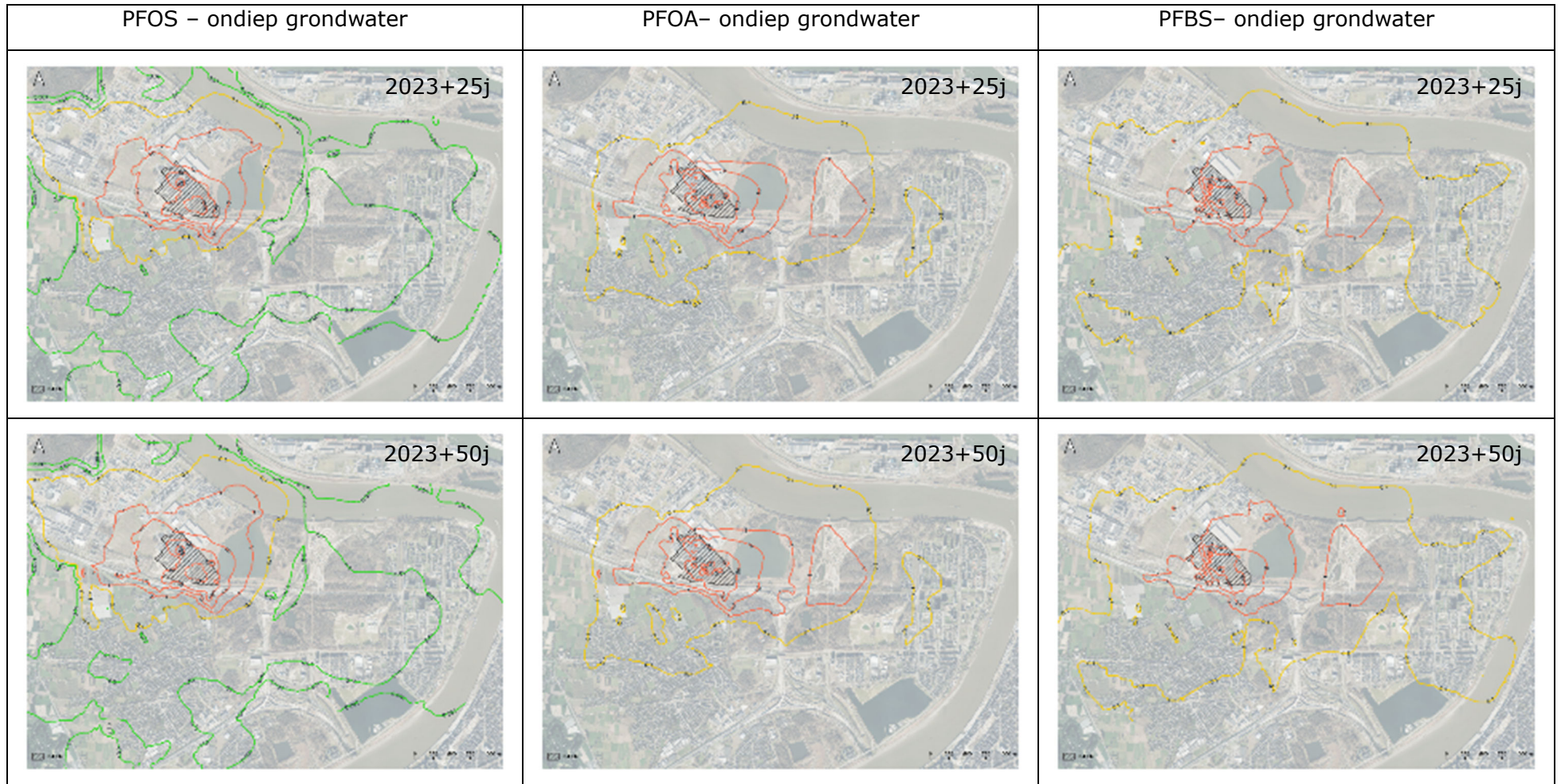


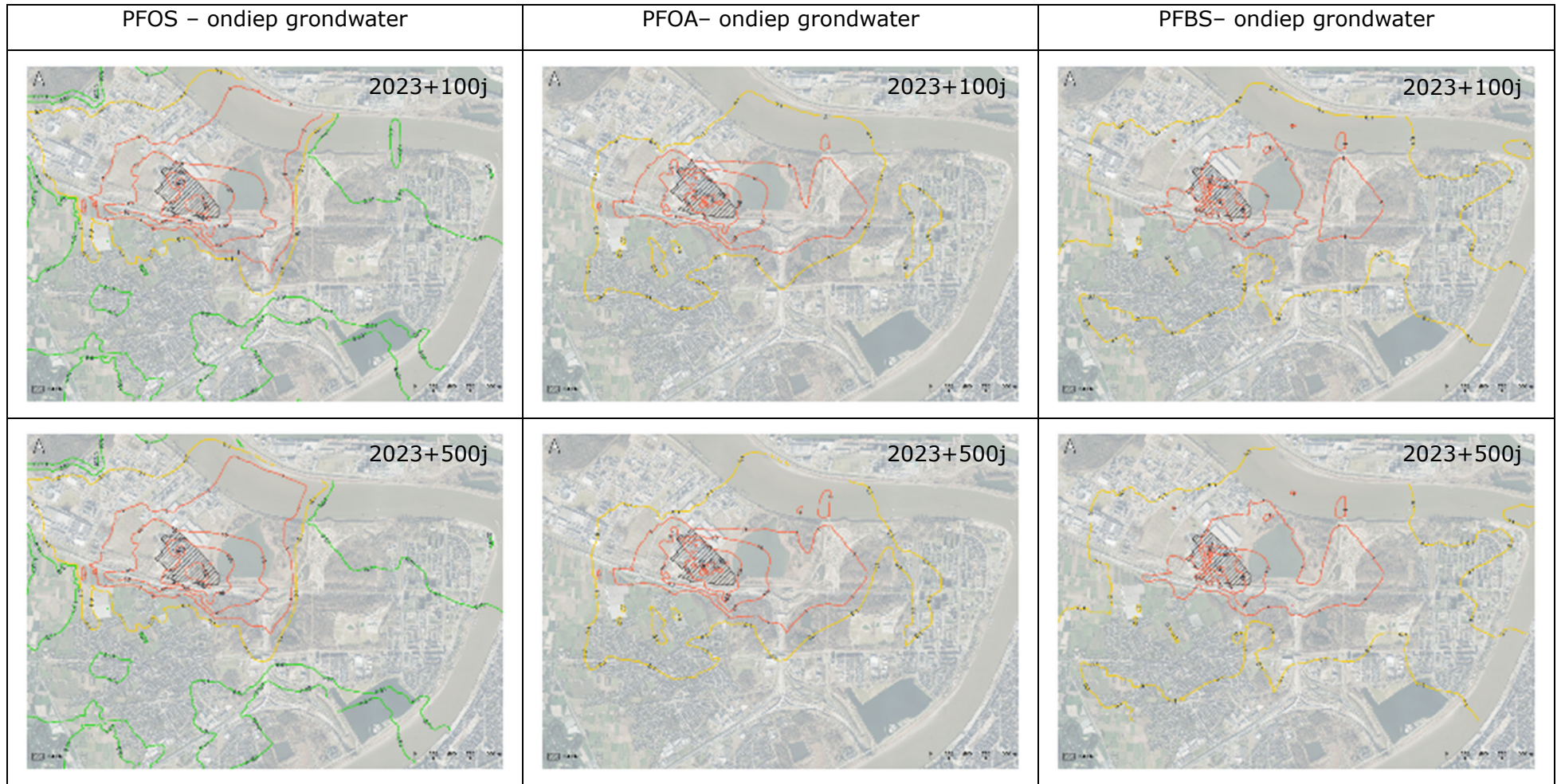












Uit bovenstaande gemodelleerde verontreinigingscontouren komen volgende zaken in verband met de spontane verdere evolutie van de PFAS-grondwaterverontreiniging naar voor.

PFOS - ondiep grondwater

De kern van de verontreiniging bevindt zich ter hoogte van het 3M-terrein met uitlopers in westelijke en noordelijke richting in het industriegebied, naar het zuiden tot voorbij de Palingbeek en naar het oosten tot Blokkersdijk. Voor de komende 50 jaar geeft het model aan dat er in alle richtingen slechts een beperkte toename plaats vindt. Op 100 jaar geeft het model aan dat er een duidelijke vergroting is van de 0,1 µg/l en 1 µg/l contouren in oostelijke richting langs het traject van de Palingbeek. De verhoogde grondconcentraties ter hoogte van de Palingbeek liggen vermoedelijk aan de bron van deze toename. Ondanks dat het hier over een smalle strook met verhoogde grondconcentraties gaat zullen ze op lange termijn bijdrage aan een toename van de omvang van de grondwaterverontreiniging. De modellering geeft ook aan dat er over een periode van 500 jaar vanuit het bronterrein van 3M zelf in het ondiepe grondwater geen grote toename van de omvang van de grondwaterverontreiniging is te verwachten.

Ter hoogte van de zones in het onderzoeksgebied die door een atmosferische meer diffuse grondverontreiniging met lage concentraties worden gekenmerkt is er geen merkbare toename door uitloging van de grondwaterverontreiniging te verwachten. De verontreinigingsgraad blijft hier constant, er is ook geen duidelijk verspreidingspatroon van de grondwaterverontreiniging merkbaar. Er is nu al een stabiel evenwicht bereikt.

PFOS – diep grondwater:

PFAS zijn zwaarder dan grondwater en zullen dus de neiging hebben om in het grondwater uit te zakken. Dit blijkt ook uit de stelselmatige toename van de PFOS-kern in het diepere grondwater ter hoogte van het 3M-terrein. Voor de verschillende weergegeven perioden is er in vergelijking met de vorige periode steeds een toename in alle richtingen rond het 3M-terrein merkbaar. Deze is het grootst in oostelijke richting lang het traject van de Palingbeek waarbij de toename in het ondiepe grondwater in de laterale verspreiding in het diepere grondwater vanuit het 3M terrein vermoedelijk aan de oorzaak liggen. Deze toename die ook merkbaar is naar het zuiden toe ter hoogte van de bocht in de E34 snelweg tussen Het Vlietbos en Het Rot manifesteert zich pas tussen 50 en 100 jaar, waarna ze stabiel blijft tot minstens 500 jaar. In noordoostelijke richting, naar de Schelde is er ook een toename van het verontreinigingsfront dat de Schelde bereikt te verwachten. De drainerende werking van de Schelde in het diepere grondwater ligt hier aan de basis. De diepere pluim zal op termijn over een grotere afstand in de Schelde stromen.

PFOA – ondiep grondwater

Net zoals bij PFOS is er rond het 3M-terrein een stelselmatige beperkte toename van de PFOA-verontreinigingskern in het ondiepe grondwater waarneembaar. Dergelijke toename is ook merkbaar rond het noord-zuid traject van de Palingbeek ter hoogte van de nieuwe tunneltoegang van de Oosterweelwerken onder de Schelde. Over langere termijn (>50 jaar) is het effect op de grondwatercontour van de uitloging ter hoogte van het west-oost traject ten zuiden van Blokkersdijk en tussen het Vlietbos en Het Rot van de Palingbeek merkbaar. Hieruit blijkt dat er voor PFOA nog een relevante uitloging vanuit het 3M-terrein en de Palingbeek zal plaatsvinden. Dit komt ook overeen met de grondmetingen, gezien deze twee locaties ook de

enige zones zijn waar duidelijk verhoogde PFOA-concentraties in de grond zijn gemeten. Buiten de invloed van deze bronnen (3M-terrein en de Palingbeek) zijn er in het ondiepe grondwater voor de gemodelleerde periode geen relevante wijzigingen in het ondiepe grondwater ten opzichte van de huidige situatie waargenomen.

PFOA – diep grondwater

In het diepere grondwater is een vergelijkbare toename als voor PFOS merkbaar, namelijk een algemene toename van de kern rond het 3M-terrein met een duidelijke grotere toename in oostelijke richting ter hoogte van het traject van de Palingbeek. Vanaf de kleinere kern ter hoogte van het noord-zuid traject van de Paling beek aan de nieuwe tunneltoegang vindt een toename van de kern in westelijke richting langs het traject van de Palingbeek plaats. Dit bevestigt het effect van de Palingbeek als een bron die nog na levert aan de grondwaterverontreiniging met een relevante toename van de verontreinigingskern tot gevolg. Ter hoogte van het 3M-terrein is de toename van de kernzone beperkter. Ter hoogte van de Schelde neemt voor de gemodelleerde periode de breedte van de PFAS-pluim die de Schelde bereikt niet veel toe ten opzichte van de huidige situatie. Wel is er een toename van de PFAS-flux die Schelde zal bereiken, gezien de 1 µg/l contour met de tijd naar de Schelde toe migreert en deze ook effectief bereikt.

PFBS – ondiep grondwater

In het ondieper grondwater is er geen relevante toename van de PFBS-kern voor de gemodelleerde periode merkbaar. Er is een beperkte toename waarneembaar in de zone tussen het Vlietbos en Het Rot. PFBS is in de grond amper gemeten. Hierdoor zal er in de toekomst ook weinig uitloging van PFBS naar het grondwater plaats vinden, waardoor er geen relevante toenames van de PFBS-grondwaterverontreiniging in het ondiepe grondwater worden waargenomen. Dit wijst erop dat er voor PFBS een quasi stabiele situatie is bereikt waarbij de instroom door uitloging van PFBS dusdanig laag is dat er door de drainage en verticaal uitzakken quasi een gelijkaardige vuilvracht het ondiepe grondwater verlaat. Ter hoogte van de diffuse atmosferische verspreide PFAS-verontreiniging wordt voor PFBS in het ondiepe grondwater geen wijziging in de verontreinigingssituatie aangetoond.

PFBS – diep grondwater

In het diepe grondwater is er wel een toename waarneembaar. Deze is vergelijkbaar met de toename voor PFOA. Vanuit het 3M-terrein is er een toename in oostelijke richting en vanuit het noord-zuid traject van de Palingbeek aan de nieuwe tunneltoegang is er een verspreiding in westelijke richting. Hieruit blijkt dat er vanuit het ondiepe grondwater dus nog verontreiniging naar het diepere grondwater zal migreren en daarin verder zal verspreiden met een toename van de kernzone tot gevolg. Ook ter hoogte van de Schelde is er een duidelijke toename van de breedte en vuilvracht van de pluim die in het diepere grondwater in de Schelder zal stromen. Deze duidelijkere toename voor PFBS in het diepere grondwater in vergelijking met PFOA zijn een gevolg van de grotere mobiliteit van PFBS ten opzichte van PFOA. Hierdoor speelt voor PFBS niet zozeer de aanwezige vuilvracht een rol in de toename van de pluim, maar eerder de stromingssnelheid en/of de lengte van de stromingsbaan van het grondwater. In het ondiepe grondwater verhinderen de talrijke grachten en beken dat er duidelijke stromingsrichtingen en -banen zijn, waardoor er geen lange verspreidingspaden zijn en de pluim hierdoor niet veel toeneemt. In het diepe grondwater kan de verontreiniging zich

verder/langer verplaatsen vooraleer deze een element tegenkomt dat de verspreiding verhindert (zoals een drainerende beek of gracht). Het uitzakken van PFAS in het algemeen, de grote mobiliteit van PFBS en de langere stroompaden in het diepere grondwater zorgen ervoor dat het grondwatermodel in het zuiden van het onderzoeksgebied, ter hoogte van de door atmosferische depositie ontstane meer diffuse verontreiniging, in het diepe grondwater een toename van de 0,1 µg/l contour in zuidelijke richting aangeeft. Iets wat bij PFOA en PFOS amper of niet plaats vindt.

Conclusie verspreiding met of in grondwater

Algemeen blijkt dus dat er enkel vanuit van de nog effectief aanwezige verontreinigingskernen (3M-terrein en Palingbeek) er een relevante uitbreiding van de kernzone in zowel het ondiepe als diepere grondwater plaats vindt. Voor de 0,1 µg/l concentratiecontouren die zich op grotere afstand van deze kernzones bevinden, blijkt er geen relevante toename plaats te vinden, rekening houdend met het nu al verontreinigde onderzoeksgebied met som PFAS-concentraties boven 100 ng/l en 500 ng/l. Dit betekent dat de PFAS-grondwaterverontreiniging in zijn totaliteit niet in oppervlakte zal toenemen. Er zal enkel vanuit de kernzone een toename van de omvang van deze kern plaatsvinden binnen het totale volume van de pluim.

Er is reeds aangehaald dat PFAS de neiging heeft om in het grondwater uit te zakken. Deze verticale verspreiding wordt in de diepte afgeperkt door de Boomse klei die een niet-doorlatende laag vormt. De top van de Boomse klei op circa 22 m-mv vormt dan ook de ondergrens voor de verspreiding van de PFAS-grondwaterverontreiniging.

Tot slot dient vermeld te worden dat hierbij geen rekening is gehouden met andere, niet 3M-gerelateerde bronzen die zullen verspreiden.

7.3.4.2 SIGNIFICANTE UITBREIDING VAN DE CONTOUR

De code van goede praktijk schrijft voor dat naast de impact op de receptor het verspreidingsrisico ook dient te worden bepaald door de mogelijke significante uitbreiding van de grondwaterverontreiniging na te gaan. Dit gebeurt aan de hand van de criteria die in volgende secties zijn toegelicht.

Volume verontreinigd grondwater

Het volume verontreinigd grondwater binnen de verontreinigingscontour voor de PFAS-verontreiniging, de som PFAS 20 EU DWRL contour, ten gevolge van de activiteiten op het 3M-terrein is geraamd op 113.820.500 m³ rekening houdend met een totale porositeit van 30% (of 379.365.700 m³ bodemvolume). Gezien dit volume significant is en een regionale impact vertegenwoordigt, dient besloten te worden dat er een dusdanig groot volume grondwater is verontreinigd, dat er sprake is van een significante uitbreiding.

Horizontale verspreidingsnelheid van de verontreiniging:

De doorlaatbaarheden van de verschillende verontreinigde aquifers liggen tussen 1,0.10⁻⁵ en 2,3.10⁻⁴ m/s. De retardatie van de verschillende PFAS is afhankelijk van de grootte van de PFAS-molecule en het organische stofgehalte in de aquifer. De korte PFAS zullen minder geabsorbeerd worden op de bodemmatrix, waardoor er een lage tot verwaarloosbare retardatie optreedt. Langere PFAS-moleculen hebben een grotere retardatie en zullen zich dan ook minder snel onder invloed van de grondwaterstromingsnelheid verplaatsen. Naast de

doorlaatbaarheid van de watervoerende bodem en de retardatie wordt de verspreidingssnelheid ook bepaald door het verhang van het grondwater en de effectieve porositeit van de bodem. Bij een hoog verhang (groot verschil in grondwaterstand over een relatief korte afstand) zal er een grotere stromingssnelheid zijn dan wanneer dit verhang klein is. De effectieve porositeit, die het aaneengesloten met watergevulde volume van de bodem weergeeft, heeft het omgekeerde effect. Bij een hogere effectieve porositeit is er meer ruimte voor het grondwater om door te stromen waardoor er een lagere stromingssnelheid zal zijn, dan wanneer dezelfde hoeveelheid water door een kleiner volume moet stromen.

Op basis van de stoffeigenschappen kunnen PFAS als mobiel tot zeer mobiel worden beschouwd voor wat de verspreiding in het grondwater betreft. Het onderzoeksgebied is gekenmerkt door een laag verhang als gevolg van de talrijke drainerende grachten/beken en de vlakke topografie. De zandige bodem is relatief matig tot goed doorlatend met een hoge effectieve porositeit gelet op de beperkte compactie van deze sedimenten, waardoor de verspreidingssnelheid van de verontreiniging eerder laag is, uitgezonderd lokale situaties die een sterker verhang kennen als gevolg van een bemaling of diepere drainage zoals de Schelde. De lage verspreidingssnelheid blijkt ook uit de vorm en omvang van de totale grondwaterpluim en de grondwaterkernzone in vergelijking met de grondverontreinigingen die aan de basis liggen van deze verontreinigingen.

Op basis van het grondwatermodel zijn verspreidingssnelheden voor de drie gemodelleerde PFAS-componenten in het onderzoeksgebied bepaald. Per winbare laag in het gebied buiten de 3M-site zijn hieronder de minimale, gemiddelde en maximale verspreidingssnelheden per PFAS-component weergegeven. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de maximale waarden maar in enkel cellen voorkomen ter hoogte van pompputten, grachten of beken, elementen in het model waar zeer plaatselijk een verhoogde grondwaterstroming plaats vindt. De verspreidingssnelheden zijn berekend voor de respectievelijk Kd-waarden $3,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ voor PFOS, $6,11 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ voor PFOA en $2,73 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ voor PFBS:

TABEL 7-12 OVERZICHT VERSPREIDINGSSNELHEID PFAS-COMPONENTEN

Verspreidings-snelheid (m/d)	PFOS			PFOA			PFBS		
	Min	Gemid	Max*	Min	Gemid	Max*	Min	Gemid	Max*
1 ^e aquifer	<0,001	0,012-0,021	1,572	0,001	0,043-0,078	5,741	<0,001	0,043-0,078	0,044
2 ^e aquifer	<0,001	0,006-0,042	2,024	<0,001	0,023-0,107	5,225	<0,001	0,023-0,107	0,062

Op basis van deze verspreidingssnelheden mede bepaald door de specifieke terreinkenmerken zijn deze waarden niet onmiddellijk een criterium om een significante uitbreiding te besluiten.

Kernzone

Er is een duidelijke kernzone ter hoogte van het 3M-terrein en een meer beperkte kernzone volgens het traject van de Palingbeek aanwezig. Beide kernzones zullen onder invloed van uitloging verontreiniging aan het grondwater blijven aanleveren. Hierdoor zal de kernzone in het grondwater op lange termijn aanzienlijk kunnen toenemen, wat uit de hierboven besproken grondwatermodellering blijkt. De grondwaterverontreinigingssituatie zal hierdoor verslechteren waardoor dient besloten te worden dat er sprake is van een significante uitbreiding.

Bio-afbreekbaar

PFAS worden vaak als niet-bioafbreekbaar bestempeld. Dit is niet helemaal correct. Precursoren worden in de natuur omgezet naar de stabielere eindvormen, zoals PFOS. Deze zijn persistent en kunnen als niet bio-afbreekbaar worden beschouwd. Er dient dus genuanceerd te worden dat de PFAS-verontreiniging door biologische afbraak niet zal afnemen/krimpen, maar wel dat de verhouding van de verschillende PFAS-stoffen op termijn zal wijzigen, waarbij het gehalte precursoren zal afnemen en het gehalte stabiele eindvormen zal toenemen. Bepaalde precursoren zijn meer mobiel of vluchtiger dan de PFOS-eindvorm. De natuurlijke "afbraak" van deze precursoren naar het stabielere PFOS kan aanleiding geven tot een lagere blootstelling/verspreiding. De effecten hiervan zijn nog onduidelijk. Er wordt op dit moment nog aangenomen dat de bio-afbreekbaarheid van precursoren geen relevante rol speelt in de verspreiding van de verontreiniging en de bepaling van den significante uitbreiding.

Maximale overschrijdingsfactor in het grondwater

De maximale overschrijdingsfactor voor de actuele grondwateranalyses van de toetsingswaarde voor som 20 PFAS van 100 ng/l bedraagt 4.003.030 en voor som PFAS van 500 ng/l bedraagt deze 800.606. Dit zijn zeer hoge overschrijdingen die dienen beschouwd te worden als concentraties die het potentieel hebben om een groot volume grondwater te verontreinigen met concentraties boven de toetsingswaarden. Deze overschrijdingsfactoren worden dan ook als indicatief voor een significante uitbreiding beschouwd.

Bedreiging van een winbare laag

Het grondwater ter hoogte van het onderzoeksgebied is met PFAS verontreinigd met concentraties boven de toetsingswaarden tot op de Boomse klei (op een diepte van circa 22 m-mv). Uit deze laag wordt op verschillende locaties in het onderzoeksgebied grondwater onttrokken, voornamelijk voor landbouwdoeleinden. De verontreinigde watervoerende laag is dus een winbare laag die ook effectief wordt onttrokken. Er is geen risico op het bedreigen van een diepere winbare laag, gezien de basis van de grondwaterverontreiniging wordt gevormd door de niet-doorlatende Boomse klei, die een voldoende grote dikte (>50 m) heeft om te voorkomen dat diepere winbare lagen zouden worden verontreinigd. Gelet op de omvang van de PFAS-grondwaterverontreiniging is er duidelijk sprake van een bedreiging van een winbare laag.

Conclusie significante uitbreiding

Aangezien er geen andere argumenten zijn, het laatste element uit dit deel van de risico-evaluatie, kan voor het deel significante uitbreiding besloten worden dat er verschillende criteria van toepassing zijn die aanleiding geven tot het besluit van een significante uitbreiding van de PFAS-grondwaterverontreiniging, waardoor er ook hierdoor sprake is van een verspreidingsrisico via het grondwater.

7.3.5 VERWAAIING VAN VERONTREINIGDE BODEMDEELTJES

Onder verwaaiing van verontreinigde bodemdeeltjes wordt de verspreiding van verontreinigde grondpartikels onder invloed van de wind verstaan. In de meeste gevallen ligt winderosie aan de basis. Het betreft dus niet de verspreiding van de verontreinigende stof vanaf een

emissiepunt onder invloed van de wind. Deze evaluatie heeft enkel betrekking op de reeds verontreinigde bodem die dan door de wind verder kan verspreiden.

De bodemdeeltjes van de toplaag komen in aanmerking om door de wind getransporteerd te worden. Ter hoogte van de onderzoekslocatie bestaat uit de toplaag uit matig fijn siltig zand. Door de aanwezigheid van silt is dit bodemmateriaal meer gecementeerd dan een zuiver fijn zand zonder silt. Dergelijke bodems zijn minder gevoelig voor winderosie dan bijvoorbeeld de zandbodem in de Kempen. Daarbij wordt deze siltige zandbodem niet beschouwd als een arme bodem waar de vegetatie moeilijk tot stand komt, waardoor de bodem gevoeliger is voor winderosie. Onder normale omstandigheden, wanneer de bodem niet wordt geroerd wordt er dan ook geen relevante verwaaiing van verontreinigde bodemdeeltjes verwacht.

Echter door de bodem fysisch te bewerken (ploegen, eggen, uitgraven, laden, lossen, intens berijden, ...) kan er stofvorming optreden, zeker in droge perioden. Dit bodemstof kan dan onder invloed van de wind verspreiden. Er zijn in het onderzoeksgebied stofmetingen ter hoogte van de Oosterweelwerf en ter hoogte van landbouwgrond uitgevoerd op het moment dat de grond werd gemanipuleerd/bewerkt. Deze stofmetingen hebben aangetoond dat er lokaal in de onmiddellijke omgeving van deze werken verhoogde PFAS-houdend stof wordt gemeten. Dit bodemstof kan bij windig weer lokaal verspreiden. Deze verspreiding zou een mogelijke verklaring kunnen zijn waarom er ter hoogte van de landbouwgronden ten zuidwesten van het 3M-terrein een vrij grote zone met diffuse PFAS-verontreiniging wordt waargenomen, alhoewel dit tegen de dominerende naar het noordoosten waaierende windrichting in is.

Algemeen wordt er dus geen verwaaiing van verontreinigde bodemdeeltjes verwacht, behalve als deze bodem wordt bewerkt en er tijdens langdurig droge weercondities door menselijke activiteit bodemstof wordt gegenereerd. De verspreiding van dergelijk "kunstmatig" gecreëerd bodemstof wordt als beperkt ingeschat tot in de nabije omgeving van de werken. De verspreiding zal bepaald worden door de hoeveelheid bodemstof dat wordt gecreëerd en de weersomstandigheden (windsterkte). Op basis van deze criteria dient besloten te worden dat er verwaaiing van bodemdeeltjes kan voorkomen, maar dan enkel onder specifieke omstandigheden, die door de gepaste maatregelen en/of werkwijze kunnen vermeden worden (vb. grondwerken bevochtigen, land niet bewerken bij grote droogte, ...). Er zijn reeds stofmitigerende maatregelen geïmplementeerd op de 3M-site in het kader van de voorzorgsmaatregel. Naast een uitgebreide stofmonitoring, zijn ook de terreindelen die aanleiding kunnen geven tot stofverwaaiing afgedekt met kiezel en worteldoek/membraan. Deze acties staan in detail beschreven in het kwartaalrapport 'stofmitigatieplan' dat recent bij OVAM is ingediend.

7.4 BELEIDSMATIGE SANERINGSNOODZAAK

Er zijn door OVAM voor PFAS geen beleidsmatige criteria opgelegd die automatisch aanleiding geven tot een saneringsnoodzaak.

7.5 BESLUIT RISICO-EVALUATIE

Uit de risico-evaluatie die is uitgevoerd voor de PFAS-verontreinigingen in het vaste deel van de aarde en in het grondwater ter hoogte van het onderzoeksgebied en tot stand gekomen op het 3M-terrein, volgt dat:

- Er is een actueel en potentieel humaan risico voor bewoners die eigen gekweekte eieren consumeren;
- Er is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico voor bewoners die eigen gekweekte groenten en fruit en dierlijke producten (andere dan eieren) consumeren wanneer deze niet voldaan aan de Europese normen of EAC van het FAVV en wanneer de grondconcentraties PFOS (of som PFSA) tussen 3,8 µg/kg ds en 45 µg/kg ds liggen;
- Er is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico voor bewoners die eigen gekweekte groenten en fruit consumeren bij PFOS (of som PFSA) grondconcentraties boven 46 µg/kg ds;
- Er is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico voor bewoners (kinderen) die dagelijks intens gebruik maken van een terrein met PFOS (of som PFSA) grondconcentraties boven 105 µg/kg ds, onder voorwaarde dat zij geen eigen gekweekte producten van verontreinigde grond consumeren;
- Er is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico ter hoogte van gronden die enkel door volwassenen beroepsmatig worden gebruikt met PFOS (of som PFSA) grondconcentraties boven 323 µg/kg ds;
- Er is een actueel en potentieel humaan-toxicologisch risico ter hoogte van gronden die occasioneel/recreatief door volwassenen en kinderen worden gebruikt met PFOS (of som PFSA) grondconcentraties boven 3.853 µg/kg ds;
- Er is een actueel en potentieel ecotoxicologisch risico voor PFAS in het vaste deel van de aarde, de waterbodem en het oppervlaktewater ter hoogte van Blokkersdijk, inclusief de Palingbeek. Het betreft zowel een direct ecotoxicologisch risico als een risico via doorvergiftiging;
- Er is een actueel en potentieel ecotoxicologisch risico voor PFAS in het vaste deel van de aarde ter hoogte van de andere natuurgebieden binnen het projectgebied van onderhavig BBO. Het betreft voornamelijk doorvergiftiging, en in mindere mate directe ecotoxiciteit;
- Er is geen actueel en potentieel ecotoxicologisch risico voor PFAS in het vaste deel van de aarde ter hoogte van de niet-natuurgebieden binnen het projectgebied, met name de woon-, landbouw-, recreatiegebieden. Wat betreft de industriegebieden is er wel sprake van een ecotoxicologisch risico ter hoogte van de kernzones op de 3M-site op basis van de berekende PAF voor PFOS;
- Er is een verspreidingsrisico naar de grondwaterwinningen en oppervlaktewaters in het onderzoeksgebied omdat ze bedreigd worden door de aanwezige PFAS-grondwaterverontreiniging;
- Er is een verspreidingsrisico voor het verder uitloggen van PFAS ter hoogte van de kernzones en voor de verdere verspreiding van het reeds met PFAS-verontreinigde grondwater, met name in het diepe grondwater. Er is sprake van een significante uitbreiding;

- Er is een risico op verwaaiing onder zeer specifieke omstandigheden die gerelateerd zijn aan menselijke activiteiten (grondwerken en groundbewerking) en weersomstandigheden (lange droge periode en wind); en
- Er is geen beleidsmatige saneringsnoodzaak.

Dit betekent dat een saneringsproject moet opgesteld worden om bovenvermelde risico's aan te pakken voor de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater ten gevolge van de 3M-activiteiten in Zwijndrecht.

7.6 REFLECTIES MET BETREKKING TOT DE BLOOTSTELLING AAN PFAS EN VERDERE TE NEMEN ACTIES

De risico-evaluatie die is 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 van 3M afkomstig en deels mogelijks andere externe bronnen). Het grootste risico gaat uit van de consumptie van vrije uitloop kippenieren 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 is 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 risico-evaluatie af te stemmen met het Agentschap Zorg en Gezondheid. » De uitgewerkte risicoscenario'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 onderzoekspereemeter zone 1B en zone 2 dient er, zoals hierboven aangegeven wordt door de OVAM, te worden overlegd met AZG. De informatie die is bekomen tijdens de inventarisatie- en bijkomende sensibiliseringsfase zoals gevraagd in de recent opgelegde voorzorgsmaatregelen voor deze zones dienen hierbij te worden geïntegreerd.

Naast het verminderen van de PFAS-blootstelling vanuit de bodem dient er ons inziens ook verder worden ingezet op de bijkomende blootstelling die niet gerelateerd is met de vastgestelde bodemverontreiniging en dus ook niet in BBO's 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) is 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 relatief hoge PFAS-concentraties zijn, mits enkele locaties in het noordelijk deel van zone 1A, niet gemeten in de bodemstalen in het gebied ten zuiden van de E34.

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 strekt ook tot de aanbeveling om niet alle PFAS-componenten op eenzelfde manier te benaderen wanneer naar oplossingen moet gezocht worden voor een verontreiniging met een dergelijke omvang en complexiteit ten gevolge van vermenging. In het grondwater bijvoorbeeld is er een duidelijk verschil in toxiciteit voor de meer mobiele kortere PFAS-ketens. Zo heeft Arche voor PFBA een drinkwater norm berekend van 7.000 ng/l en voor PFBS is een drempelwaarde berekend van 2.000 ng/l. De benadering in de US of Nederland waar het aspect van relatieve toxiciteit wordt gehanteerd lijkt een meer pragmatische en realistische manier van werken.

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 heeft in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uitgevoerd van het initiële BBO van 2006 voor de 3M-site in Zwijndrecht. Het BBO is in verschillende fasen uitgevoerd volgens de OVAM-richtlijnen. Onderhavig rapport is het finale BBO dat volgt op het gewijzigd tweede gefaseerd BBO dat is ingediend op 31 maart 2023 en dat door de OVAM is goedgekeurd.

In dit BBO is de aard en omvang van de PFAS-verontreinigingen onderzocht op en rond de 3M-site in het vaste deel van de aarde, het grondwater, het oppervlaktewater, sediment en het vaste deel van de waterbodem van de belangrijkste waterlopen in het onderzoeksgebied. De PFAS-verontreinigingen op en in de directe omgeving van de 3M-site zijn gekarakteriseerd als voornamelijk PFOS, en zijn gerelateerd aan het voormalige productieproces van 3M. Tevens zijn de risico's voor volksgezondheid en leefmilieu geëvalueerd. Het onderzochte gebied bestaat uit verschillende landbestemmingstypes, met name natuur-, landbouw-, woon-, recreatie- en industriegebied. Deze zone is aangeduid als het 'projectgebied' en heeft een oppervlakte van ongeveer 40 km². Het projectgebied is opgedeeld in verschillende zones (het residentiële en landbouwgebied ten zuiden van de snelweg E34 (gekend als zones 1A, 1B en 2), de natuurgebieden (met oa. Blokkesdijk, St-Annabos, Vlietbos & Vredesbos), Antwerpen Linkeroever, en het industriegebied gelegen ten westen van de 3M site op de linkeroever van de Schelde). De impact buiten de 3M-site als gevolg van atmosferische PFAS-depositie maakt tevens deel uit van dit BBO. Dit rapport is het finale rapport dat zowel het vaste deel van de aarde, grondwater, oppervlaktewater alsook sedimenten omvat.

Er is tijdens de verschillende fasen van het BBO overleg geweest met de OVAM om de onderzoeksstrategie te bespreken en kort te sluiten.

Binnen het projectgebied is een afbakeningscontour 'richtwaarde' voor PFOS (3 µg/kg ds) bepaald voor het vaste deel van de aarde, voor de verontreinigingen ten gevolge van de (historische) bedrijfsactiviteiten op de 3M-site in Zwijndrecht, met een geschatte oppervlakte van ongeveer 12,2 km² (gebaseerd op de beschikbare informatie en afgeleide afbakening). Op de randen van en binnen deze PFOS-contour zijn er aanwijzingen dat er andere, niet aan 3M-gerelateerde PFAS-bronnen aanwezig zijn, die kunnen leiden tot een vermengde bodemverontreiniging. De verontreinigingsimpact in de bodem blijkt op basis van de huidige informatie minder ver uit te strekken dan initieel is verondersteld door de Vlaamse regering in het sitebesluit. Ook voor PFOA & som PFAS werd de afbakeningscontour bepaald.

Tot de zone waar de PFAS-verontreiniging aan de (historische) activiteiten van de 3M-site is toe te schrijven, behoort ook zone 1A, waarvoor reeds een saneringsproject is goedgekeurd en waar voor de sanering reeds is aangevangen.

Binnen het projectgebied is eveneens een afbakeningscontour saneringsnorm bepaald voor grondwater, zowel voor som PFAS als voor som PFAS 20 EU DWRL. Voor het grondwater is een opdeling gemaakt tussen ondiep (~5,5 m-mv) en het dieper (> 5,5 m-mv) grondwater. Voor som PFAS is de grondwaterverontreiniging tot aan de norm van 500 ng/l horizontaal en vertikaal afgeperkt. Voor som PFAS 20 EU DWRL is het niet mogelijk om horizontaal af te perken tot de norm van 100 ng/l. De PFAS-grondwaterverontreiniging gerelateerd aan 3M-activiteiten is echter wel horizontaal volledig afgeperkt. De bewijsvoering om onderscheid te maken tussen aan 3M- en aan derden-gerelateerde PFAS-grondwaterverontreinigingen is

gemaakt op basis van een 'lines of evidence'-aanpak die in het rapport uitvoerig zijn toegelicht. Er dient te worden benadrukt dat deze contour voor 3M-gerelateerde PFAS-grondwaterverontreiniging een conservatieve benadering is. Er zijn binnen de contour duidelijke aanwijzingen van externe PFAS-bronnen die niet gelinkt kunnen worden aan de 3M-activiteiten.

Naast het vaste deel van de aarde en het grondwater zijn ook andere media zoals oppervlaktewater, sediment en het vaste deel van de waterbodem onderzocht binnen het projectgebied. Hieruit blijkt dat de Palingbeek het meest verontreinigde oppervlaktewater is. Ook het sediment en het vaste deel van de waterbodem van deze waterloop is veruit het meest verontreinigd met PFAS in vergelijking met andere waterlopen zoals de Tophatgracht en Blokkersdijk.

De analysepakketten voor het vaste deel van de aarde en het grondwater zijn bepaald op basis van de CMA- en WAC-richtlijnen die van toepassing waren ten tijde van de monsterneming.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek zijn volgende conclusies geformuleerd:

- De historische bronnen voor de PFOS-verontreiniging (waarvan de productie op het 3M-terrein is stopgezet in 2002) in het vaste deel van de aarde op en rond de 3M-site, zijn voornamelijk gerelateerd aan de PFAS-houdende blusschuimtesten, maar ook door de PFAS-luchtemissies via schouwen en aerosolen afkomstig van de waterzuivering. Tijdens recente metingen op de site zijn verhoogde legacy PFAS-componenten gemeten in de aerosolen van de waterzuivering ter hoogte van de 3M-terreingrens in het kader van de veiligheidsmaatregelen op de 3M-site. De bronnen voor historische PFAS-verontreiniging op de site zelf zijn morsverliezen tijdens productie, lekkende riolering en het historische éénmalig uitspreiden van PFAS-verontreinigd slib afkomstig van de waterzuivering;
- Binnen de groep van PFAS-verbindingen is en blijft PFOS de meest dominant aanwezige component, zowel on- als off-site, zowel in percentage verhoogde meetresultaten als in absolute concentratie. Op de site is nog een aanzienlijk deel PFAS-precursoren aanwezig, die evenwel nauwelijks nog buiten de site aangetoond zijn in het vaste deel van de aarde of in grondwater;
- De PFAS-fingerprint van verontreiniging ter hoogte van de 3M-fabriek is volledig toe te schrijven aan het complexe productieverleden, waarbij in het verleden zowel de legacy C8-C6 PFAS verbindingen (PFOS, PFOA, & PFHXS) - de basiscomponenten van het eerste generatie brandblusschuim- als de meer recente kortere keten PFAS-verbindingen zijn vervaardigd. De aanwezigheid van fluortelomeren is gerelateerd aan vergelijkende testen die zijn uitgevoerd met telomeer-geformuleerde brandblusschuimen;
- Uit het onderzoek blijkt dat de gemeten PFOS-concentraties (en andere PFAS) in de bovenste bodemlaag (exponentieel) afnemen met de afstand tot de 3M-site om op grotere afstand van de 3M-fabriek echter opnieuw toe te nemen. Dit suggereert bijmenging van bodemverontreiniging ontstaan door andere externe PFAS-bronnen die niet gerelateerd zijn aan 3M-activiteiten. Tijdens vooronderzoek zijn dergelijke bronnen geïdentificeerd, zoals een brandweerpost op Linkeroever aan de Halewijnlaan, een brand op de voormalige Sanyo site en een brandoefenterrein van het militair domein Fort Brosius. Daarnaast zijn er duidelijke aanwijzingen voor andere bronnen die het gevolg kunnen zijn van blustesten met PFAS-houdend brandblusschuim op de aanpalende industrieterreinen. Indien mogelijk zijn deze gekende andere bronnen buiten de 3M-gerelateerde PFAS-

verontreinigingscontour gelaten die de impact van de activiteiten op de 3M-site omhelst. Binnen deze contour zijn er evenwel ook aanwijzingen van vermenging met niet 3M-gerelateerde bronnen en enkele anomale meetpunten, waarvan de oorzaak momenteel onduidelijk is;

- De beschikbare gegevens binnen het projectgebied van dit BBO geven aan dat de PFOS-impact in het vaste deel van de aarde gerelateerd met 3M zich grotendeels uitstrekt tot een gebied van ongeveer 1.250 à 1.500 m rond de 3M-fabriekssite. Deze perimeter komt goed overeen met de atmosferische depositiemodellerings uitgevoerd door Arche (2022) en VITO (2022). De maximale verspreiding van de verontreiniging met de overwegend heersende windrichting in noordoostelijke richting tot aan de richtwaardecontour binnen het projectgebied bedraagt ongeveer 2.300 m. De maximale verspreiding van de PFAS-verontreiniging tot aan de richtwaardecontour bedraagt in zuidwestelijke richting ter hoogte van de landbouw- en residentiële gebieden in Zwijndrecht en Beveren ongeveer 3.000 m. De verspreiding in deze richting is evenwel tegen de overwegend heersende windrichting in. De totale oppervlakte van de richtwaardecontour is circa 12,2 km² (gebaseerd op de beschikbare informatie en afgeleide afbakening);
- Het onderzoek toont aan dat de belangrijkste vuilvrachtmassa in het vaste deel van de aarde aanwezig is op de site zelf, gevolgd door de zone net buiten de site ter hoogte van de Palingbeek. Binnen de 3M-gerelateerde PFAS-richtwaardecontour is een totale vuilvracht berekend van circa 15,5 ton (als ondergrens), waarvan meer dan 90 % van de vuilvracht binnen de site en directe omgeving langsheen de Palingbeek is gesitueerd. Deze totale vuilvracht is wellicht een onderschatting aangezien onder de productiegebouwen nauwelijks gegevens gekend zijn van de vuilvracht onder de productiegebouwen. Een belangrijk deel is ook aanwezig ter hoogte van het westelijk deel van het natuurgebied Blokkersdijk. Specifiek voor gevoelige bestemmingstypes zoals woon- & landbouwgebieden zijn de hoogste PFAS-concentraties gemeten in Zone 1A. De geraamde PFAS-vuilvracht in deze zone bedraagt circa 120 kg. Ter herinnering wordt vermeld dat in die zone een totale nieuwe propere leeflaag zal worden aangebracht om de humaan-toxicologische risico's weg te nemen;
- De analyseresultaten voor de geteste PFOS-precursoren geven aan dat het huidige PFOS-verontreinigingsbeeld buiten de 3M-site zelf niet significant zal wijzigen in de toekomst. Er zijn slechts in een beperkt aantal off-site bodemstalen precursoren gemeten voor de C8-verbindingen. Uit de resultaten van TOP Assay-testen op stalen van de site zelf blijkt dat er mogelijk nog precursoren aanwezig zijn die niet opgenomen zijn in het CMA-pakket. Een mogelijke verklaring is te vinden bij 8:2 FTOH of 8:2 FTMAC. Dit betreft PFOA-precursoren maar dient verder bekeken te worden;
- Het uitgevoerde grondwateronderzoek bevestigt in grote lijnen het beeld voor het vaste deel van de aarde. De hoogste PFAS-concentraties zijn eveneens gekarakteriseerd als PFOS, en dan voornamelijk op en in de directe omgeving van de 3M-site. Op grotere afstand van de 3M-site zijn de meer mobiele componenten zoals PFBS en PFBA dominant aanwezig. Omwille van hun mobiliteit en oplosbaarheid zijn deze componenten nauwelijks in het vaste deel van de aarde gemeten;
- Er is gebruik gemaakt van een 'multiple lines of evidence'-aanpak om onderscheid te maken tussen aan 3M- en aan derden-gerelateerde PFAS-bronzones. Het betreft onder andere:

- Informatie bekomen in het historisch vooronderzoek en beschikbare onderzoeksrapporten en technische verslagen grondverzet;
 - De ruimtelijke spreiding van de PFAS-verbindingen in zowel het vaste deel van de aarde als grondwater;
 - De PFAS-vingerafdruk;
 - Een statistische analyse (PCA, radarplots, factoren & biplots);
 - De resultaten van atmosferische modeleringen;
 - De evaluatie van de C4-componenten; en
 - Het concentratieverloop langsheen de dominante windrichting;
- In het ondiepe grondwater is de som PFAS-contour bepaald op basis van de norm van 500 ng/l, waarbij getracht is om de gekende externe PFAS-bronnen buiten deze contour te laten. Er zijn echter binnen deze contour ook duidelijke aanwijzingen voor externe bronnen, met name ten zuiden van de snelweg E34. Voor som PFAS 20 EU DWRL is een afperking tot 100 ng/l niet mogelijk. Op basis van een recent uitgevoerde depositiemodellering van historische uitstoot door Arche voor PFBA en een doorgedreven statistische evaluatie van de grondwatergegevens, is de afperking van de impact afkomstig van de 3M-activiteiten doorgevoerd op basis van de aanwezigheid van PFBS in het ondiepe grondwater. Voor het diepere grondwater kunnen beide contouren van het ondiepe grondwater behouden blijven, met uitzondering van som 20 EU DWRL PFAS in westelijke richting. De contour som PFAS voor het ondiepe grondwater beslaat een oppervlak van circa 12,8 km² (gebaseerd op de beschikbare informatie en afgeleide afbakening), voor som PFAS 20 EU DWRL is dit geraamd op circa 15 km² (gebaseerd op de beschikbare informatie en afgeleide afbakening);
 - De berekende PFAS-vuilvracht in grondwater binnen de contouren bedraagt circa 8,6 ton. Ook voor grondwater is meer dan 90% van de vuilvrachtmassa aanwezig ter hoogte van de 3M-site zelf, waarbij het merendeel aanwezig is in het diepere grondwater omdat de tweede aquifer in omvang relatief veel groter is dan de eerste aquifer boven de Polderklei en op de 3M-site de PFAS-verontreiniging is doorgezakt naar de diepere aquifer door de Polderklei heen;
 - De aanwezige Polderklei in het gebied ten noorden van de snelweg E34 en de verschillende beken en grachten hebben invloed op de horizontale en verticale verspreiding van de PFAS-verontreiniging. De Polderklei is aanwezig op een diepte van 4,5 m-mv; de Boomse klei rond 20 à 25 m-mv ter hoogte van de 3M-site. Een doorgedreven grondwatermodel voor het onderzoeksgebied geeft aan dat het grondwater in de freatische ondiepe aquifer ter hoogte van de 3M-site grotendeels naar de Palingbeek stroomt. De lopende P&T-sanering in de bronzones heeft eveneens invloed op de grondwaterstroming. In de industriezone is de grondwaterstroming voornamelijk naar het zuiden richting de Karperreed en naar het zuidoosten richting de 3M-site. Ten zuiden van de snelweg E34 stroomt het ondiepe grondwater hoofdzakelijk noordwaarts richting Palingbeek en Karperreed, maar er is lokaal ook invloed van de aanwezige beken en grachten. Ter hoogte van het natuurgebied beïnvloedt het oppervlaktewater de grondwaterstroming. Er wordt opgemerkt dat er een relatief sterke grondwaterstroming is naar de Tophatgracht toe vanuit zowel Blokkersdijk als het St-Annabos. In de zone Linkeroever is de grondwaterstroming in de freatische laag gericht naar de kleinere grachten van het Rot, en

niet naar de Schelde toe, die door dijken is afgeschermd van deze waterlaag. De diepere grondwaterstroming is over het algemeen vergelijkbaar voor het gebied ten zuiden van de E34 waar de Polderklei niet aanwezig is. Daar waar deze kleilaag aanwezig is, is de stroming echter meer complex en is er invloed van de Schelde;

- Uit de analyseresultaten blijkt dat het water in de Palingbeek sterker verontreinigd is in vergelijking met het water uit de vijver van Blokkersdijk. Ook het verontreinigingsprofiel is anders. De PFAS-fingerprint van het oppervlaktewater in de Palingbeek is meer in lijn met die van het grondwater, wat het gevolg is van de drainerende werking van deze gracht. In de vijver van Blokkersdijk zijn er in verhouding meer C4-componenten aanwezig, wat eerder duidt op minder invloed van kwel van grondwater, en mogelijk meer het gevolg is van atmosferische depositie;
- Het onderzoek van sedimenten en het vaste deel van de waterbodem heeft aangetoond dat vooral ter hoogte van de Palingbeek, de Tophatgracht en in mindere mate Blokkersdijk verhoogde PFAS-concentraties aanwezig zijn. Voor deze waterlopen is een vuilvrachtmassa berekend van circa 160 kg;
- Om de risico's voor volksgezondheid en leefmilieu beter in te schatten zijn er specifieke PFAS-analyses op groenten, fruit, gras en eieren uitgevoerd. Uit de resultaten blijkt de aanwezigheid van enkele PFAS-verbindingen (vnl. PFBA, PFOS, PFBS en PFPeA) in sommige van de geteste groenten en voedergewassen. De geteste fruitmonsters vertonen aanzienlijk lagere PFAS-concentraties (vnl. PFBA (indien gerapporteerd), PFPeA en PFOS). Voor sommige geteste gewassen (bladgewassen en fruit) is de door het FAVV voorgestelde EAC-waarde⁷⁴ overschreden. Noteer dat ERM deze in het BBO enkel hanteert als indicatieve screening waarde. De verhoogde PFAS-concentraties zijn niet alleen aangetoond nabij de 3M-site, maar ook op grotere afstand waar er vermoeden is van vermenging en waar concentraties soms hoger zijn;
- In de geanalyseerde eieren van scharrelkippen zijn voor een verschillende individuele PFAS-componenten verhoogde concentraties gemeten (o.a. PFOS) die de nieuwe Europese actiewaarde voor PFOS overschrijden. Dit is opmerkelijk genoeg ook het geval voor eieren die in een zone met een PFOS-gehalte in de bodem lager dan de richtwaarde van 3 µg/kg ds;
- Er is een humaan-toxicologische risico-evaluatie uitgevoerd volgens de richtlijnen van OVAM op basis van veldmetingen en actuele inputparameters in het S-Risk blootstellingsmodel. Daaruit blijkt dat het grootste risico uitgaat van consumptie van vrije uitloop kippeneieren en in mindere mate van het eten van lokaal geteelde fruit en groenten uit de eigen (moes)tuin;
- Uit de risico-evaluatie voorverspreiding volgens de richtlijnen van de OVAM blijkt dat dat er een verspreidingsrisico is voor de PFAS-verontreiniging omdat deze de grondwaterwinningen en de oppervlaktewaters bedreigen. Daarnaast is er een verspreidingsrisico voor het verder uitloggen van de PFAS-verontreiniging ter hoogte van de kernzones, en voor het verder verspreiden van het verontreinigde grondwater, met name in het diepe grondwater. In het ondiepe grondwater is er eerder sprake van een 'steady

⁷⁴ . 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

state' situatie en wordt er geenwezenlijke toename van de verontreinigingspluim verwacht. Omwille van de omvang van de pluim in het ondiepe en diep grondwater is er sprake van een significante uitbreiding. Tot slot is er een risico op verwaaiing onder specifieke omstandigheden zoals bij grondwerken en grondbewerking bij langdurig droog weer; en

- Voor het ecotoxicologische risico-evaluatie is een locatiespecifieke methodologie gebruikt voor zowel het aanpalende natuurgebied Blokkersdijk en de Palingbeek, de overige natuurgebieden en de overige niet natuurgebieden. Uit deze evaluatie blijkt dat er een actueel en potentieel ecotoxicologisch risico is voor PFAS in het vaste deel van de aarde, de waterbodem en het oppervlaktewater ter hoogte van Blokkersdijk, inclusief de Palingbeek. Het betreft zowel een direct ecotoxicologisch risico als een risico via doorvergiftiging. Voor de overige natuurgebieden is er eveneens een actueel en potentieel ecotoxicologisch risico voor PFAS in het vaste deel van de aarde, voornamelijk ten gevolge van doorvergiftiging en in mindere mate directe ecotoxiciteit. Voor de niet natuurgebieden is er geen ecotoxicologisch risico met uitzondering van de gekende kernzones op de 3M-site waar op basis van de berekende PAF waardes voor PFOS een ecotoxicologisch risico is.

Een saneringsproject is vereist om bovenstaande risico's aan te pakken.

De no-regret maatregelen die door de Vlaamse regering voor het grondgebied Zwijndrecht zijn geadviseerd houden rekening met de potentiële humane risico's ten gevolge van de vastgestelde PFAS-bodemverontreiniging. De toepassing van deze no-regret maatregelen moet worden behouden.

Recent zijn ook de voorzorgsmaatregelen uitgewerkt voor de PFAS-verontreiniging buiten de 3M-site voor het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de snelweg E34 waarvoor de saneringsnoodzaak is bepaald in het eerste en gewijzigd tweede gefaseerd BBO. Deze uitwerking is gebaseerd op de antwoorden die de bevraagde bewoners binnen de verontreinigingscontour hebben geformuleerd op de vragenlijst die peilde naar mogelijk ontbrekende blootstellingsroutes aan PFAS. De implementatie van deze voorzorgsmaatregelen zal, in afwachting van de saneringswerken, in het eerste kwartaal van 2024 opgestart worden.

Op de site zelf zijn door de overheid opgelegde veiligheidsmaatregelen en voorzorgsmaatregelen van toepassing, onder andere om verwaaiing van stof en verspreiding van aerosolen tegen te gaan. De niet verharde en niet begroeide delen van de site zijn nagenoeg volledig afgedekt door worteldoek en kiezel om opwaaiing te voorkomen. Een meetopstelling aan de randen van de site is aanwezig waar permanent stof door verwaaiing en aerosolen wordt opgevolgd. Tegelijkertijd worden op geregelde tijdstippen controles uitgevoerd of de geplande grondwerken op de 3M-site geen stof kunnen veroorzaken boven de aanvaardbare niveaus.

Binnen deze context is het belangrijk om het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid te vermelden dat op het (initiële) onderzoeksrapport (december 2022) is 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 is 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.

De uitgewerkte risico-scenario's in het voorliggende BBO geven 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 zone binnen de richtwaarde contour voor PFOS dient er, zoals aangegeven door OVAM, te worden samengewerkt met AZG. De informatie verzameld in het kader van de voorzorgsmaatregel zal hierbij geïntegreerd worden.

Naast het verminderen van de PFAS-blootstelling vanuit de bodem dient er ook verder ingezet te worden in Vlaanderen om bijkomende blootstelling (niet gerelateerd met de aangetoonde 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 IN VASTE DEEL VAN DE AARDE (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 12,2 km² en een berekend volume van circa 25.819.000 m³. De gemiddelde verspreidingsdiepte buiten de 3M-site bedraagt ongeveer 0,9 m-mv en varieert over het algemeen binnen het interval van 0 tot 1,5 m-mv. Op de 3M-site zelf is de verontreiniging aanwezig tot op de top van de Boomse Klei op circa 25 m-mv.

De vuilvrachtmassa van de PFAS-verontreiniging binnen de richtwaarde bedraagt ongeveer 15,5 ton (als ondergrens), waarvan het overgrote deel aanwezig is als PFOS met circa 13 ton. Het grootste deel (~95%) bevindt zich ter hoogte van de 3M-site zelf. Binnen het projectgebied is een PFAS-vuilvrachtmassa van 160 kg berekend voor sedimenten in de Palingbeek, Blokkersdijk en Tophatgracht. Deze vuilvracht is te beschouwen als de ondergrens omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn over de bronzones gelegen onder de productiegebouwen 3 & 16.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (74%). De ID van de verontreiniging is 40.

8.2.2 NOODZAAK TOT SANERING

Uit de risico-evaluatie blijkt dat de PFAS-verontreiniging in de bodem een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Enerzijds is er een potentieel risico omdat er 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 uit voor de volksgezondheid voor de

bewoners binnen het projectgebied in Zwijndrecht wanneer deze eigen eieren consumeren. Voorts is er sprake van verspreidingsrisico (uitloging) en een ecotoxicologisch risico, zowel ten gevolge van directe ecotoxiciteit als via doorvergiftiging.

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 is opgesteld en goedgekeurd.

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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan beide criteria. De termijn van twee jaar is niet relevant aangezien PFAS zijn aangetoond 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. Daarnaast zullen in het eerste kwartaal van 2024 voorzorgsmaatregelen uitgerold worden in afwachting van de lopende sanering.

Het is eveneens aangewezen om binnen de contour de nodige prioriteiten te bepalen, wat verder in dit hoofdstuk wordt toegelicht.

8.3 BESLUIT PER VERONTREINIGING – SOM PFAS ONDIEP GRONDWATER (ID 42) - Q

8.3.1 SPECIFICATIES

De som PFAS-verontreiniging in het ondiepe grondwater is binnen het projectgebied in zowel horizontale als verticale richting in voldoende mate afgebakend tot op het niveau van de saneringsnorm van 500 ng/l.

De som PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 12,8 km² en een berekend volume van circa 20.742.000 m³ rekening houdend met een porositeit van 30% (of bodemvolume van 69.142.000 m³). De verontreiniging is verticaal arbitrair afgeperkt op een diepte van 5,5 m-mv, ofwel de diepte waar de Polderklei aanwezig is ter hoogte van de 3M-site. Daar waar binnen het projectgebied geen Polderklei aanwezig is, is de diepte van 5,5 m arbitrair gekozen als ondergrens.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen de 500 ng/l norm bedraagt ongeveer 1.7 ton. Naar analogie met het vaste deel van de aarde bevindt het overgrote deel (~91,4%) zich op de 3M-site zelf.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (64%). De ID van de verontreiniging is 42.

8.3.2 NOODZAAK TOT SANERING

Uit de risico-evaluatie blijkt dat de ondiepe som PFAS-verontreiniging in het grondwater een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een verspreidingsrisico vastgesteld, omdat grondwaterwinningen en oppervlaktewaters bedreigd worden, en er sprake is van een significante uitbreiding. Voor het ondiepe grondwater is er ook een ecotoxicologisch risico.

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 bodemsaneringsnorm.

8.3.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, aangezien het oppervlaktewater al verontreinigd is, met name de Palingbeek als belangrijkste receptor.

Daarom is voor de som PFAS-verontreiniging in het ondiepe grondwater met ID 42 eveneens een 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. Daarnaast zullen in het eerste kwartaal van 2024 voorzorgsmaatregelen uitgerold worden in afwachting van de lopende sanering.

Naar analogie met verontreiniging 40, is het aangewezen om binnen deze contour de nodige prioriteiten te bepalen, wat verder in dit hoofdstuk wordt toegelicht.

8.4 BESLUIT PER VERONTREINIGING – SOM PFAS 20 EU DWRL ONDIEP GRONDWATER (ID 43) - Q

8.4.1 SPECIFICATIES

De som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging in het ondiepe grondwater is binnen het projectgebied in zowel horizontale als verticale richting in voldoende mate afgebakend om de omvang van de verontreiniging afkomstig van de 3M-site af te perken. Het is evenwel niet mogelijk om deze verontreiniging af te perken tot de saneringsnorm van 100 ng/l. Op basis van verschillende lines of evidence is op conservatieve wijze de afperking voltooid, met name in het horizontale vlak. Naar analogie met verontreiniging 42 is deze verontreiniging ook arbitrair op 5,5 m afgeperkt in verticale richting.

De som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 15,04 km² en een berekend volume van circa 23.301.900 m³ rekening houdend met een porositeit van 30% (of bodemvolume van 77.637.000 m³).

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen de contour bedraagt ongeveer 1,6 ton. Naar analogie met het vaste deel van de aarde bevindt het overgrote deel (~91,2%) zich op de 3M-site zelf. Gelieve te noteren dat deze vuilvracht al mee vervat zit in de vuilvracht van verontreiniging som PFAS in het ondiepe grondwater (ID 42), omdat deze 20 PFAS-componenten uiteraard opgenomen zijn in de som PFAS-groep.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (64%). De ID van de verontreiniging is 43.

8.4.2 NOODZAAK TOT SANERING

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de ondiepe som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging in het grondwater een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een verspreidingsrisico vastgesteld, omdat grondwaterwinningen en oppervlaktewaters bedreigd worden en er sprake is van een significante uitbreiding. Voor het ondiepe grondwater is er ook een ecotoxicologisch risico.

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 bodemsaneringsnorm.

8.4.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, aangezien het oppervlaktewater al verontreinigd is, met name de Palingbeek als belangrijkste receptor.

Daarom is voor de som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging in het ondiepe grondwater met ID 43 eveneens een 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. Daarnaast zullen in het eerste kwartaal van 2024 voorzorgsmaatregelen uitgerold worden in afwachting van de lopende sanering.

Naar analogie met verontreiniging 42, is het aangewezen om binnen deze contour de nodige prioriteiten te bepalen, wat verder in dit hoofdstuk wordt toegelicht.

8.5 BESLUIT PER VERONTREINIGING – SOM PFAS DIEP GRONDWATER (ID 44) - Q

8.5.1 SPECIFICATIES

De som PFAS-verontreiniging in het diepe grondwater is binnen het projectgebied in zowel horizontale als verticale richting in voldoende mate afgebakend tot op het niveau van de saneringsnorm van 500 ng/l.

De som PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 11,25 km² en een berekend volume van circa 42.745.160 m³ rekening houdend met een porositeit van 30% (of bodemvolume van 142.483.870 m³). De verontreiniging is verticaal afgeperkt tot op de top van de Boomse klei. Binnen de contour kan deze verticale afperking verschillen, op grotere afstand van de 3M-site is de verontreiniging niet in die mate doorgezakt.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen de 500 ng/l norm bedraagt ongeveer 6,9 ton. Naar analogie met het ondiepe grondwater bevindt het overgrote deel (91,4%) zich op de 3M-site zelf.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (74%). De ID van de verontreiniging is 42.

8.5.2 NOODZAAK TOT SANERING

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de diepe som PFAS-verontreiniging in het grondwater een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een verspreidingsrisico vastgesteld, omdat grondwaterwinningen en oppervlaktewaters bedreigd worden, en er sprake is van een significante uitbreiding.

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 bodemsaneringsnorm.

8.5.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, aangezien het oppervlaktewater al verontreinigd is, met name de Palingbeek als belangrijkste receptor, ook voor het diepe grondwater.

Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 44 eveneens een 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. Daarnaast zullen in het eerste kwartaal van 2024 voorzorgsmaatregelen uitgerold worden in afwachting van de lopende sanering.

Naar analogie met verontreiniging 40, is het aangewezen om binnen deze contour de nodige prioriteiten te bepalen, wat verder in dit hoofdstuk wordt toegelicht.

8.6 BESLUIT PER VERONTREINIGING – SOM PFAS 20 EU DWRL DIEP GRONDWATER (ID 45) - Q

8.6.1 SPECIFICATIES

De som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging in het diepe grondwater is binnen het projectgebied in zowel horizontale als verticale richting in voldoende mate afgebakend om de omvang van de verontreiniging afkomstig van de 3M-site af te perken. Het is evenwel niet mogelijk om deze verontreiniging af te perken tot de saneringsnorm van 100 ng/l. Op basis van verschillende lines of evidence is op conservatieve wijze de afperking voltooid, met name in het horizontale vlak.

De som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 13,5 km² en een berekend volume van circa 90.518.600 m³ rekening houdend met een porositeit van 30% (of bodemvolume van 301.728.700 m³). De verontreiniging is verticaal afgeperkt tot op de top van de Boomse klei. Naar analogie met verontreiniging 44, is de verontreiniging verticaal afgeperkt tot op de Boomse klei. Binnen de contour kan deze verticale afperking verschillen, op grotere afstand van de 3M-site is de verontreiniging niet overal in die mate doorgezakt.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen de contour bedraagt ongeveer 6,7 ton. Naar analogie met het ondiepe grondwater bevindt het overgrote deel (~91,5%) zich op de 3M-site zelf.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (74%). De ID van de verontreiniging is 45.

8.6.2 NOODZAAK TOT SANERING

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de diepe som PFAS 20 EU DWRL-verontreiniging in het grondwater een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een verspreidingsrisico vastgesteld, omdat grondwaterwinningen en oppervlaktewaters bedreigd worden, en er sprake is van een significante uitbreiding.

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 bodemsaneringsnorm.

8.6.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, aangezien het oppervlaktewater al verontreinigd is, met name de Palingbeek als belangrijkste receptor, ook voor het diepe grondwater.

Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 45 eveneens een 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. Daarnaast zullen in het eerste kwartaal van 2024 voorzorgsmaatregelen uitgerold worden in afwachting van de lopende sanering.

Naar analogie met verontreiniging 40, is het aangewezen om binnen deze contour de nodige prioriteiten te bepalen, wat verder in dit hoofdstuk wordt toegelicht.

8.7 BESLUIT PER VERONTREINIGING – SOM PFAS IN OPPERVLAKTEWATER (ID 46) - Q

8.7.1 SPECIFICATIES

De som PFAS-verontreiniging in het oppervlaktewater is enkel toegekend aan het oppervlaktewater van de Palingbeek en Blokkersdijk waarvoor een ecotoxicologisch risico is bepaald. Deze verontreiniging is afgebakend binnen de waterloop of oppervlaktewater zelf.

De som PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 485.343 m², met 15.466 m² Palingbeek en 469 877 m² Blokkersdijk. Het totale volume van beide oppervlaktewaters, waarbij de Palingbeek beschouwd is als één waterlichaam, is berekend op 478.135 m³.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen dit volume bedraagt 5,79 kg. Omwille van het grote volume van Blokkersdijk is daar de meeste vuilvracht aanwezig, 4,19 kg, ondanks het feit dat verontreiniging meer dan een factor 20 lager is in vergelijking met de Palingbeek.

De verontreiniging is nieuw van aard, gelet op het continue instromen van verontreinigd grondwater. De ID van de verontreiniging is 46.

8.7.2 NOODZAAK TOT SANERING

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de som PFAS-verontreiniging in het oppervlaktewater een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een ecotoxicologisch risico vastgesteld.

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 bodemsaneringsnorm.

8.7.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, gelet op de directe ecotoxiciteit van het oppervlaktewater.

Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 46 eveneens een saneringsprioriteit 1 vastgesteld.

8.8 BESLUIT PER VERONTREINIGING – PFAS IN WATERBODEM (ID 47) – Q

8.8.1 SPECIFICATIES

De PFAS-verontreiniging in waterbodem is enkel toegekend aan het sediment en vaste deel van de waterbodem van de Palingbeek en Blokkersdijk waarvoor een ecotoxicologisch risico is bepaald. Deze verontreiniging is afgebakend binnen de waterloop of oppervlaktewater zelf.

De som PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 508.261 m², met 38.384 m² Palingbeek en 469 877 m² Blokkersdijk, waarbij voor de Palingbeek aan beide zijde van de oevers 4 m extra in beschouwing is genomen in vergelijking met het oppervlaktewater. Het totale volume van beide oppervlaktewaters is berekend op 414.285 m³.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen dit volume bedraagt 179,3 kg. In tegenstelling tot het oppervlaktewater, is het merendeel van de vuilvracht aanwezig in de Palingbeek, met 146,9 kg.

De verontreiniging is nieuw van aard, gelet op het feit dat de Palingbeek in 2011 geruimd is geweest en het sediment aldus na 1995 in de Palingbeek is terechtgekomen. De ID van de verontreiniging is 47.

8.8.2 NOODZAAK TOT SANERING

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de som PFAS-verontreiniging in de waterbodem een "ernstige bodemverontreiniging" betreft in de zin van artikel 2, 5° van het Bodemdecreet. Voor deze verontreiniging is een ecotoxicologisch risico vastgesteld.

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 bodemsaneringsnorm.

8.8.3 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 onderhavig BBO is beschreven, voldoet aan tenminste één van deze criteria, gelet op de directe ecotoxiciteit van het sediment.

Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 47 eveneens een saneringsprioriteit 1 vastgesteld.

8.9 BESLUIT PER VERONTREINIGING – PFAS IN WATERBODEM KARPERRIED (ID 48) – P

Voor deze verontreiniging, aangetoond in het sediment van de Karperreed, is een DAEW uitgevoerd met de maximaal gemeten PFAS-concentratie, getoetst aan de 13,5 µg/kg ds toetsingswaarde. Hieruit blijkt dat er geen bijkomend onderzoek vereist is om de verontreiniging verder in kaart te brengen. Er is ook geen saneringsnoodzaak.

8.10 MINERALE OLIE (ID 50) – P

Voor deze verontreiniging, aangetoond op 2 locaties op diepte in Blokkersdijk, is een DAEB uitgevoerd met de maximaal gemeten concentratie. Hieruit blijkt dat er geen bijkomend onderzoek vereist is om de verontreiniging verder in kaart te brengen. Er is ook geen saneringsnoodzaak.

8.11 NOODZAAK VAN VEILIGHEIDS- EN VOORZORGSMATREGELEN

8.11.1 VOORZORGSMATREGELEN

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 bodemsaneringswerken.

Op dit moment zijn al maatregelen van toepassing op de site zelf in het kader van stofbeheersing, en buiten de site ter hoogte van het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de snelweg E34 waar de saneringsnoodzaak eerder al in de gefaseerde onderzoeken is bepaald omwille van het humaan risico dat uitgaat van de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde.

De implementatie van de voorzorgsmaatregelen op de site zelf zijn na de goedkeuring van een stofmitigatieplan in september 2023 van start gegaan, een eerste kwartaalrapport met de voortgang van de implementatie van dit plan is bij OVAM ingediend op 1 december 2024.

De implementatie van de off-site voorzorgsmaatregelen in het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de E34 zal in het eerste kwartaal van 2024 van start gaan. Naast de zogenaamde zone 1B en 2, zal deze maatregel op voorstel van ERM ook doorgevoerd worden in zone 1A, waarvoor reeds het saneringsproject 'leeflaagsanering' is goedgekeurd en aangevangen.

Er zijn geen andere voorzorgsmaatregelen noodzakelijk.

Naast bovenstaande voorzorgsmaatregelen heeft de Vlaamse regering de no-regret maatregelen geadviseerd voor Zwijndrecht ter bescherming van de volksgezondheid.

8.11.2 VEILIGHEIDSMATREGELEN

Er gelden geen specifieke veiligheidsmaatregelen voor de verontreiniging, boven op de lopende voorzorgsmaatregelen en de geadviseerde 'no-regret'-maatregelen in afwachting van de sanering.

8.12 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. Deze adviezen zijn opgesplitst voor de gebieden die een verschillend landgebruik kennen. Zo zijn adviezen geformuleerd voor natuurgebieden, voor industriegebieden en gebieden met een woon- en landbouw gebruik, met name de gemeentes Zwijndrecht, Beveren, Melsele en Linkeroever die binnen de contour gelegen is waar een saneringsnoodzaak is. Voor de adviezen is de som van de contouren van de bovenvermelde verontreinigingen 40,42,43,44 en 45 in beschouwing genomen. De contouren van verontreinigingen 46 en 47 zijn binnen deze 5 contouren gelegen.

De gebruiksadviezen zijn visueel weergegeven op Figuur 18.

TABEL 8-1 GEBRUIKSADVIEZEN

Zone	ERM specifiek	Slib	OVAM specifiek
Zone natuur	GA5a & GA5b	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA3b, GA3c, GA4
Zone industrie	-	SL1	GA1a, GA1b, GA2a, GA2b, GA2c, GA3a, GA3d, GA3e, GA3f, GA4
Zone wonen & landbouw	GA5a, GA5b, GA5c	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.

GA5a: Bij het beheer van de natuurgebieden is het aangewezen om de kwaliteit van het snoeiafval te analyseren. Indien verhoogde PFAS-concentraties aanwezig zijn dient dit op gecontroleerde wijze afgevoerd te worden

GA5b: Het is niet aangewezen om bessen of andere bosvruchten te consumeren of te oogsten tijdens het bezoek van de natuurgebieden. Ook het vangen en consumeren van vissen of andere waterorganismen is niet aangewezen.

GA5c: (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.

8.13 VOLGENDE STAPPEN & PRIORITEIT AANPAK

Onderhavig BBO is volledig en het uitgevoerde onderzoek is voldoende geacht om de PFAS-verontreiniging gerelateerd aan 3M-activiteiten in Zwijndrecht in kaart te brengen en voldoende conservatief af te bakenen. Hierbij is rekening gehouden met verschillende 'lines of evidence', ondanks de aanwezigheid van verschillende andere externe bronnen die zich dichtbij of verder weg van de 3M-site bevinden.

Er zijn geen hiaten in het onderzoek, doch het lijkt aangewezen om bepaalde zaken nog verder in kaart te brengen, wat eventueel ook kan gebeuren voorafgaand aan de opmaak van saneringsprojecten:

- De relatie grond – grondwater – plant is nog steeds onvoldoende gekend. Ook de eventuele 'doorvergiftiging' naar vee die deze planten eten is niet gekend. Het is aangewezen om bijkomende voedsel gerelateerde (plantaardige en dierlijke) materialen te analyseren met het oog op het definiëren van eventuele teeltadviezen bij de uitwerking van de nodige saneringsmaatregelen, met name voor de landbouwterreinen; en
- Na te gaan wat de invloed is van de PFAS-verontreiniging op de Schelde als receptor. Op dit moment heeft het model aangetoond dat er nog geen grondwater met PFAS in de Schelde toekomt, de flux van PFAS naar de Schelde is voornamelijk via het oppervlaktewater, voornamelijk in de Palingbeek.

Op basis van dit BBO moeten nieuwe gefaseerde bodemsaneringsprojecten opgesteld worden. Het is evident dat bepaalde zones en deelgebieden voorrang zullen moeten krijgen. Het woon- en landbouwgedeelte ten zuiden van de E34 snelweg dient prioritair aangepakt te worden om het humaan-toxicologische risico weg te nemen. Een gefaseerd BSP voor het vaste deel van de aarde zal opgemaakt worden tegen 1 april 2024 voor de woongebieden. Het is sterk aan te bevelen om nog bijkomend onderzoek uit te voeren voor de landbouwgebieden om met haalbare en gedegen oplossingen te komen voor deze uitgestrekte, vruchtbare landbouwgronden alvorens een maatschappelijk gedragen saneringsproject voor dit bestemmingstype in te dienen ter goedkeuring dat aanvaard zal worden door de betrokken stakeholders.

Een volgende prioriteit moet gaan naar die zones met de hoogste vuilvrachtmassa waar het hoogste risico mee gepaard gaat. Op basis van dit BBO lijkt de zone rond de Palingbeek het meest aangewezen: er is zowel ondiep als diep een relatief hoge vuilvracht aanwezig in het vaste deel van de aarde alsook in het grondwater rond en onder de Palingbeek. Van alle oppervlaktewaters, die als receptor beschouwd worden van het verontreinigde grondwater, is de Palingbeek het meest verontreinigd. De eerste stappen zijn al gezet met de installatie van de hydraulische barrière stroomopwaarts van de Palingbeek om de instroom van verontreinigd grondwater te voorkomen.

Voor de aanpak van de 3M-site wordt aanbevolen om zo snel mogelijk tot een isolatie van de verontreiniging te komen om nalevering naar het diepe grondwater te vermijden, aangezien in verontreiniging in de tweede aquifer meer onderhevig is aan verspreiding van de 3M-site weg. Op dit moment zijn voorbereidingen bezig door 3M voor de bouw van een nieuwe waterzuiveringsinstallatie voor behandeling van PFAS-verontreinigd grondwater. Deze zuivering

zal in staat zijn om een voldoende groot debiet te behandelen om een volledige hydraulische isolatie van de 3M-site te bekomen.

Tot slot is er aandacht nodig voor het aanpalende natuurgebied Blokkersdijk en de overige natuurgebieden. Hiervoor is een multidisciplinair team opgericht, waarvan de kick-off meeting is gepland begin januari 2024. Dit team zal mee nadenken voor een gedragen saneringsoplossing die het evenwicht houdt tussen het verwijderen van de risico's in deze gebieden en het behoud van de natuurwaarde. Een sanering van dergelijke omvang in natuurgebieden is echter complex en uitdagend. Eénvoudige voorbeelden en oplossingen zijn dus niet voorhanden en vergen een gedegen doch noodzakelijk voorbereiding die tijd zal kosten. Het is echter cruciaal dat alle belanghebbenden meedenken aan een duurzame en proportionele oplossing zodat deze gedragen kan worden door alle betrokken actoren en een mogelijke benchmark kan zijn voor andere gelijkaardige saneringssituaties waarin natuurgebieden met PFAS zijn geïmpacteerd.

Op basis van de huidige bevindingen in voorliggend BBO is vastgesteld dat de PFAS-verontreiniging in grond en grondwater gerelateerd aan 3M-activiteiten ondanks de conservatieve onderzoeksstrategie, minder uitgebreid is dan de 5 km-perimeter die is opgenomen in het Sitebesluit.

9. RANDVOORWAARDEN

Volgende randvoorwaarden zijn geformuleerd:

- 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 en anderen). ERM aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de juistheid en/of volledigheid van informatie en gegevens van derden.
- De beoordeling van ERM gebeurt binnen het huidig 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 na de voltooiing van voorliggend BBO-rapport. Eventuele aanpassingen of verdere acties zullen indien nodig worden opgenomen in het verdere verloop van het saneringstraject.
- De in dit verslag gepresenteerde humane risico-evaluatie is gebaseerd op de huidige kennis van en inzichten in PFAS-stoffen en hun eigenschappen 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.
- De in dit verslag gepresenteerde ecotoxicologische risico-evaluatie is naar best vermogen uitgevoerd en is een locatiespecifieke evaluatie uitgewerkt waarbij onder andere stalen van biota en organismen binnen het projectgebied zijn gebruikt, alsook ecotox testen in een daartoe gespecialiseerd extern labo. Voor deze evaluatie heeft ERM beroep gedaan op externe expertise van Arche Consultants die binnen Vlaanderen erkend zijn voor hun expertise binnen dit kennisdomein. Op deze manier is getracht om een zo goed als mogelijke evaluatie uit te werken aangezien duidelijk richtlijnen afwezig zijn in vergelijking met het humane- en verspreidingsrisico.

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
 - kadastrale gegevens in het juiste locatietype.

Hoedanigheid	Handtekening & Naam	Datum
De persoon die beschikt over de individuele handtekeningsbevoegdheid (Vlarel artikel 53/4 §1, tweede lid):	 Jan Van linden	22/12/2023
De kwaliteitsverantwoordelijke bij de bodemsaneringsdeskundige voor dit bodemonderzoek:	 Dirk Nuyens	22/12/2023
De persoon die beschikt over de individuele handtekeningsbevoegdheid voor het grondwatermodel	 Kenneth Seys	22/12/2023
De persoon die de bodemsaneringsdeskundige rechtsgeldig kan vertegenwoordigen tegenover derden:	 Pieter Dijkshoorn	22/12/2023

Dirk Nuyens Dr. Sc., Senior Partner

Datum: 22/12/2023



ERM

ERM HEEFT MEER DAN 160 KANTOREN IN DE
VOLGENDE LANDEN EN GEBIEDEN OVER DE HELE
WERELD

Argentinië

Australië

België

Brazilië

Canada

China

Colombia

Frankrijk

Duitsland

Ghana

Guyana

Hong Kong

India

Indonesië

Ierland

Italië

Japan

Kazachstan

Kenia

Maleisië

Mexico

Mozambique

Nederland

Nieuw-Zeeland

Peru

Polen

Portugal

Puerto Rico

Roemenië

Senegal

Singapore

Spanje

Taiwan

Tanzania

Thailand

UK

VAE

Vietnam

VS

Zuid-Afrika

Zuid-Korea

Zwitserland

ERM Berchem

Posthoflei 5 bus 6
2600 Antwerpen-Berchem
België

T: +32 3 287 36 50

www.erm.com