



AFLEIDEN VAN
STREEFWAARDEN VOOR
PERFLUORVERBINDINGEN
EN ENKELE ANDERE
'EMERGING CONTAMINANTS'

Deel 3: Beleidsadviezen emerging
contaminants

publicatiedatum / 5.03.2021



DOCUMENTBESCHRIJVING

- | | |
|---|---|
| <p>1 <i>Titel van publicatie:</i>
Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en enkele andere 'emerging contaminants' – Deel 3: Beleidsadviezen 'emerging contaminants'</p> | <p>2 <i>Verantwoordelijke Uitgever:</i>
OVAM</p> |
| <p>3 <i>Wettelijk Depot nummer:</i> D/2021/5024/08</p> | <p>4 <i>Trefwoorden:</i>
PFAS
Emerging Contaminants
Bodem</p> |
| <p>5 <i>Samenvatting:</i>
Dit rapport beschrijft de afleiding van streefwaarden voor perfluorverbindingen in bodem. PFAS-gehalten in bodemstalen genomen in onverdachte gebieden. Dezelfde bodemstalen werden geanalyseerd voor een aantal stoffen of 'emerging contaminants' om een indicatie te krijgen van de aanwezigheid van deze stoffen in niet onverdachte bodems. Hieronder vallen o.a. de chemische bestrijdingsmiddelen of pesticiden, waarvan vermeerderde worden toegepast, maar die nog steeds aanwezig kunnen zijn in bodem, sediment en grondwater uit drie delen: (1) analyses, (2) afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen, (3) beleidsadviezen.</p> | |
| <p>6 <i>Aantal bladzijden:</i> 45</p> | <p>7 <i>Aantal tabellen en figuren:</i> 6 T /14 F</p> |
| <p>8 <i>Datum publicatie:</i>
2021</p> | <p>9 <i>Prijs*:</i> /</p> |
| <p>10 <i>Begeleidingsgroep en/of auteur:</i>
Kaat Touchant – VITO
Guido Vanermen – VITO
Johan Patyn – VITO
Jef De Wit – VITO
Griet Van Gestel – OVAM
Dirk Dedecker – OVAM
Karen Van Geert – VEB
Karen Van Campenhout – Dep. OMG</p> | <p>11 <i>Contactpersonen:</i>
Griet Van Gestel
Dirk Dedecker
Johan Ceenaeme</p> |
| <p>12 <i>Andere titels over dit onderwerp:</i>
Deel 1: Analyses
Deel 2 : Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen</p> | |

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden.
U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.
De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:
<http://www.ovam.be>

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

Lijst van tabellen.....	5
Lijst van figuren	6
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Selectie 50 staalnamelocaties	10
3 Veldwerk en analyse	11
4 Relevante emerging contaminants	12
5 Gebruik, reglementering en milieustudies.....	22
5.1 PFAS-Precursor 6:2 FTS	29
5.2 DDT en z'n metabolieten	30
5.3 Vlamvertragers	31
5.4 Bisfenolen	32
5.5 Herbiciden	33
5.6 Fungiciden	35
5.7 Andere insecticiden	36
6 Beleidsacties	38
6.1 Bestaande of voormalige beleidsacties	38
6.2 Aanbevelingen voor toekomstige beleidsacties	41
7 Besluit	45
Literatuurlijst	46

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht 52 onderzochte emerging contaminants.	11
Tabel 2: Samenvatting resultaten EC's.	13
Tabel 3: Aantal EC's boven geometrisch gemiddelde per staalnamelocatie.	20
Tabel 4: Overzicht van de 9 EC(-groepen) vastgesteld in de 50 onverdachte bodemstalen.	21
Tabel 5: Evolutie van de concentratie van een aantal verboden stoffen in de waterketen. Er wordt het voortschrijdend gemiddelde van 6 jaar weergegeven in ng/l (bron: VMM 2017).	24
Tabel 6: Evolutie van de concentratie van een aantal erkende stoffen en het afbraakproduct AMPA in de waterketen; voortschrijdend jaargemiddelde over een periode van 3 jaar (ng/l) (bron: VMM 2017).	25
Tabel 7: Overzicht geanalyseerde stoffen palingpolluentennetwerk	27

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Spreiding 50 staalnamelocaties over Vlaanderen.	10
Figuur 2: Concentratie op'DDT in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	14
Figuur 3: Concentratie pp'DDT in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	14
Figuur 4: Concentratie pp'DDE in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	15
Figuur 5: Concentratie pp'DDD in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	15
Figuur 6: Concentratie BDE-209 in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	16
Figuur 7: Concentratie 6:2 FTS in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	16
Figuur 8: Concentratie BPA in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	17
Figuur 9: Concentratie BPF in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	17
Figuur 10: Concentratie glyfosaat in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	18
Figuur 11: Concentratie AMPA in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	18
Figuur 12: Concentratie diflufenican in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	19
Figuur 13: Concentratie Boscalid in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	19
Figuur 14: Concentratie hexachloorbenzeen in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.	20

SAMENVATTING

Naast de perfluorverbindingen (PFAS) werden op de 50 onverdachte stalen uit de toplaag (0-20 cm) van Vlaamse bodems tevens andere emerging contaminants geanalyseerd. Een aantal van deze stoffen werden of worden breed toegepast, en zijn sterk verspreid in het milieu. Hieronder vallen de chemische bestrijdingsmiddelen of pesticiden, waarvan verschillende intussen niet meer mogen worden toegepast, maar die nog steeds aanwezig zijn in bodem, sediment en grond- en oppervlakte- water. Naast pesticiden werden de bodemstalen eveneens geanalyseerd op vlamvertragers, plastic componenten en enkele geneesmiddelen.

Daar de focus van het onderzoek gericht was op het afleiden van streefwaarden voor PFAS, werd er bij de selectie van de staalnamelocaties wel geverifieerd dat er geen PFAS-bronnen aanwezig waren in de onmiddellijke omgeving, maar voor de overige parameters werd dit niet nagegaan. Voor deze parameters was het doel om na te gaan of ze al dan niet verspreid of regionaal worden vastgesteld.

De parameters en hun analysemethode werden besproken in het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 1: Analyses'. Daarnaast werden tevens de bodemkenmerken bepaald, zijnde pH, het totaal Fe-gehalte, totaal Al-gehalte, percentage klei (< 2 µm) en het percentage organische stof.

De resultaten van de PFAS werden besproken in het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen'. Enkel voor PFBA, PFOA en PFOS werden op een voldoende aantal locaties analysesresultaten vastgesteld boven de kwantificatielimit en konden streefwaarden (achtergrondwaarden) voorgesteld worden. De streefwaarden zijn gegeven in onderstaande tabel en worden afgerond tot op 1 getal na de komma.

	Streefwaarden (µg/kg ds)	Kwantificatielimit (µg/kg ds)
PFOS	1,5 (1,50)	0,2
PFOA	1,0 (0,96)	0,2
PFBA	1,3 (1,25)	0,2

Streefwaarden PFOS, PFOA en PFBA en bijhorende kwantificatielimiten

In dit deel worden de overige 52 parameters – emerging contaminants – besproken. De bedoeling van het verkennend onderzoek was om een indicatie te krijgen van de aanwezigheid van deze stoffen in niet-verontreinigde of onverdachte bodems. Enkel de parameters die frequent voorkomen (i.e. boven de kwantificatielimit en dit ter hoogte van meer dan 9 staalnamelocaties) worden in dit deel nader besproken. Ook de PFAS precursor 6:2 FTS wordt in dit deel meegenomen. Voor deze parameter waren er onvoldoende metingen boven de kwantificatielimit beschikbaar om een streefwaarde af te leiden (deel 2), maar hij werd wel in meer dan de helft van de 50 bodemstalen vastgesteld.

Voor deze 13 parameters werd nagegaan of er in het verleden reeds maatregelen en/of beleidsadviezen zijn opgelegd en/of er nood is aan nieuwe maatregelen/beleidsadviezen of een herhaling ervan. Op basis van deze verkennende studie is het niet mogelijk om voor een specifieke parameter gerichte maatregelen op te leggen. Wel worden een aantal suggesties geformuleerd m.b.t. een verbetering van de algemene aanpak met betrekking tot emerging contaminants zoals het onderstrepen van een nauwgezette opvolging van het hergebruik van allerlei bodem- en afvalstromen, het opzetten van geharmoniseerde monitoringsmeetnetten en een betere doorstroming, afstemming en visualisatie van informatie uit verschillende milieucompartimenten.

1 INLEIDING

Deze opdracht heeft tot doel om na te gaan of de emerging contaminants aandacht verdienen in toekomstige beleidsadviezen en/of maatregelen (monitoringscampagnes).

Emerging contaminants zijn natuurlijke of synthetische stoffen waarvan vermoed wordt dat ze ernstige humane of ecologische schade kunnen toebrengen. Een aantal van deze stoffen werden of worden breed toegepast, en zijn sterk verspreid in het milieu. Hieronder vallen de chemische bestrijdingsmiddelen of pesticiden, waarvan verschillende intussen niet meer mogen worden toegepast, maar die nog steeds aanwezig zijn in bodem, sediment en grondwater. Naast pesticiden werden ook analyses uitgevoerd op de aanwezigheid van PFAS, vlamvertragers en plastic componenten. De meeste stoffen zijn relatief nieuw met betrekking tot de problematiek van bodem- en grondwaterkwaliteit. Gezien het stofgedrag en de persistente en/of de toxische eigenschappen van deze stoffen, is de normering meestal zeer laag (cf. normen voor PFOS en PFOA). Hierdoor wordt het saneren of beheren als erg lastig ervaren. Tot slot is erg weinig bekend over het voorkomen van deze stoffen in de bodem, aangezien ze niet 'standaard' gemeten worden.

De bedoeling van het verkennend onderzoek is een indicatie te krijgen van de aanwezigheid van deze stoffen in niet-verontreinigde of onverdachte bodems in Vlaanderen. Op basis van de onderzoeksresultaten wordt nagegaan welke acties eventueel nodig zullen zijn in kader van het bodembeleid.

Daar de focus van het onderzoek gericht was op het afleiden van streefwaarden voor PFAS, werd er bij de selectie van de staalnamelocaties wel geverifieerd dat er geen PFAS-bronnen aanwezig waren in de onmiddellijke omgeving, maar voor de overige parameters werd dit niet nagegaan.

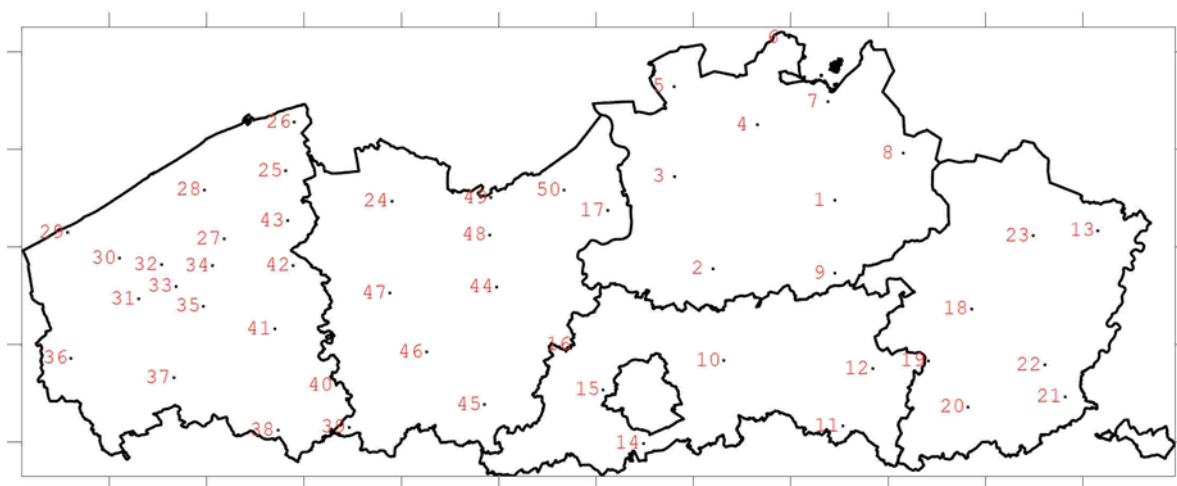
De parameters en hun analysemethode werden besproken in het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 1: Analyses'. Daarnaast werden tevens de bodemkenmerken bepaald, zijnde pH, het totaal Fe-gehalte, totaal Al-gehalte, percentage klei (< 2 µm) en het percentage organische stof.

De resultaten van de PFAS werden besproken in het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen'.

In dit deel worden de overige parameters – emerging contaminants – besproken. Voor de parameters die frequent voorkomen (i.e. ter hoogte van meerdere staalnamelocaties), werd nagegaan of voor deze parameters in het verleden reeds maatregelen en/of beleidsadviezen werden opgelegd en/of er nood is aan nieuwe maatregelen/beleidsadviezen.

2 SELECTIE 50 STAALNAMELOCATIES

Over gans Vlaanderen zijn op 50 plaatsen stalen genomen om de PFAS-verbindingen te bepalen alsook andere (emerging) contaminants. De staalname is gespreid over de gehele oppervlakte, met 1 staalnamelocatie per 275 km². De afstand tussen 2 staalnamelocaties is derhalve 20 km. Gegeven dat de oppervlakte van een (fusie)gemeente ongeveer 45 km² is, betekent dat één staalnamelocatie per 6 gemeenten. De spreiding van de 50 staalnamelocaties is weergegeven op Figuur 1.



Figuur 1: Spreiding 50 staalnamelocaties over Vlaanderen.

Op iedere staalnamelocatie werd in de toplaag (0 – 20 cm) een bodemstaal genomen.

De 50 staalnamelocaties werden geselecteerd op basis van zo weinig mogelijk beïnvloeding door menselijke bronnen van verontreiniging en de afwezigheid van specifieke bronnen van PFAS.

Meer informatie over de selectie van de staalnamelocaties is terug te vinden in het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen'.

3 VELDWERK EN ANALYSE

Nadat de selectie van de 50 staalnamelocaties definitief werd gemaakt, zijn de veldwerkzaamheden uitgevoerd in de periode van 16 tot en met 27 maart 2020. De bodemstalen werden steeds op dezelfde uniforme wijze genomen door onze veldmedewerker conform de CMA-voorschriften.

Op de 50 bodemstalen werden PFAS bepaald, maar ook de concentraties van 52 andere parameters (Tabel 1). Naast de klassieke parameters als pH, klei (fractie kleiner dan 2 µm) en organisch stof (TOC), werden ook de totaal-concentraties Fe en Al in het ontsluitingsmiddel gemeten. Voor de selectie van het analysepakket, de analysemethoden en de analyseresultaten wordt verwezen naar het deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 1: Analyses'.

Klei werd bepaald conform CMA/2/II/A.6 Kleigehalte (pipetmethode van Robinson-Kohn) en het organisch stof conform CMA/2/II/A.7 Totaal organisch koolstofgehalte (TOC).

Insecticiden (10)	Hormoon – plastic (5)	Herbiciden (11)
op'-DDT	Octylphenol	Glyfosaat
pp'-DDT	Nonylphenol	AMPA
o,p'-DDE	Bisphenol A	Terbutylazine
p,p'-DDE	Bisphenol S	Aclonifen
o,p'-DDD	Bisphenol F	Prosulfocarb
p,p'-DDD	Fungiciden (15)	Flufenacet
Chlorpyrifos	Boscalid	Diflufenican
Chlorpyrifos-ethyl	Epoxiconazole	Benfluralin
Gamma-HCH (lindaan)	Tebuconazole	Triallate
Imidacloprid	Fluazinam	Pendimethalin
Vlamvertragers (7)	Chlorothalonil	Phenmedipham
Gebromeerde (PBDE's)	Prothioconazole	
BDE-47	Tebuconazole	
BDE-99	Dimethomorph	Geneesmiddelen (2)
BDE-209	Dodine	Flubendazole
Hexabroombenzeen	Hexachloorbenzeen	Sulfametroxozole
BTBPE	Fenpropidin	
Organofosfaat (PFR's)	Fenpropimorph	Anti corrosiemiddelen (2)
Tricresylfosfaat (TCP)	Difenoconazole	Benzotriazole
EHDPP	Mandipropamid	5-methyl-1H-benzotriazole
	Prochloraz	

Tabel 1: Overzicht 52 onderzochte emerging contaminants.

4 RELEVANTE EMERGING CONTAMINANTS

In deze verkennende studie – waarin 50 onverdachte bodemstalen van de toplaag werden onderzocht - werden voor een aantal stoffen uit Tabel 1 geen waarden boven de kwantificatielimiet aangetroffen of slechts sporadisch (in minder dan 9 van de 50 bodemstalen).

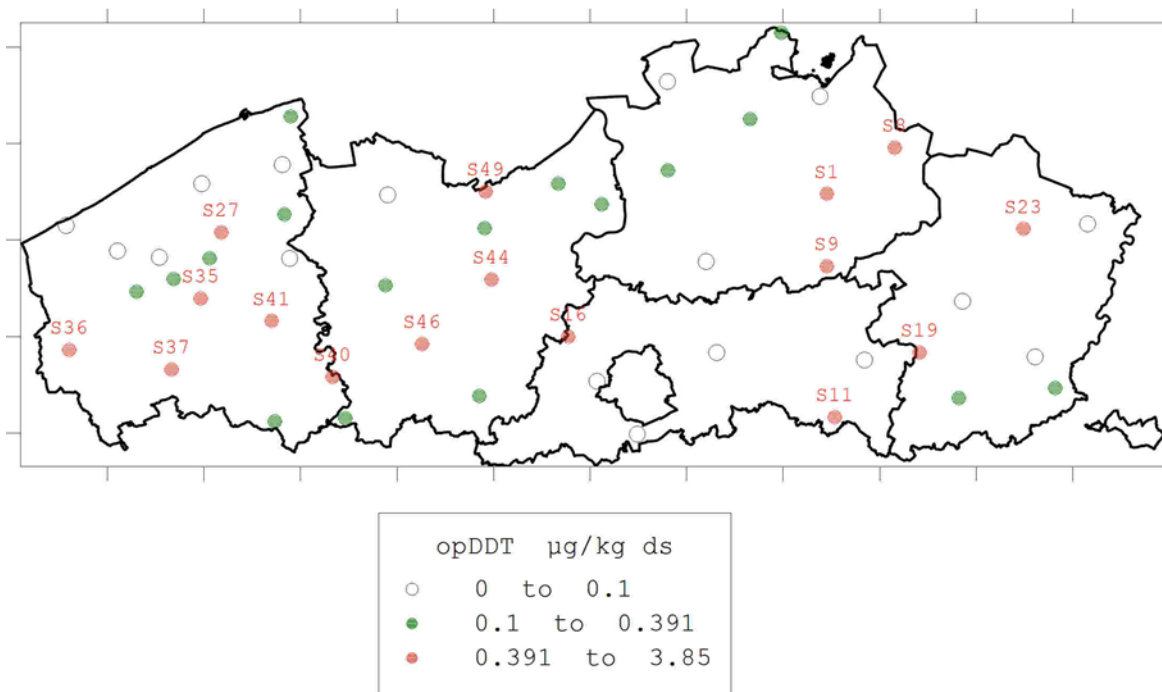
Van de 52 EC's in Tabel 1 werden er 12 geselecteerd die in de volgende hoofdstukken nader besproken worden. Dit zijn de stoffen die in meer dan 9 van de 50 bodemstalen werden vastgesteld boven de kwantificatielimiet. Dit is het geval voor DDT en een aantal metabolieten, de vlamvertrager BDE-209, bisphenol A en F, de fungiciden boscalid en hexachlorbenzeen, het herbicide glyfosaat en z'n afbraakproduct AMPA en diflufenican. Dit zijn de vetgedrukte stoffen in Tabel 2. Aan deze lijst werd de PFAS precursor 6:2 FTS toegevoegd daar deze in 27 van de 50 bodemstalen werd vastgesteld (zie Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen).

In Tabel 2 wordt weergegeven in hoeveel stalen een waarde boven de kwantificatielimiet (bepalingsgrens) wordt waargenomen (N) voor de geanalyseerde stoffen. Indien de stof op meer dan 9 staalnamelocaties werd waargenomen, werd een geometrisch gemiddelde berekend en werd nagegaan in hoeveel staalnamelocaties dit geometrisch gemiddelde werd overschreden (H).

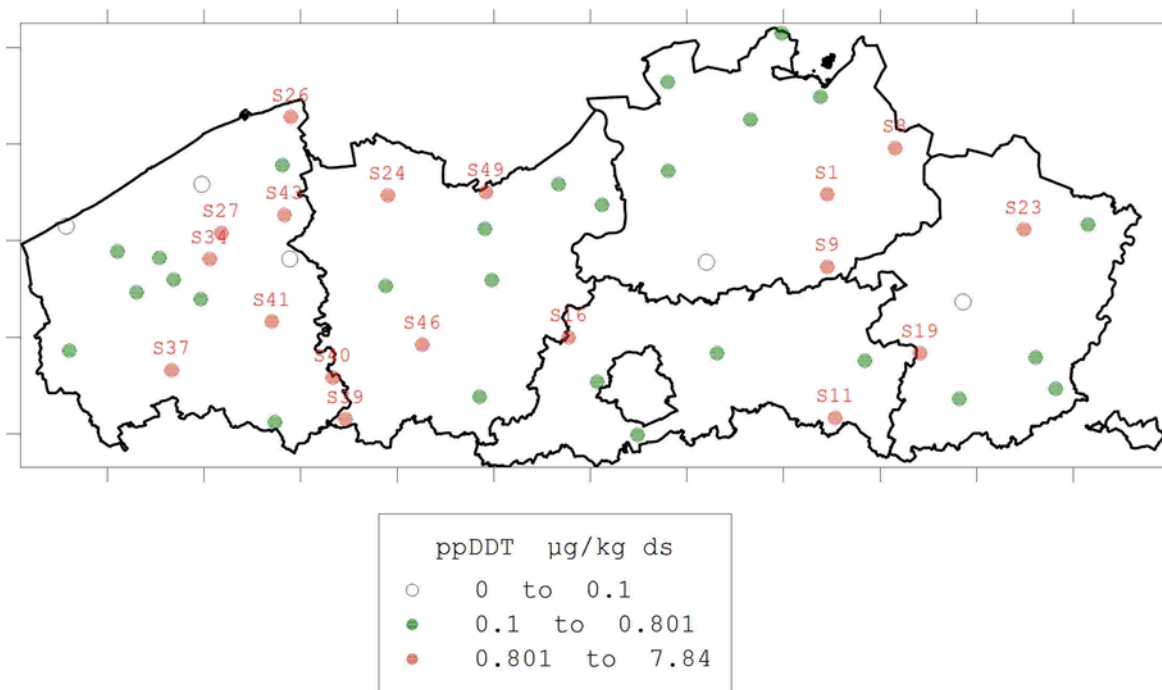
Insecticiden	N/H	Hormoon – plastic	N/H	Herbiciden	N/H
op'-DDT	33/16	Octylphenol	0	Glyfosaat	9/4
pp'-DDT	45/18	Nonylphenol	3	AMPA	29/15
o,p'-DDE	0	Bisphenol A	18/6	Terbutylazine	6
p,p'-DDE	43/18	Bisphenol S	1	Aclonifen	3
o,p'-DDD	6	Bisphenol F	16/6	Prosulfocarb	0
p,p'-DDD	27/12	Fungiciden		Flufenacet	7
Chlorpyrifos	2	Boscalid	15/8	Diflufenican	9/4
Chlorpyrifos-ethyl	5	Epoxiconazole	5	Benfluralin	2
Gamma-HCH (lindaan)	3	Tebuconazole	5	Triallate	0
Imidacloprid	2	Fluazinam	0	Pendimethalin	0
Vlamvertragers		Chlorothalonil	0	Phenmedipham	3
PBDE's		Prothioconazole	0		
BDE-47	4	Tebuconazole	5		
BDE-99	6	Dimethomorph	3	Geneesmiddelen	
BDE-209	20/9	Dodine	0	Flubendazole	0
Hexabroombenzeen	0	Hexachloorbenzeen	14/7	Sulfametoxazole	0
BTBPE	1	Fenpropidin	0		
PFR's		Fenpropimorph	3	Anti corrosie	
Tricresylfosfaat (TCP)	4	Difenoconazole	6	Benzotriazole	0
EHDPP	3	Mandipropamid	4	5-methyl-1H-benzotriazole	0
		Prochloraz	0		

Tabel 2: Samenvatting resultaten EC's.

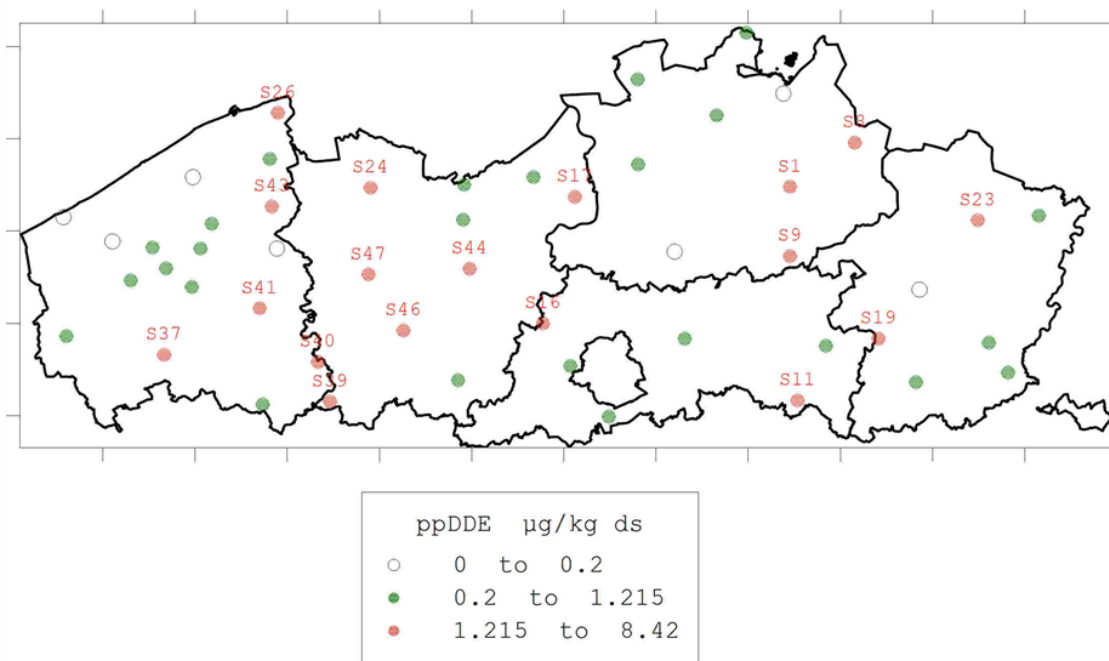
Op de volgende figuren wordt voor elk van de 13 geselecteerde emerging contaminants aangeduid op welke staalnamelocatie een waarde boven de kwantificatielimit (groen) of boven het geometrisch gemiddelde (rood) werd vastgesteld.



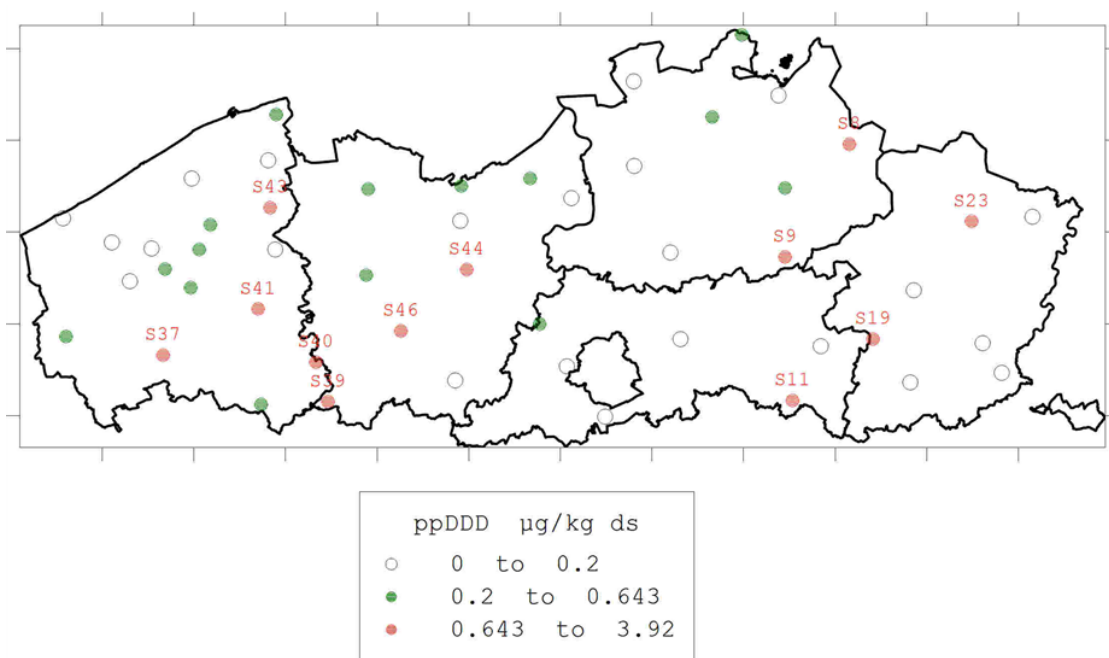
Figuur 2: Concentratie op'DDT in 50 onverdadchte bodemstalen over Vlaanderen.



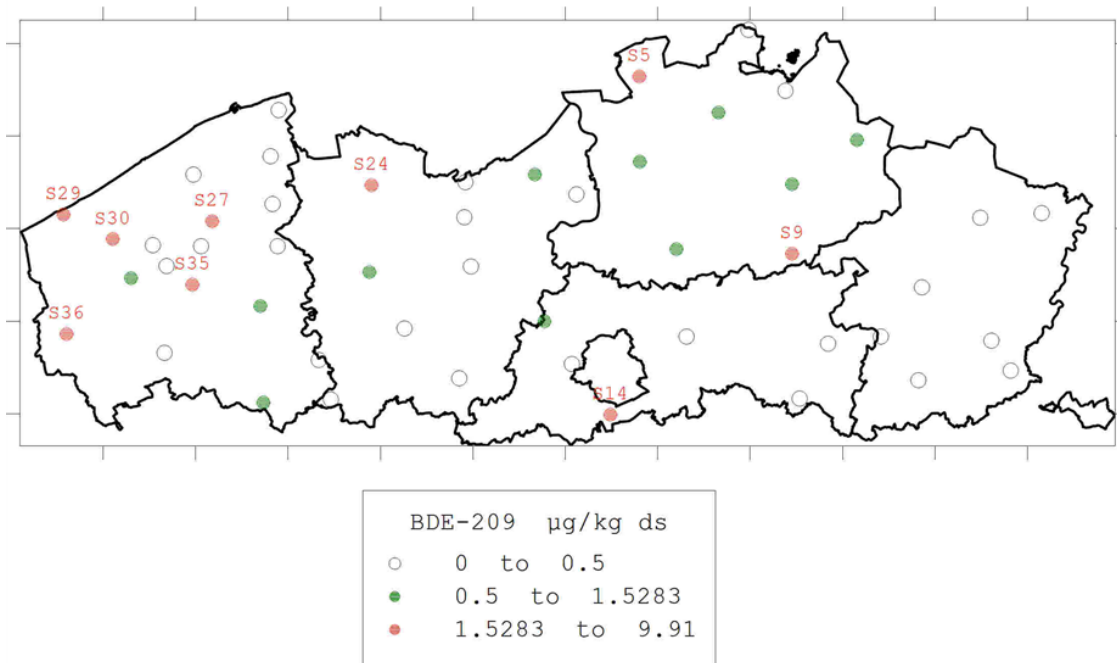
Figuur 3: Concentratie pp'DDT in 50 onverdadchte bodemstalen over Vlaanderen.



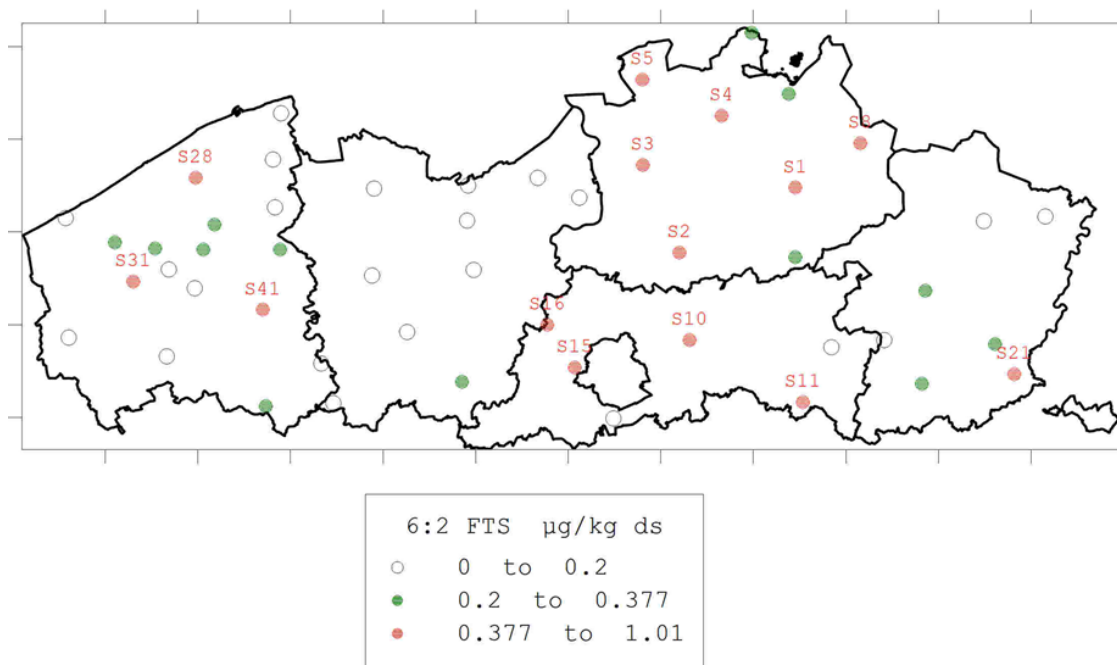
Figuur 4: Concentratie pp'DDE in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



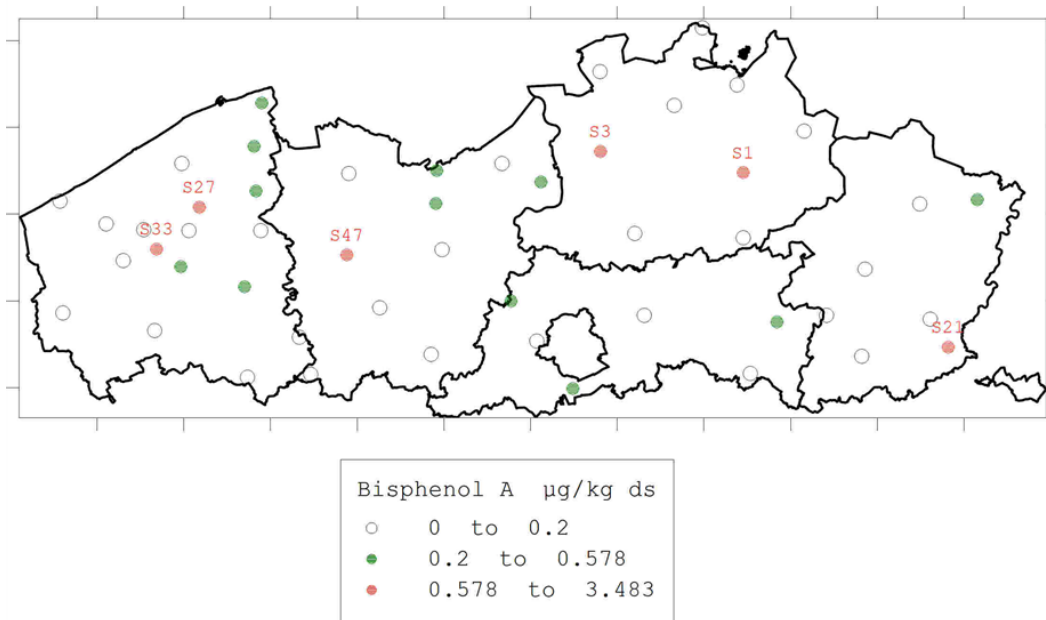
Figuur 5: Concentratie pp'DDD in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



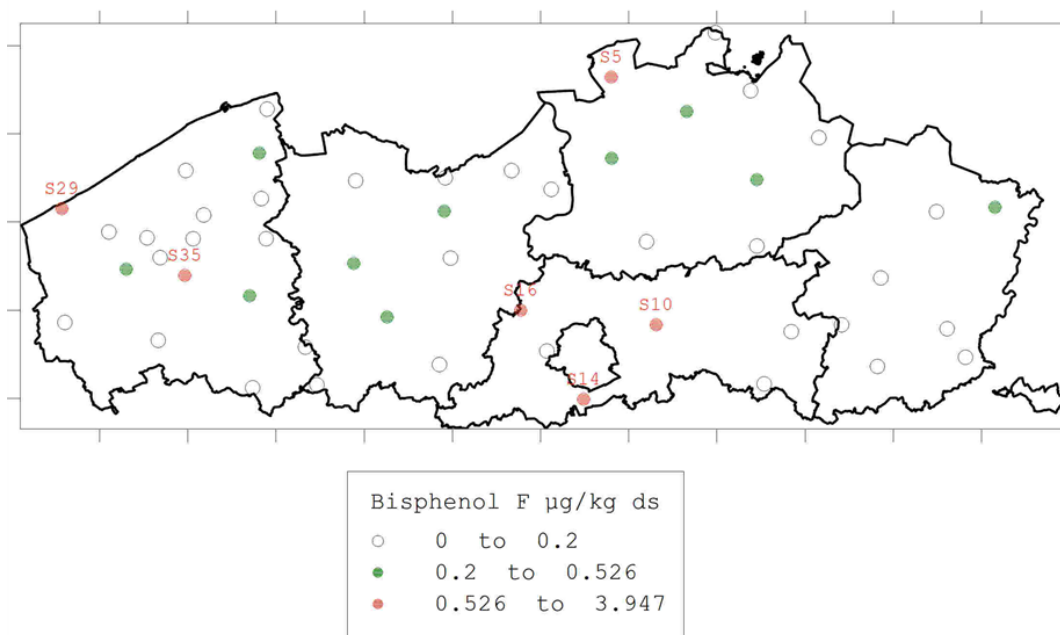
Figuur 6: Concentratie BDE-209 in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



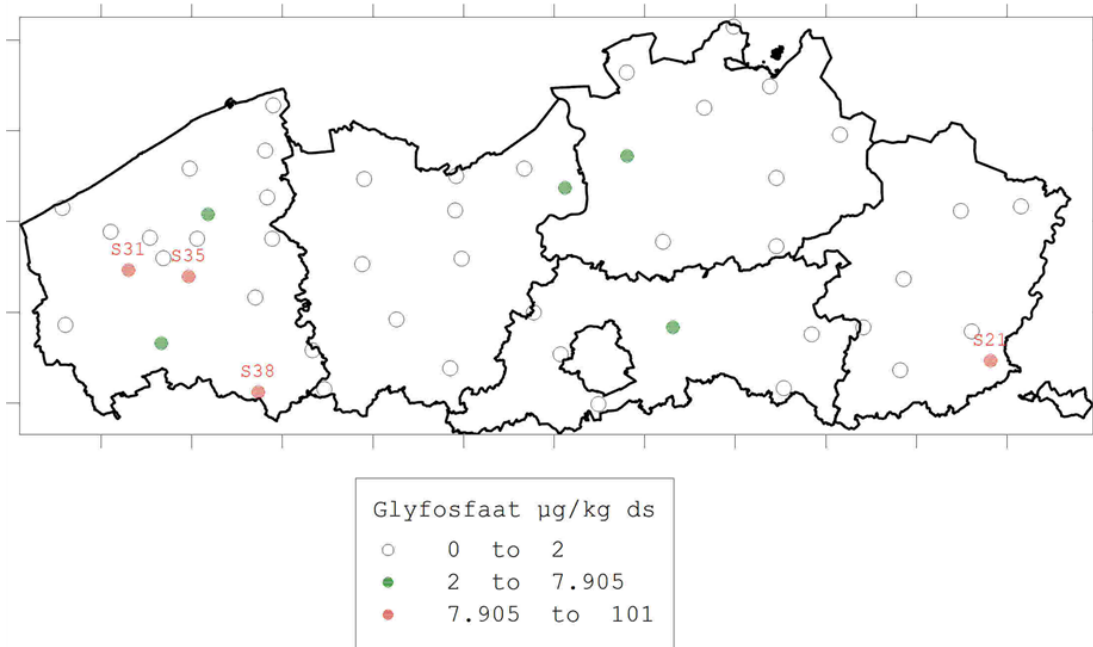
Figuur 7: Concentratie 6:2 FTS in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



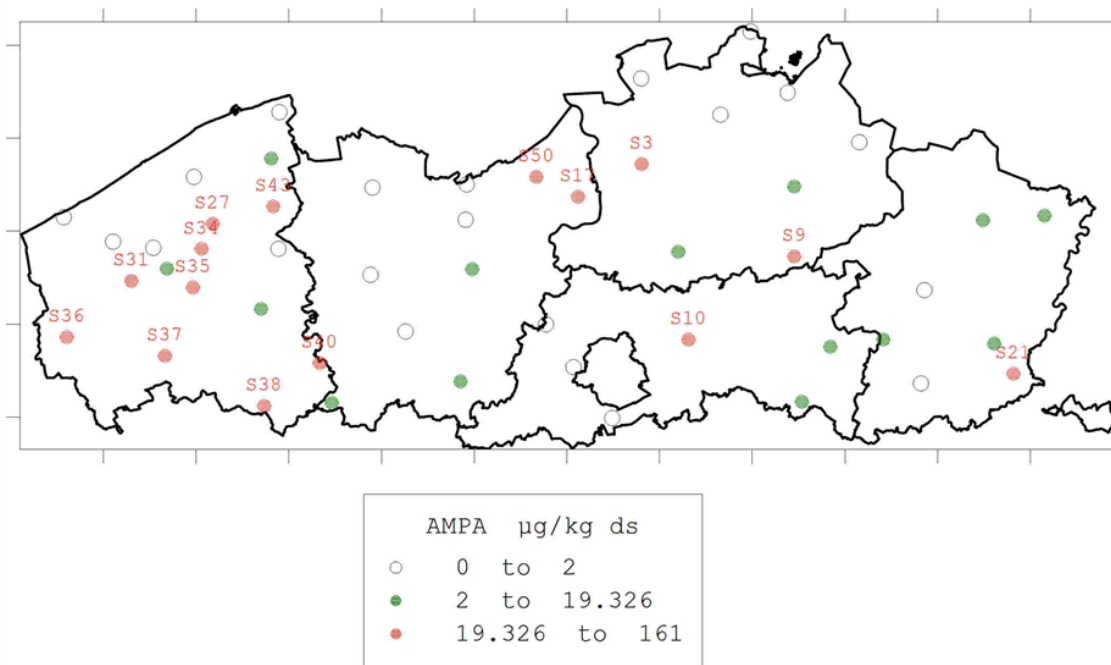
Figuur 8: Concentratie BPA in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



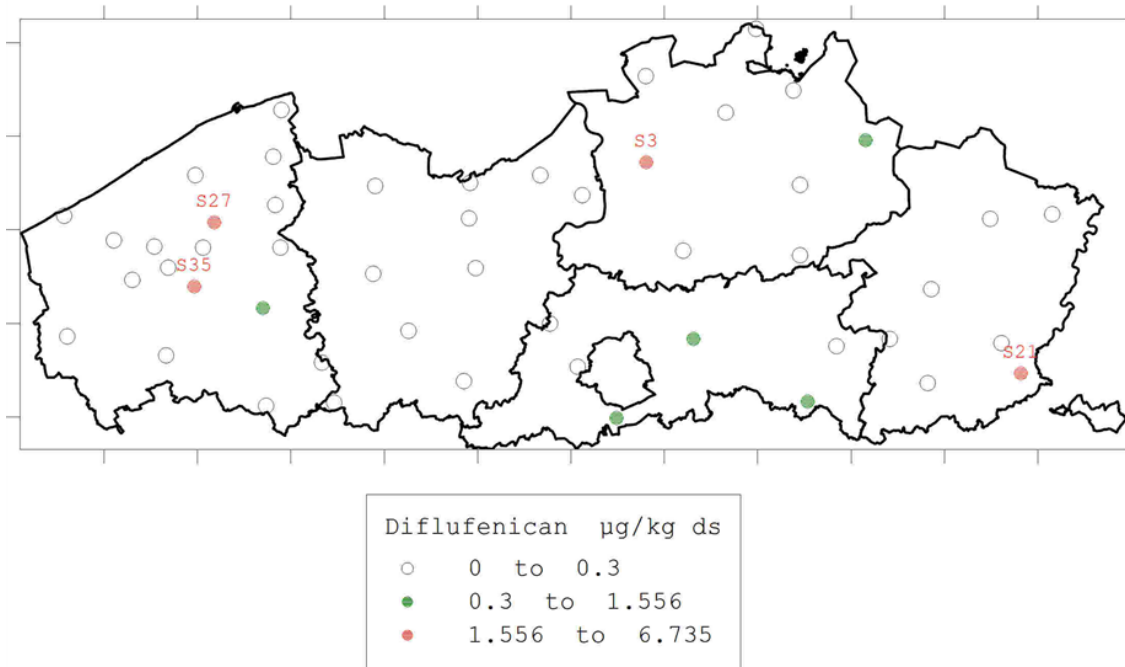
Figuur 9: Concentratie BPF in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



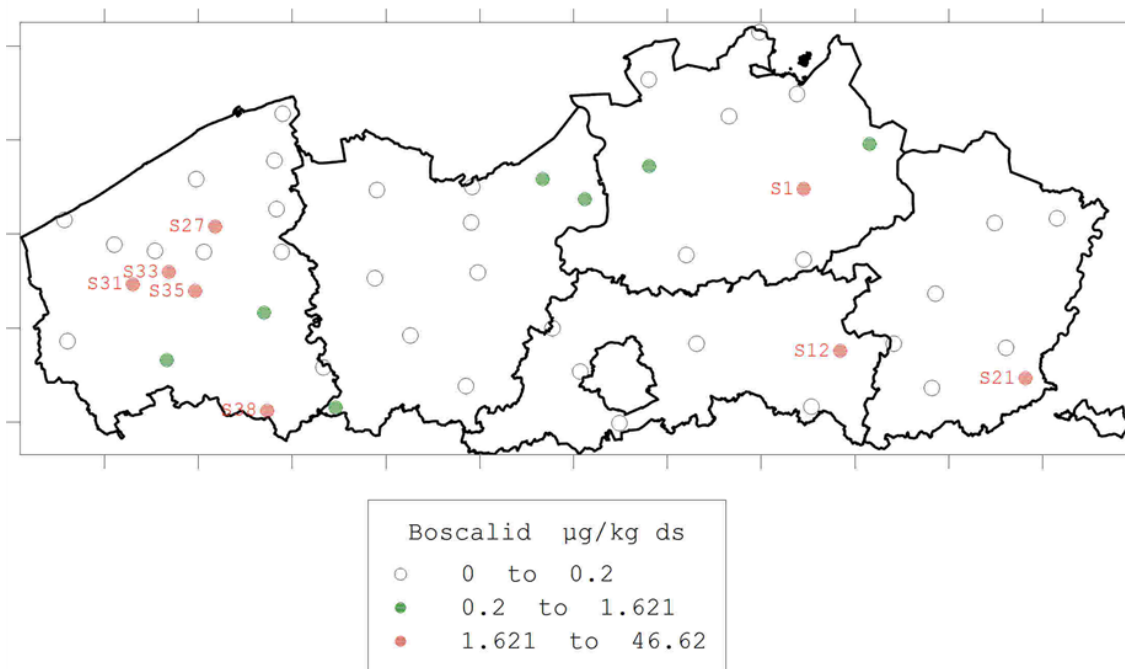
Figuur 10: Concentratie glyfosfaat in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



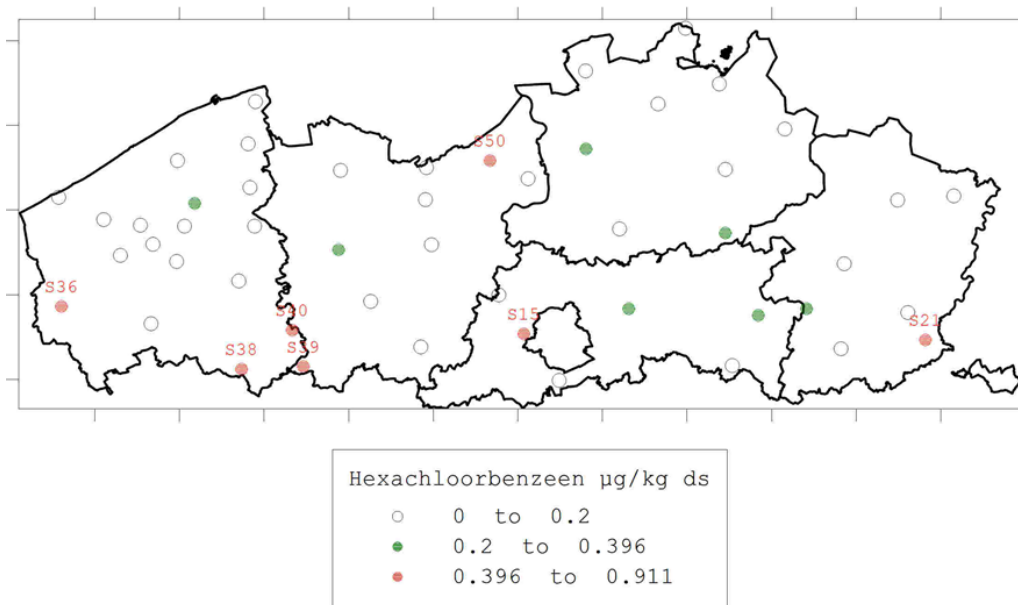
Figuur 11: Concentratie AMPA in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.



Figuur 12: Concentratie diflufenican in 50 overdachte bodemstalen over Vlaanderen.



Figuur 13: Concentratie Boscalid in 50 overdachte bodemstalen over Vlaanderen



Figuur 14: Concentratie hexachloorbenzeen in 50 onverdachte bodemstalen over Vlaanderen.

Algemeen kan gesteld worden dat DDT en z'n metabolieten verspreid over heel Vlaanderen worden aangetroffen, maar ze werden toch iets vaker boven het geometrisch gemiddelde waargenomen in de provincies West- en Oost-Vlaanderen. Verder werd 6:2 FTS vaker boven het geometrisch gemiddelde waargenomen in de provincies Antwerpen en Vlaams-Brabant. De stoffen BDE209, glyfosaat en z'n afbraakproduct AMPA, diflufenican en boscalid worden vaker boven het geometrisch gemiddelde waargenomen in de provincie West-Vlaanderen. De verhoging aan AMPA in de regio West-Vlaanderen is vermoedelijk te relateren aan specifieke landbouwteelten in deze regio, daar de stalen genomen zijn te midden van een gebied met voornamelijk weilanden en akkerlanden.

Er werd ook nagegaan voor hoeveel emerging contaminants (EC's) per staalnamelocatie het geometrisch gemiddelde werd overschreden. Wanneer we DDT en z'n metabolieten als 1 EC-groep beschouwen en ook glyfosaat en z'n afbraakproduct AMPA samen beschouwen, dan blijven er 9 EC's (groepen) over (Tabel 4 Tabel 4). Het maximum aantal EC's (groepen) waarvoor het geometrisch gemiddelde ter hoogte van een staalnamelocatie wordt overschreden, bedraagt 6 (Tabel 3). Aan deze vaststelling kunnen echter geen oorzaken gekoppeld worden op basis van de informatie die werd verzameld tijdens deze verkennende studie.

# Bodemstalen / 50	# EC (groepen)	Staalnamelocaties
11/50	0	6, 7, 13, 18, 20, 22, 25, 32, 42, 45 en 48
11/50	1	2, 4, 12, 19, 23, 26, 28, 30, 44, 46 en 49
15/50	2	8, 11, 14, 15, 17, 24, 29, 33, 34, 37, 39, 41, 43, 47 en 50
7/50	3	5, 9, 10, 16, 31, 38 en 40
6/50	4-6	1, 3, 21, 27, 35 en 36

Tabel 3: Aantal EC's boven geometrisch gemiddelde per staalnamelocatie.

Provincie	Locatie	DDT+	BDE209	6:2FTS	BPA	BPF	GLY-AMPA	diflufenican	boscalid	HCB	SOM/9
Antwerpen	S1	1		1	1				1		4
	S2			1							1
	S3			1	1		1	1			4
	S4			1							1
	S5		1	1		1					3
	S6										0
	S7										0
	S8	1		1							2
	S9	1	1				1				3
Vlaams-Brabant	S10			1		1	1				3
	S11	1		1							2
	S12							1			1
	S14		1			1					2
	S15			1						1	2
	S16	1		1		1					3
Limburg	S13										0
	S18										0
	S19	1									1
	S20										0
	S21			1	1		1	1	1	1	6
	S22										0
	S23	1									1
West-Vlaanderen	S25										0
	S26	1									1
	S27	1	1		1		1	1	1		6
	S28			1							1
	S29		1			1					2
	S30		1								1
	S31			1			1		1		3
	S32										0
	S33				1				1		2
	S34	1					1				2
	S35	1	1				1	1	1		6
	S36	1	1				1			1	4
	S37	1					1				2
	S38						1		1	1	3
	S39	1								1	2
S40	1					1			1	3	
S41	1		1							2	
S42										0	
S43	1					1				2	
Oost-Vlaanderen	S17	1					1				2
	S24	1	1								2
	S44	1									1
	S45										0
	S46	1									1
	S47	1			1						2
	S48										0
	S49	1									1
S50						1			1	2	
	SOM	23	9	14	6	6	15	4	8	7	92

Tabel 4: Overzicht van de 9 EC(-groepen) vastgesteld in de 50 onverdachte bodemstalen

5 GEBRUIK, REGLEMENTERING EN MILIEUSTUDIES

Voor de 13 in het vorige hoofdstuk aangeduide (emerging) contaminants wordt nagegaan welke informatie er reeds gekend is met betrekking tot het gebruik, de reglementering en ev. de vaststelling en/of opvolging ervan in andere studies. In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op bestaande of voormalige beleidsacties en worden suggesties voor aanvullende beleidsacties voorgesteld.

In het kader van het **Vlaams humane-biomonitoringsprogramma (HBM)** - opgestart in 2002 - wordt aan de hand van metingen in o.a. bloed- en urinestalen de **blootstelling van de mens** aan chemische stoffen opgevolgd alsook het beleid. Biomonitoring laat echter niet toe om de bronnen van blootstelling te identificeren, maar kan in relatie met milieumetingen en gedragsgegevens nuttige informatie geven over effectiviteit van beschermende maatregelen. In de laatste cyclus (2016 – 2020)¹ werden heel wat nieuwe merkers voor het eerst gemeten.

Voor alle stoffen die door het Steunpunt Milieu en gezondheid gemeten worden, zijn factsheets² opgesteld waar de relevante informatie over het gebruik en het wetgevend kader terug te vinden is, alsook de te verwachten blootstellingswegen naar de mens en adviezen om blootstelling te beperken. Stoffen die tijdens de laatste campagne werden meegenomen zijn: metalen en spoorelementen (Pb, Th, Cd, As, Cu, Mn en Zn), persistente organochloor pollutanten (PCB's, DDT, DDE, HCB, HCH en chloordanen), benzeen, PAK's, bestrijdingsmiddelen (glyfosaat, AMPA, 2,4-dichloorfenoxiazijzuur, pyrethroïde pesticiden en chloorpyrifos), plastic componenten en weekmakers (bisfenolen en ftalaten), vlamvertragers (gebromeerde en organofosfaat) en perfluorverbindingen (PFAS).

Voor 11 van de 13 (emerging) contaminants zijn zulke factsheets opgesteld, namelijk voor de perfluorverbindingen (PFAS), DDT en z'n metabolieten, glyfosaat en het afbraakproduct AMPA, hexachloorbenzeen (HCB), de vlamvertragers (o.a. BDE209) en voor bisfenol A en F (BPA en BPF).

Europees humaan biomonitoringsprogramma HBM4EU³

Mensen worden in hun dagelijkse leven, thuis en op het werk, blootgesteld aan een complexe combinatie van chemische stoffen via het milieu, consumentenartikelen, voedsel en drinkwater. HBM4EU maakt gebruik van humane biomonitoring om de blootstelling van de Europese bevolking aan chemische stoffen in Europa te beoordelen, om meer inzicht te krijgen in de daaraan verbonden gevolgen voor de gezondheid en om de chemische risicobeoordeling te verbeteren. Voor het individu kunnen gegevens van humane biomonitoring aangeven of actie moet worden ondernomen om de blootstelling te verminderen en of medische interventie nodig is.

¹ Steunpunt Milieu en Gezondheid 2020 Vlaams humane-biomonitoringsprogramma 2016-2020 referentiewaarden bij hongeren (mei 2020).

² <http://www.milieu-en-gezondheid.be/nl/wat-meten-we-factsheets>

³ <https://www.hbm4eu.eu/about-hbm4eu/>

HBM4EU-partners bouwen een dialoog op met beleidsmakers om te garanderen dat onze resultaten gebruikt kunnen worden om de ontwikkeling van het beleid te ondersteunen, om het bestaande beleid te evalueren en om maatregelen te formuleren ter vermindering van de blootstelling aan toxische chemische stoffen. Onze resultaten verschaffen informatie voor het veilige beheer van chemische stoffen en beschermen zo de gezondheid van mensen in Europa. Voor meer informatie kan de website geraadpleegd worden.

Pesticiden in de waterketen (VMM, 2017)

In het VMM-rapport 'Pesticiden in de waterketen 2015-2016' (2017) wordt gebruik gemaakt van voortschrijdende jaargemiddelden om trends in het gebruik van de actieve stoffen aan te tonen. Hierbij wordt het gemiddelde van alle meetresultaten berekend over een periode van 3 jaar, waardoor de invloed van klimatologische omstandigheden (voornamelijk neerslag) wordt uitgevlakt. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verboden en erkende pesticiden. De gemiddelde concentraties van verboden stoffen nemen af (Tabel 5). Dit geldt voor onder andere atrazine, diuron, endosulfan, monolinuron en simazine. Sommige van deze stoffen worden nog altijd op veel meetplaatsen aangetroffen, maar de gemiddelde concentratie daalt over de jaren heen. Voor een aantal verboden stoffen zoals DDT, dichloorvos en propachloor is er de laatste jaren echter een lichte stijging van de gevonden concentraties.

Voor de meeste erkende stoffen schommelt de gemiddelde concentratie de laatste jaren rond dezelfde waarde zoals voor glyfosaat, AMPA en diflufenican. Voor sommige stoffen is ze gedaald zoals voor chlorizadon, isoproturon en dichloorprop (Tabel 6).

	2004-2006	2005-2007	2006-2008	2007-2009	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015	2014-2016
4,6,-Dinitro-o-cresol	63,79	44,51	16,01	22,11	10,35	12,47	11,19	7,23	3,42	3,17	4,24
Aldrin+Dieldrin+Endrin+Isodrin	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04
alfa-Endosulfan	0,50	0,36	0,34	0,07	0,06	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
alfa+beta Endosulfan	0,76	0,55	0,63	0,19	0,20	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
alfa+beta+gamma+delta Hexachloorcyclohexaan	2,86	2,43	1,82	1,38	2,76	2,13	2,41	0,25	0,21	0,22	0,29
Atrazine	100,25	72,11	37,36	25,73	23,01	20,45	19,43	12,88	8,43	8,20	7,82
Azinfos-ethyl	0,00	0,00	0,25	0,25	0,25						
beta-Hexachloorcyclohexaan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Chloorfenvinfos	0,60	0,34	0,04	0,06	0,11	0,00	0,00	0,25	0,26	0,28	0,27
Cyanazine	17,50	16,20	2,81	4,70	5,54	4,71	3,47	1,54	0,12	0,14	0,04
DDT, totaal	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,05	0,09	0,08	0,15	0,16	0,41
Diazinon	15,57	14,97	7,56	4,24	2,29	1,90	1,72	0,72	0,65	0,60	0,34
Dichloorvos	8,38	8,58	1,93	1,25	0,54	0,13	0,13	0,24	0,56	0,58	1,04
Dieldrin	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04
Diuron	162,56	134,40	119,61	111,77	79,15	52,60	50,28	39,22	34,37	34,61	40,43
gamma-Hexachloorcyclohexaan	2,75	2,32	1,82	1,38	2,76	2,13	2,40	0,24	0,20	0,22	0,28
Malathion	0,75	0,60	0,12	0,03	0,04	0,00	0,00	0,03	0,09	0,10	0,19
Metabenzthiazuron	4,92	5,20	2,31	2,10	0,52	0,47	0,47	0,76	0,86	0,96	0,66
Monolinuron	3,48	3,49	2,11	1,41	0,20	0,51	1,23	0,79	0,47	0,15	0,18
Propachloor	7,76	5,86	1,80	2,15	1,81	1,20	0,93	0,65	0,36	0,43	1,02
Simazine	49,70	48,92	35,31	21,24	14,33	12,80	11,53	7,89	5,26	5,05	7,55
trans-Chloorfenvinfos	0,30	0,20	0,04	0,06	0,11	0,00	0,00	0,13	0,18	0,19	0,27

Tabel 5: Evolutie van de concentratie van een aantal verboden stoffen in de waterketen. Er wordt het voortschrijdend gemiddelde van 6 jaar weergegeven in ng/l (bron: VMM 2017).

	2004-2006	2005-2007	2006-2008	2007-2009	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015	2014-2016
2,4-Dichloorfenoxyzijzuur	39,8	39,9	33,4	41,2	42,4	41,2	32,6	22,6	20,4	20,5	27,3
Aminomethylfosfonzuur (AMPA)	3.205,8	2.772,6	2.502,8	2.415,4	2.466,2	2.684,5	2.846,3	2.297,2	2.037,3	1.813,9	2.434,4
Bentazone	208,5	199,9	187,2	237,7	329,7	225,7	196,1	113,1	109,5	94,7	104,7
Carbendazim	38,8	32,6	28,0	33,9	27,7	35,3	35,3	38,6	32,6	30,1	26,0
Chloortoluron	27,1	32,4	34,0	41,1	39,1	39,2	33,2	35,7	38,5	41,3	50,9
Chloridazon	260,6	229,0	178,1	103,8	104,2	121,8	114,5	132,9	129,5	136,7	129,4
Dichloorprop	40,2	38,6	33,2	30,7	18,0	18,0	15,9	13,6	12,3	13,2	14,8
Diflufenican	5,1	9,4	9,4	24,2	34,6	35,3	35,7	30,5	28,6	28,0	32,6
Dimethoaat	159,3	152,3	13,8	11,2	8,4	7,5	7,5	7,1	4,9	4,9	6,1
Ethofumesate	114,8	74,3	74,3	76,7	130,5	122,6	131,4	89,2	83,1	80,2	95,9
Flufenacet		14,4	33,2	30,5	33,7	24,2	24,1	24,7	26,7	26,8	27,9
Fluroxypyr		3,1	3,2	6,5	11,1	14,8	13,2	15,3	14,2	14,1	10,2
Glyfosaat	615,2	570,7	469,5	503,0	547,0	665,6	768,7	667,5	564,5	478,6	507,6
Isoproturon	151,5	117,8	87,2	73,8	72,4	74,9	65,9	56,2	49,3	52,8	75,2
Linuron	43,3	12,6	15,6	14,7	19,1	17,4	28,0	35,3	37,4	38,2	32,4
Metolachloor	76,61	83,21	95,00	86,85	83,64	65,53	61,11	50,98	48,77	48,95	55,14
Metazachloor	12,2	13,0	12,6	10,6	8,9	8,7	8,4	9,1	9,4	9,4	9,8
Metribuzin	2,8	3,0	3,0	10,1	20,5	19,5	26,4	21,6	27,8	23,5	34,8
Oxadiazon	14,0	15,4	15,4	32,4	50,3	53,7	56,2	43,2	36,1	34,1	41,8
Pirimicarb	18,5	20,4	13,4	14,6	11,7	9,5	8,5	7,0	5,6	5,7	5,9
Terbutylazine	21,9	39,3	58,9	78,5	82,3	75,9	71,7	66,9	74,3	72,8	78,2

Tabel 6: Evolutie van de concentratie van een aantal erkende stoffen en het afbraakproduct AMPA in de waterketen; voortschrijdend jaargemiddelde over een periode van 3 jaar (ng/l) (bron: VMM 2017).

Pesticiden in het grondwater in Vlaanderen (VMM, 2012 - resultaten van het freatisch meetnet)

Het freatisch grondwatermeetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij is initieel uitgebouwd om te kunnen voldoen aan de verplichtingen die Vlaanderen heeft in het kader van de Nitraatrichtlijn. Nitraat komt vooral in het milieu terecht door landbouwactiviteiten (bemesting). Het is alleen in de bovenste zone van het freatisch grondwater terug te vinden omdat het in afwezigheid van zuurstof snel omgezet wordt. De meetlocaties van het freatisch meetnet liggen daarom voornamelijk in landelijk gebied en de meetfilters, waarlangs grondwater bij de staalname onttrokken wordt, bevinden zich in de meeste gevallen net onder de watertafel. Het meetnet is dus wel gebiedsdekkend voor Vlaanderen, maar de meetpunten liggen niet mooi verspreid over het grondgebied, wel geclusterd in landelijke gebieden. Het freatisch meetnet wordt daarnaast ook gebruikt om aan de verplichtingen van de Europese Kaderrichtlijn Water en de Grondwaterrichtlijn te voldoen.

In meer dan de helft (56%) van de onderzochte stalen van het freatisch meetnet is in 2010 een overschrijding van de kwaliteitsnorm vastgesteld voor pesticiden of afbraakproducten van pesticiden. Dat wil zeggen dat de concentratie voor één stof groter is dan 0,1 µg per liter of dat de totale concentratie van alle gemeten stoffen samen meer dan 0,5 µg per liter bedraagt. Daarenboven zijn op een derde van de bemeten filters pesticiden of afbraakproducten teruggevonden in een concentratie lager dan de wettelijke norm. Dat impliceert dus dat slechts in iets meer dan 10% van de gevallen geen pesticiden of afbraakproducten voorkomen.

Kwaliteit van de waterbodem (VMM, 2016)

VMM is tevens bevoegd om de kwaliteit van waterbodems op te volgen. In het VMM-rapport 'Kwaliteit van de waterbodem in 2015' (2016) werden de organochloorpesticiden meegenomen. Organochloorpesticiden (OCP's, meestal insecticiden), hebben de neiging te binden aan zwevende deeltjes in de waterkolom. Als deze deeltjes bezinken, komen de eraan vastgehechte pollutanten in de waterbodem terecht. Daar kunnen ze nog lange tijd aanwezig blijven. De meetresultaten worden op basis van de vergelijking met de referentiewaarde (3,9 µg/kg ds) voor het geheel van de OCP's in kwaliteitsklassen ingedeeld. In het waterbodemonderzoek worden de volgende organochloor-pesticiden geanalyseerd: DDT's, drins, hexachloorhexanen, hexachloorbutadien, hexachloor-benzeen en chlordanen. Bijna 80% van alle meetplaatsen vertoonde geen afwijking ten opzichte van de referentiewaarde voor organochloorpesticiden (OCP's) en werden als 'niet verontreinigd' beschouwd. De laatste jaren (2012-2015) is het aandeel van niet verontreinigde waterbodems met OCP's echter gedaald van 80% naar 65%. Niet verontreinigd werd licht verontreinigd (klasse 2) en verontreinigd (klasse 3).

Het palingpolluentenmeetnet

In de periode 1994 – 2008 heeft het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) in Vlaanderen onderzoek verricht naar de bruikbaarheid van paling als indicator voor monitoring van milieugevaarlijke stoffen. De paling (*Anguilla L.*) wordt aanzien als een goede indicator voor de aanwezigheid van vervuilende stoffen in onze oppervlaktewateren (Belpaire et al., 2004). De concentraties van een reeks van chemische stoffen worden in het spierweefsel van de paling gemeten. Naast het achterhalen van de immissietoestand van deze stoffen in ons milieu, verkrijgt men hierdoor eveneens een beeld van de biobeschikbaarheid van deze stoffen, en dus ook van bedreigingen voor natuur en aquatische biota. Ook worden hiermee mogelijke risico's voor de mens achterhaald. Bij de keuze van de exacte locaties werd er zoveel mogelijk getracht rekening te houden met reeds bestaande meetplaatsen van het waterbodemonmeetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij. Een overzicht van de geanalyseerde stoffen wordt gegeven in onderstaande figuur.

Stofgroep	Stoffen	Analyselabo
Zware metalen:	cadmium, kwik, lood, chroom, nikkel, koper, zink, arseen en selenium	Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie (CODA)
Polychloorbifenylen:	PCB 28/PCB 31, PCB 52, PCB 101, PCB 105, PCB 118, PCB138, PCB153, PCB 156, PCB 180	Departement voor Zeevisserij (DVZ) van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO)
Hexachloor-cyclohexanen:	α -HCH, γ -HCH (Lindaan)	DVZ/CLO
Cyclodienen (drins):	Dieldrin, Aldrin, Endrin	DVZ/CLO
Polychloorbenzeen:	Hexachloorbenzeen (HCB)	DVZ/CLO
Chloorethanen:	p,p'-DDD (TDE), p,p'-DDT, p,p'-DDE, trans-nonachloor	DVZ/CLO
Gebromeerde vlamvertragers:	HBCD, TBBP-A, PBDE's	Instituut voor Binnenvisserijonderzoek, Ijmuiden (RIVO)
Vluchtige organische solventen:	50 verschillende stoffen	DVZ/Beheerseenheid Mathematisch Model
Perfluorverbindingen	PFOS (perfluorooctane sulfonic acid	Universiteit Antwerpen
Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)		DVZ/CLO
Endocriene verstoring	Plasma vitellogenines	Universiteit Gent

Tabel 7: Overzicht geanalyseerde stoffen palingpolluentenmeetnet

Naast het belang voor de sanering van de waterbodems genereerde het palingpolluentenmeetnet basisinformatie voor verschillende maatregelenprogramma's inzake het beleid rond milieugevaarlijke stoffen. Het opvolgen van de daling van PCB's in biota zal de resultaten van de beleidsinspanningen inzake het verwijderen van PCB-houdende toestellen (OVAM) in beeld kunnen brengen. Inzake de problematiek van pesticiden geeft het palingpolluentenmeetnet een aantal knelpunten aan, waar in de bekkenbeheerplannen aan gewerkt dient te worden: aanduiding van een aantal zwaar vervuilde zones, aantonen van het sterk bioaccumulerende karakter van bepaalde toegelaten producten, aantonen dat stoffen die al sedert de jaren '70 verboden zijn (zoals DDT) toch nog altijd op sommige plaatsen teruggevonden worden, ... Strengere regelgeving (bv lindaan werd verboden in juni 2002), afbouw chemische bestrijding in het waterwegenbeheer, mechanische onkruidbestrijding, sensibilisatie, aandacht voor een correcte landbouwpraktijk, initiatieven rond de ontwikkeling van beveiligde tappunten, aanleg van bufferoverzones, ... zijn maatregelen die hierrond kunnen genomen worden. Meetresultaten van 'nieuwe' milieugevaarlijke stoffen (zoals BFR's, PFOS en VOS) dienen goed geëvalueerd te worden. Vooral voor toxische en bioaccumulerende stoffen dienen maatregelenprogramma's dringend opgestart te worden (monitoring van de vervuiling, in beeld brengen van het gebruik en de emissie door de industrie en normering).

In 2009 was het mogelijk om trends na te gaan in de tijd en dit voor een breedspectrum aan gemeten stoffen (Maes et al., 2008). Tijdtrends in pollutentdata van 116 staalnameplaatsen waar meer dan eenmaal bemonsterd werd konden worden geanalyseerd.

PCB's, dalende trend

Hieruit bleek dat er een geleidelijk dalende trend bestaat in de gehalten aan PCB's in paling in Vlaanderen. De resultaten van het INBO toonden een significante daling in de gemiddelde PCB-congeneren concentraties (op versgewicht basis), nagenoeg alle pesticiden en vier zware metalen. Een modellering van de concentratie van de som van de zeven indicator PCB's gaf een daling in de concentratie in palingweefsel van 15% per jaar. Deze daling is in overeenstemming met andere (internationale) studies in vis. PCB's werden sinds 1985 verboden door de EU en sinds dat moment hebben verschillende tijdreeksen dalingen in de concentraties aangetoond.

Pesticiden, dalende trend

Ook de pesticiden alfa-hexachloorhexaan (HCH) en lindaan vertoonden een significante daling. Gelijkaardige dalingen werden gemodelleerd voor hexachlorobenzeen, dieldrin en endrin. Ze zijn in de tijd duidelijk gerelateerd aan het invoeren van een verbod op het gebruik van o.a. lindaan.

Een uitzondering op deze algemene daling in de gehalten aan persistente organische polluenten is pp'-DDT. Het lineair model vertoonde een stijging in de tijd terwijl tegelijk pp'-DDD en pp'-DDE een dalende trend vertoonden. Het blijkt dat de concentratie aan pp'-DDT afnam tussen 1994 en 2001 maar dat de concentratie opnieuw toeneemt sinds 2002. Dit doet vermoeden dat de stof nog steeds gebruikt wordt en er nog oude stocks aanwezig zijn.

Zware metalen, status quo

De zware metalen kwik, cadmium en lood verdienen speciale aandacht omdat ze in het lichaam accumuleren. De studie van Maes et al. (2008) toonde aan dat enkel de concentraties aan lood in palingweefsel afnamen tussen 1994 en 2005 wat waarschijnlijk te linken is aan de overgang van loodhoudende naar loodvrije benzine en een reductie in industriële emissies. Cadmium en kwik daarentegen blijven algemene verontreinigingshaarden, omdat er geen aanwijzingen zijn dat de blootstelling van paling aan deze stoffen afneemt.

Andere stoffen

Voor andere stoffen als vluchtige organische solventen en dioxines zijn er onvoldoende data aanwezig om tijdreeksen te maken.

Het INBO stelde in haar jaarlijkse waarnemingen dus constante trends vast, die het haars inziens niet nodig maakt om op jaarlijkse basis verder te meten. Op basis daarvan besliste het INBO om vanaf 2009 het meetnet te reorganiseren. Een gevolg hiervan is dat vanaf 1 januari 2009 de staalnamen (voorlopig) zijn stopgezet.

Veldstudies naar monitoring van biota

Verscheidene stoffen gemeten in visweefsel overschrijden regelmatig de milieukwaliteitsnorm. Dat is het geval voor kwik, BDE's, cis-heptachloorepoxide, PFOS en dioxines. Sinds 2015 meet de VMM gevaarlijke stoffen in levende organismen (biota), afkomstig uit Vlaamse oppervlaktewateren. Na vier jaar is de eerste meetcyclus voltooid en werden de resultaten samengevat (Teunen L. et al., 2020). De resultaten tonen aan dat er sterke overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm (MKN) worden vastgesteld voor kwik, BDE's, cis-heptachloorepoxide, PFOS en dioxines.

Voor stoffen zoals de pesticiden hexachloorbenzeen en dicofol, de industriële component hexachloorbutadieen en de vlamvertrager hexabromocyclododecaan werd slechts in minder dan 1% van de metingen een overschrijding van de MKN waargenomen. De norm voor menselijke consumptie voor PCB's en dioxines in paling wordt in respectievelijk 51% en 37,5 % van de Vlaamse waterlopen overschreden. De Vlaamse overheid raadt dan ook af om zelf gevangen paling of roofvis te consumeren.

In de volgende paragrafen wordt per EC kort de (voormalige) toepassing toegelicht alsook de relevante regelgeving. Vervolgens worden de bevindingen van deze meetcampagne besproken en indien er reeds aanleunende onderzoeken zijn uitgevoerd, dan worden de relevante resultaten eveneens vermeld. Zo zullen de relevante resultaten van de HBM-studies en eventuele trends kort aangehaald worden, alsook informatie en trends uit de VMM-studies met betrekking tot de kwaliteit van grondwater, oppervlaktewater en waterbodems.

5.1 PFAS-PRECURSOR 6:2 FTS

Perfluorverbindingen (PFAS) worden gebruikt om diverse materialen water-, vet- of vuilafstotend te maken en kennen vele industriële toepassingen, maar ook toepassingen in consumentenproducten zoals antiaanbaklagen van pannen, sprays om schoenen, outdoor regenjassen en tenten waterafstotend te maken, vuilafstotende coatings voor tapijten, zetels en textiel. De verschillende PFAS-toepassingen werden uitgebreid toegelicht in Deel 2 Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen en in volgende factsheet op de website van milieu en gezondheid².

PFOS en PFOA worden binnen de Europese regelgeving beschouwd als gevaarlijke stoffen. Productie en gebruik van PFOS en PFOA is ondertussen sterk beperkt door Europese richtlijnen (voor meer informatie wordt verwezen naar de factsheet voor PFAS⁴). Door deze opgelegde beperkingen voor PFOS en PFOA worden er in de industrie verschillende vervangproducten geproduceerd en gebruikt. Sommige van deze vervangers zijn echter zelf ook een perfluorverbindingen of kunnen afbreken tot perfluorverbindingen. 6:2 FTS is zo'n vervangproduct en wordt in de literatuur een PFAS-precursor genoemd. Over deze stoffen is nog niet veel kennis beschikbaar.

Naast PFOS en PFOA werd PFBA veelvuldig vastgesteld boven de kwantificatielimiet (in alle 50 bodemstalen). Voor deze 3 stoffen werd een streefwaarde afgeleid (resp. 1,5 µg/kg ds, 0,96 µg/kg ds en 1,25 µg/kg ds). De PFAS-precursor 6:2-FTS werd in onvoldoende stalen boven de kwantificatielimiet vastgesteld om een streefwaarde te bepalen, maar werd wel in 27 van de 50 bodemstalen vastgesteld (zie deelrapport 'Afleiden van streefwaarden voor perfluorverbindingen en andere emerging contaminants – Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen'). De concentraties voor 6:2 FTS zijn doorgaans laag (0,2 tot 1,0 µg/kg ds). Daar deze laatste als vervangproduct voor PFOS en PFOA wordt gebruikt, verdient deze parameter in de toekomst mogelijk de nodige aandacht.

⁴ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_perfluors_2019.pdf

In de OVAM-studies 'Onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in grondwater, bodem en waterbodem ter hoogte van risicoactiviteiten in Vlaanderen' (fase 1 en 2; OVAM 2018 en 2019) werd geconcludeerd dat naast PFOS en PFOA ook andere PFAS zoals 6:2 FTS in meerdere van de geanalyseerde stalen voorkomen. Verhoogde gehalten in grond en grondwater werden voornamelijk gemeten bij brandweeroefenplaatsen. In de studie werden niet alle type risico-activiteiten bemonsterd.

In de laatste HBM-campagne werden meerdere perfluorverbindingen gemeten in bloed. De groep van persistente stoffen omvat enkele duizenden componenten, maar in de HBM werden slechts 12 PFAS (PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFHxA, PFHpS, PFDoDA, PFHpA, PFBS en PFPeA) geanalyseerd. Van deze 12 perfluorverbindingen werden 10 verbindingen gedetecteerd in jongeren (enkel PFBS en PFPeA niet).

5.2 DDT EN Z'N METABOLIETEN

DDT is een breedspectrum insecticide dat wereldwijd gebruikt werd ter bestrijding van insecten in de landbouw en ter bestrijding van ziekte dragende insecten (malaria, tyfus). Het gebruik van DDT is wereldwijd verboden onder de Stockholm Conventie voor Persistente Organische pollutanten, maar in landen met veel malaria-overdracht door muggen wordt gebruik van DDT nog steeds toegestaan.

In België werd het gebruik voor landbouwtoepassingen verboden in 1974 en voor andere toepassingen in 1976 (Belgische Senaat, 2004).

Meer informatie is terug te vinden via de factsheet⁵ op de website van milieu en gezondheid.

Tijdens de meetcampagne werden op'-DDT, pp'-DDT, pp'-DDE en pp'DDD regelmatig vastgesteld, resp. in 33, 45, 43 en 27 van de 50 bodemstalen, met gehalten tot 8 µg/kg ds. Sporen van deze historische vervuiling zijn m.a.w. nog steeds aanwezig.

In de laatste HBM-campagne werd vastgesteld dat de gehalten van PCB's en van DDT metaboliëten verder dalen in vergelijking met vroegere campagnes.

Volgens de VMM-studie 'Pesticiden in de waterketen' (2017) worden er echter lichte stijgingen in concentraties vastgesteld.

Op basis van het palingpolluentenmeetnet (data van 1994 – 2009) werd door het INBO een uitzondering op de algemene daling in de gehalten aan persistente organische pollutanten vastgesteld voor pp'-DDT. De concentratie aan pp'-DDT bleek af te nemen tussen 1994 en 2001 maar na opnieuw toe sinds 2002. Dit doet vermoeden dat de stof nog steeds gebruikt wordt en er nog oude stocks aanwezig zijn.

⁵ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_DDT_2019.pdf

5.3 VLAMVERTRAGERS

Vlamvertragers zijn chemische stoffen of mengsels van chemische stoffen die aan producten toegevoegd worden om de ontvlambaarheid te verminderen en dus de veiligheid van het product te verbeteren. Sommige vlamvertragers zijn chemisch gebonden aan het materiaal van het product, andere zijn additieven (niet-chemisch gebonden) en kunnen dus makkelijk uit het product lekken. Er zijn drie belangrijke klassen van synthetische organische vlamvertragers: chemische stoffen met broom (Br), chloor (Cl), fosfaat (P).

Polygebromeerde difenylethers (PBDEs) worden wijdverspreid gebruikt in consumentenproducten en bouwmaterialen. De congenere BDE-28, -47, -66, -99, -100, -153, -154, -183, -209 zijn vlamvertragers aanwezig in onder andere textiel, meubels, plastics en elektrische en elektronische apparatuur (tv, computer, kabels, etc).

Omwille van hun persistentie, toxiciteit en bioaccumulerend vermogen zijn PBDEs toegevoegd aan de Stockholm Conventie voor Persistente Organische Polluenten. DecaBDE (ook wel BDE-209) werd meest recentelijk toegevoegd in 2017. Door deze regelgeving zijn PBDEs zowel in Europa als internationaal beperkt in gebruik.

Richtlijn 2003/11/EG: weert gebruik van penta- en octa-BDE in alle verbruiksgoederen vanaf 15 augustus 2004
Richtlijn 2002/95/EG: aanwezigheid van alle PBDE's verboden in elektronische apparatuur vanaf 1 juli 2006, met uitzondering van deca-BDE. Er is regelgeving voor de beperking van het gebruik en de productie van deca-BDE.

Meer informatie is terug te vinden via de factsheet⁶ op de website van milieu en gezondheid.

Tijdens de meetcampagne werd BDE 47 en BDE 99 slechts zeer sporadisch vastgesteld (resp. op 4 en 6 staalnamelocaties). Enkel voor BDE 209 werd in 20 van de 50 bodemstalen een waarde boven de kwantificatielimit vastgesteld. Slechts af en toe werd een verhoogde waarde vastgesteld.

Van de nu verboden persistente gebromeerde vlamvertragers (BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154 en 183) zijn in de laatste HBM-campagne nog maar enkele meetbaar in de bloedstalen van jongeren, nl. BDE47, BDE99, BDE153, BDE154. BDE 209 werd niet meegenomen.

Fosfaatvlamvertragers (PFRs) zijn een klasse van chemische stoffen die de laatste jaren steeds meer gebruikt worden ter vervanging van gebromeerde vlamvertragers (die verboden werden). Ze worden onder meer gebruikt in textiel, plastics, verf, polyurethaan schuim in meubels, elektrische en elektronische apparatuur, computerschermen, smeermiddelen, en voedselverpakkingen voor de brandveiligheid van deze producten.

⁶ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_PBDEs_2019.pdf

Daarnaast worden sommige PFRs ook gebruikt als weekmaker, zoals TBOEP in vloerwax, TPHP in nagellak en EHDPHP in voedselverpakkingen, rubber en polyvinylchloride (PVC) plastics. PFRs zijn niet chemisch gebonden aan de matrix van het product waarin ze gebruikt worden waardoor ze gradueel uit de producten kunnen lekken en in het omliggende milieu terecht komen (van der Veen and de Boer 2012; Stapleton et al. 2009; Wei et al. 2015).

Voor deze PFRs bestaat er vandaag nog geen wetgeving. De meeste PFRs staan wel geregistreerd onder het REACH-programma van de EU ("Registratie, Evaluatie en Authorisatie van Chemische Stoffen") maar zijn (nog) niet geëvalueerd of beperkt in hun gebruik.

Meer informatie is terug te vinden via de factsheet⁷ op de website van milieu en gezondheid.

Tijdens de meetcampagne werden TCP en EHDPP geanalyseerd, maar daar deze slechts zeer sporadisch werden vastgesteld (in minder dan 10% van de onderzochte bodemstalen) behoren ze niet tot de 13 te bespreken EC's .

In de laatste HBM-campagne zijn in de urine een aantal van de metaboliëten van de nieuwe generatie organofosfaatvlamvertragers (PFR's) in bijna alle jongeren meetbaar (DPHP, EHPHP, 5-OHEHDPHP, BCIPHIPP, BBOEHEP, BDCIPP). De toxiciteit van deze componenten is nog niet goed gekarakteriseerd. Er zijn geen gezondheidskundige toetsingswaarde beschikbaar voor organofosfaatvlamvertragers.

5.4 BISFENOLEN

Bisfenolen zijn een groep van organische stoffen, waarvan **bisfenol A (BPA)** de meest gebruikte is. Bisfenol A is een chemische stof die gebruikt wordt als bouwsteen in de productie van polycarbonaat plastic, die veel gebruikt werd in speelgoed en materialen voor voeding en dranken. Polycarbonaat is een lichte, rigide, heldere en hittebestendige plastic. Een tweede belangrijke toepassing van BPA is het gebruik voor de productie van epoxyharsen, o.a. gebruikt voor de binnenbekleding van conservenblikken, vaten en drankblikjes, om te voorkomen dat de voeding of drank een metaalsmaak zou overnemen van de buitenste verpakking. Daarnaast wordt BPA toegevoegd als ontwikkelaar in thermaal papier, een snelle en efficiënte manier van printen, gebruikt voor bijvoorbeeld kassatickets.

BPA is in de Europese Unie verboden als grondstof voor de productie van plastic zuigflessen sinds 1/04/2011. In België is BPA verboden sinds 24/09/2012 in alle materialen die bedoeld zijn voor contact met of verpakking van voeding voor kinderen jonger dan 3 jaar oud. Vanaf 2/01/2020 werd BPA ook verboden in de EU in thermaal papier. Voor meer informatie over de specifieke wetten en richtlijnen wordt verwezen naar de factsheet voor de bisfenolen⁸.

⁷ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_PFRs_2019.pdf

⁸ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_Bisfenolen_2019.pdf

BPA werd in 2017 door ECHA (European Chemicals Agency) geïdentificeerd als hormoonverstorende stof. Omdat BPA gekend staat als een zorgwekkende chemische stof ('substance of very high concern - SVHC') en reeds gedeeltelijk verboden werd, worden substituten, zoals **bisfenol S (BPS)** en **bisfenol F (BPF)**, op de markt gebracht. Deze stoffen lijken chemisch gezien erg op BPA en worden in dezelfde producten toegepast, maar vallen niet onder de bestaande wetgeving voor BPA. Hoewel er minder geweten is over de toxiciteit van BPS en BPF, geven enkele studies aan dat ze mogelijk gelijkaardige gezondheidseffecten kunnen veroorzaken als BPA.

Tijdens de meetcampagne werd bisfenol A en bisfenol F vastgesteld in resp. 18 en 16 staalnamelocaties. Bisfenol S werd ook geanalyseerd maar werd slechts op 1 locatie boven de kwantificatielimiet vastgesteld.

*De recent genomen beleidsmaatregelen voor beperking van het gebruik van stoffen met hormoonverstorende werking blijken effectief. Zo worden tijdens de laatste HBM-campagne in urinestalen van jongeren lagere gehalten gemeten van bisfenol A (een plastic component die aanwezig is in harde plastics) en van afbraakproducten van sommige ftalaten (weekmakers voor plastics) dan in de vorige campagne. Voor de eerste keer werden meerdere bisfenolen bij jongeren gemeten, nl. bisfenol A, F, S, B, Z en AF. Bisfenol A was in 86% van de jongeren meetbaar, terwijl de nieuwere bisfenolen **bisfenol F en bisfenol S** gedetecteerd zijn bij respectievelijk 97% en 83% van de jongeren. Bisfenol B, bisfenol Z en bisfenol AF waren detecteerbaar bij respectievelijk 57%, 37% en 12% van de jongeren.*

In de verkennende studie naar nieuwe verontreinigingen in de bodem (Lahr, J., 2007) werd aangegeven dat tijdens een zoektocht naar monitoringsgegevens van BPA in de literatuur (Cousins et al., 2012) men tot de conclusie kwam dat er geen gegevens over de gehalten in bodems bestonden. BPA komt vooral via afvalwater in het milieu terecht.

5.5 HERBICIDEN

Glyfosaat is een onkruidbestrijdingsmiddel dat voor het eerst gebruikt werd in 1974. Glyfosaat is een van de meest gebruikte onkruidbestrijdingsmiddelen in de land- en tuinbouw ter wereld. Glyfosaat wordt dikwijls in verband gebracht met genetisch gewijzigde gewassen in de landbouw. Dit zijn gewassen die resistent zijn gemaakt tegen glyfosaat, zodat je op het veld kan spuiten zonder het gewas zelf te doden. Dit is echter niet toegelaten binnen België en de rest van de Europese Unie.

Onderstaande informatie over de specifieke wetten komt uit de factsheet voor glyfosaat en AMPA⁹.

⁹ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_glyfosaat_2019.pdf

In de Europese Unie zijn bestrijdingsmiddelen aan een dubbele toelatingsprocedure onderworpen:

- **de goedkeuring van werkzame stoffen (vb. glyfosaat) gebeurt op Europees niveau,**
- **de toelating van de commerciële producten (vb. roundup) gebeurt op nationaal niveau.**
 - **Europese wetgeving:**

De goedkeuring voor gebruik van glyfosaat als werkzame stof in bestrijdingsmiddelen geldt tot 15 december 2022 (Uitvoeringsverordening (EU) 2017/2324, 15/12/2017). Wel is er sinds 2017 een verbod op de formuleringshulpstof Polyoxyethyleen-tallowamine (POEA) in gewasbeschermingsmiddelen op basis van glyfosaat. POEA is een hulpstof die aan het glyfosaatmengsel werd toegevoegd om de opname van glyfosaat door plantencellen te vergemakkelijken.
 - **Belgische wetgeving:**

Sinds 19 juli 2017 is het gebruik van glyfosaat door particulieren verboden in Vlaanderen. Sinds 6 oktober 2018 is het gebruik en de verkoop van glyfosaat voor niet-professionele gebruikers verboden in België en mogen particulieren geen glyfosaathoudende producten meer gebruiken. Professionelen met een speciale licentie (fytolicentie) mogen glyfosaat wel nog gebruiken.

Tijdens de meetcampagne werd glyfosaat slechts in 9 van de 50 bodemstalen aangetroffen boven de kwantificatielimiet, terwijl het afbraakproduct AMPA wel regelmatig werd vastgesteld, nl. in 29 van de 50 bodemstalen. Voor AMPA werden waarden tot 160 µg/kg ds gemeten.

Op basis van de laatste HBM-campagne zijn er voor het eerst betrouwbare gegevens over de aanwezigheid van glyfosaat en zijn afbraakproduct AMPA bij jongeren. Glyfosaat werd in 42% van de jongeren gedetecteerd, AMPA in 56%. Toekomstige metingen moeten uitwijzen of de genomen maatregelen voldoende effect opleveren. Er is geen gezondheidskundige toetsingswaarde beschikbaar voor glyfosaat en AMPA.

*In het VMM-rapport 'Pesticiden in de waterketen 2015-2016' werd aangegeven dat voor de meeste erkende stoffen de gemiddelde concentratie de laatste jaren schommelt rond dezelfde waarde zoals voor glyfosaat, AMPA en diflufenican. Voor sommige stoffen is ze gedaald zoals voor chlorizadon, isoproturon en dichloorprop (**Error! Reference source not found.**). Er wordt op gewezen dat de resultaten van deze studie nog dateren van voor dat het gebruik van glyfosaat verboden werd voor particulieren en beperkt werd voor professionelen.*

In het VMM-rapport 'Pesticiden in grondwater' (2010) wordt aangegeven dat 'de Polders' de streek is met het hoogste landbouwkundig glyfosaatgebruik. In die streek was in 2010 tevens het grootste aantal normoverschrijdingen voor AMPA te vinden. Anderzijds kennen de Kempen het laagste landbouwkundig glyfosaatverbruik. AMPA wordt er op zeer weinig plaatsen aangetroffen. In dat rapport werd toen eveneens aangegeven dat AMPA vooral in het zuiden van Oost- en West-Vlaanderen een probleem vormt, een regio met weinig stedelijke centra, dus weinig woon-, park- en recreatiegebied.

Diflufenican is een herbicide voornamelijk voor landbouwgebruik, dat rond 1985 op de markt kwam. Het wordt meestal in combinatie met een of meer andere herbiciden gebruikt, zoals bromoxynil, isoproturon, flufenacet of glyfosaat. In België zijn er tevens verscheidene herbicidepreparaten voor particulier gebruik in de handel met diflufenican als actief bestandsdeel.

Diflufenican wordt gebruikt bij de teelt van graangewassen (tarwe, gerst, rogge, triticale, spelt). De stof is werkzaam tegen eenjarige tweezaadlobbige onkruiden; in het bijzonder ereprijs- en viooltjessoorten en sterbladigen zoals kleefkruid. In de graangewassen wordt diflufenican snel afgebroken en heeft het geen nadelige effecten.

Diflufenican is een stabiele stof die in het milieu zeer langzaam afbreekt. De halfwaardetijd in de bodem is 15 tot 30 weken naargelang het type en de vochtigheid. Het heeft een hoog potentieel voor bioaccumulatie en is vooral toxisch voor groene algen.

Tijdens de meetcampagne werd diflufenican slechts in 9 van de 50 staalnamelocaties vastgesteld en in lage concentraties.

Zoals reeds aangehaald werd in het VMM-rapport 'Pesticiden in de waterketen 2015-2016' (2017) aangegeven dat de gemiddelde concentratie voor diflufenican de laatste jaren schommelt rond dezelfde waarde (Tabel 6).

5.6 FUNGICIDEN

Hexachloorbenzeen (HCB) is een middel tegen schimmels dat vroeger gebruikt werd om zaden en graan te beschermen. Het is ook een industrieel product, vroeger toegepast bij de productie van vuurwerk, munitie en synthetisch rubber.

In België werd het gebruik verboden in 1974 (Belgische Senaat, 2004). Voor meer informatie over de specifieke wetten wordt verwezen naar de factsheet voor HCB¹⁰.

Tijdens de meetcampagne werd hexachloorbenzeen slechts in 14 van de 50 staalnamelocaties vastgesteld.

In de Vlaams Humane biomonitoringsstudies FLESH I, II en III werden dosis-effect relaties gevonden met geslachtshormonen bij jongens, seksuele ontwikkeling bij jongeren, schildklierhormonen en astma. Voor HCB in bloed zien we in Figuur 24 een significante daling bij jongeren van 90,4 ng/l in FLEHS I naar 35,7 ng/l in FLEHS II, naar 12,7 ng/l in FLEHS III. Het geometrisch gemiddelde stijgt naar 33,4 ng/l in FLEHS IV. Hierbij moet echter de kanttekening gemaakt worden dat de meetmethode van HCB veranderd is in FLEHS IV, waardoor de vergelijking met de vorige campagnes met voorzichtigheid dient geïnterpreteerd te worden. Uit een 20-tal controlemetingen (zie bijlage 1) bleek dat de stalen uit de vorige meetcampagne (FLEHS III) hogere waarden geven als ze met de nieuwe methode worden gemeten. De hogere waarden bij FLEHS IV jongeren zijn waarschijnlijk te verklaren door de nieuwe meetmethode die gebruikt werd en die ook meer accuraat is. In de laatste HBM-campagne werd bij 99,5 % van de deelnemers de meest strenge gezondheidkundige toetsingswaarde van 25 ng/g vet niet overschreden. Deze werd slechts bij 2 deelnemers overschreden.

¹⁰ https://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/factsheet_HCB_2019.pdf

Volgens de VMM kan HCB echter wel nog in de lucht vrijkomen als bijproduct in de chemische industrie en als bijproduct bij verbrandingsprocessen. De HCB-emissies dalen in de periode 2000-2018 met 20 %. De sector van handel en diensten levert de grootste bijdrage tot de totale HCB-emissie. Afvalverbrandingsactiviteiten binnen deze sector zijn verantwoordelijk voor meer dan 90% van de totale HCB-emissies in 2018 (VMM jaarrapport Lucht – Uitstoot 2000-2017 en luchtkwaliteit 2018 in Vlaanderen).

Boscalid is een systemisch fungicide uit de stofklasse van de carboxamiden. Het is ontwikkeld door BASF en kwam in 2003 op de markt. In zuivere vorm komt het voor als reukloze, witte kristallen. Boscalid wordt verspreid op planten en kan in een groot aantal teelten worden toegepast, vooral groenten- en fruitteelt in open lucht.

Boscalid is een zogenaamd nieuw pesticide, waarvan de erkenning op EU-niveau afhangt van de resultaten van een risicoanalyse naar de effecten op mens en milieu. In afwachting van een definitieve beslissing mogen de lidstaten aan producten met boscalid een voorlopige erkenning uitreiken voor 3 jaar. Omdat de risicoanalyse niet op tijd was voltooid, werd die periode met 24 maanden verlengd op 15 november 2007. De evaluatie werd uiteindelijk afgerond op 22 januari 2008 en korte tijd later werd de stof door de Europese Commissie toegelaten, voor de periode van 1 augustus 2008 tot 31 juli 2018. Dit is intussen verlengd tot 31 juli 2021 (Uitvoeringsverordening (EU) 2020/869 VAN DE COMMISSIE van 24 juni 2020).

Tijdens de meetcampagne werd boscalid vastgesteld in 15 van de 50 staalnamelocaties. Van alle polaire pesticiden is boscalid het vaakst aanwezig en in de hoogste concentratie (tot 47 µg/kg ds).

5.7 ANDERE INSECTICIDEN

Hoewel hexachlorocyclohexaan en chlorpyrifos tijdens deze meetcampagne nauwelijks worden vastgesteld in de onverdachte bodemstalen en dus niet als EC's beschouwd worden voor bodem, geeft de HBM-campagne aan dat deze nog steeds worden vastgesteld en de concentraties niet dalen.

Hexachlorocyclohexaan is een industrieel chemisch product dat bestaat uit acht isomeren. Eén van deze vormen, **γ-HCH (lindaan)**, werd vroeger gebruikt als insecticide bij het telen van fruit en groenten (o.a. in de suikerbietenteelt). Het is wel nog beschikbaar als preparaat (lotion, crème of shampoo) tegen luizen en schurft, maar hiervoor zijn ondertussen voldoende andere alternatieven beschikbaar.

Productie en gebruik van HCH is verboden in België ten gevolge van Richtlijn 79/117/EEG. α , β en γ -HCH werden in 2009 opgenomen in de Stockholm Conventie voor Persistente Organische Polluenten (Vijgen et al., 2011).

Tijdens de laatste HBM-campagne werd voor beta-hexachloorcyclohexaan en oxychlordan vastgesteld dat ze niet dalen. Transnonachloor stijgt zelfs. Dit is tegengesteld aan de verwachtingen aangezien deze oude stoffen intussen al lange tijd verboden zijn.

Chlorpyrifos is één van de meest gebruikte organofosfaatpesticiden. Het wordt gebruikt voor de bestrijding van insecten, spinachtigen en wormen zoals aaltjes (nematoden) in de bodem. In België wordt het vooral gebruikt bij de teelt van kolen, asperges, prei, in de sierteelt, boomkwekerijen en teelaarde.

Gebruik en verkoop van vloeibare gewasbeschermingsmiddelen op basis van chloorpyrifos werd verboden vanaf 10 februari 2017 wegens een mogelijk probleem voor de volksgezondheid. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op basis van chloorpyrifos onder de vorm van granulaten (korrels) werd sinds 10 februari 2017 verboden voor een aantal teelten (radijs, rammenas, rettich, broccoli, bloemkool, spruiten, boerenkool en koolrabi). Het gebruik van deze producten is nog wel toegestaan bij aardbeien, knoflook, uien, lente-uien, sjalot en asperge. De Europese unie heeft in 2018 nieuwe maximum residu gehalten (achtergebleven resten) voor chloorpyrifos vastgesteld voor verschillende voedingsmiddelen (Verordening EU 2018/686).

Tijdens de laatste HBM-campagne werden afbraakproducten van chloorpyrifos gedetecteerd in urinestalen van jongeren. De meetwaarden van afbraakproducten van chloorpyrifos liggen hoger in Vlaanderen dan in de VS en Canada, maar wel onder de gezondheidkundige toetsingswaarde.

6 BELEIDSACTIES

Voor de relevante EC's dient nagegaan te worden welke aandacht ze verdienen in toekomstige beleidsadviezen en/of maatregelen (monitoringscampagnes) en dit om de druk op de bodem en watersystemen te verminderen.

Rond bepaalde thema's/stoffen werden in het verleden reeds sensibilisatiecampagnes opgezet, o.a. rond het gebruik van bestrijdingsmiddelen, rond gezond tuinieren (telen van groenten en houden van kippen), ... In al deze campagnes is er een link met het voorkomen van emerging contaminants en worden tips gegeven om het gebruik ervan te reduceren of om blootstelling aan de stoffen te beperken. Enerzijds kunnen deze beleidsacties zich richten naar professionele gebruikersgroepen (bv. landbouwers), maar er zijn ook tal van beleidsacties die zich richten op een breder publiek.

In eerste instantie worden de bestaande en voormalige acties toegelicht en tenslotte worden adviezen geformuleerd voor toekomstige beleidsacties.

6.1 BESTAANDE OF VOORMALIGE BELEIDSACTIES

– NAPAN – Nationaal actieplan pesticiden

Het NAPAN (Nationaal Actie Plan d'Action National) omvat alle gecoördineerde plannen inzake pesticiden in België. Voor meer informatie betreffende het Belgisch nationaal actieplan voor de reductie van pesticiden zie https://fytoweb.be/sites/default/files/content/reduction/frpg_-_programma_2018-2022.pdf.

In het plan zijn maatregelen opgenomen ter bescherming van het aquatisch milieu waaronder 'Harmonisering van de benadering van het pesticidegebruik voor het onderhoud van de spoorbedding en uitwisseling van goede praktijken'. Verder wordt ook de bescherming van bepaalde gebieden opgenomen, waaronder 'gebieden die gebruikt worden door het brede publiek of door kwetsbare groepen'. Hieronder valt het onderhoud van sportterreinen en voor mensen die in de buurt van landbouwakkers wonen het vrijwaren van drift van gewasbeschermingsmiddelen (bufferzone).

– PROFESSIONELE GEBRUIKERS

Landbouwers mogen alleen nog pesticiden gebruiken bij het telen van hun gewassen, en moeten daarbij de '**Praktijkgids Gewasbescherming**' volgen. Op de website Fytoweb staat alle informatie over de **licentie om bestrijdingsmiddelen** te gebruiken. Voor vragen over die licentie kan men terecht bij de Dienst Gewasbeschermingsmiddelen van de FOD Volksgezondheid.

– BREDE PUBLIEK

Bestaande sensibilisatie- en informatiecampagnes werden verdergezet en uitgebreid in het kader van het **Vlaams actieplan ‘duurzaam gebruik pesticiden’¹¹ (01/03/2013)** en hebben tot doel het brede publiek te informeren.

- **Bekennmaking van informatie via het Steunpunt Milieu en Gezondheid**

In het kader van het **Vlaams humane-biomonitoringsprogramma** - opgestart in 2002 - wordt aan de hand van metingen in o.a. bloed- en urinestalen de **blootstelling van de mens aan chemische stoffen** nagegaan.

Naar aanleiding van de resultaten van het 1^e steunpunt (2002-2006) werden in het **Actieplan Gechloreerde Verbindingen¹²** maatregelen voor DDT en gechloreerde verbindingen in landelijke gebieden uitgewerkt.

In de laatste cyclus van het Vlaamse humane-biomonitoringsprogramma (2016 – 2020)¹³ werden heel wat nieuwe merkers voor het eerst gemeten. Waar in het verleden veel aandacht ging naar onderzoek in aandachtsgebieden met een specifieke milieudruk, werd voor de laatste meetcampagne gekozen om te focussen op drie centrale thema’s, met name: binnenhuismilieu, groene ruimte en pesticidevrije voeding, telkens in relatie tot gezondheid.

- **Campagne tegen (verboden) bestrijdingsmiddelen - ‘Zonder is gezonder’**

Er werden in het verleden reeds acties ondernomen zoals de **inzamelactie voor restanten van (verboden) bestrijdingsmiddelen**. De inzamelactie stond niet op zich en werd gekaderd in de bestaande **campagne ‘zonder is gezonder’**. De actie die ontstond in 2003 was een initiatief van de Vlaamse Milieumaatschappij¹⁴ en richtte zich aanvankelijk tot drie doelgroepen: openbare besturen, gezinnen en land- en tuinbouwers. In 2007 werd de actie hernomen en stonden de gezinnen en de bewoners van waterwingebieden centraal. De campagne ging gepaard met een grootscheepse inzamelactie van restanten van (vervallen) bestrijdingsmiddelen. **Tevens werd opnieuw opgeroepen om het gebruik van pesticiden in huis en tuin te verminderen.**

In 2013 startte de laatste campagne na het goedkeuren van het **Decreet en het besluit duurzaam gebruik pesticiden¹⁵**.

¹¹ <https://omgeving.vlaanderen.be/vlaams-actieplan-duurzaam-pesticidegebruik>

¹² Bron: <http://www.milieu-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/Het%20Vlaamse%20Humane-Biomonitoringsprogramma%20-%20Historiek%20en%20nieuwe%20thema%27s.pdf>

¹³ Steunpunt Milieu en Gezondheid 2020 Vlaams humane-biomonitoringsprogramma 2016-2020 referentiewaarden bij jongeren (mei 2020).

¹⁴ <https://www.zonderisgezonder.be/>

¹⁵ <https://www.zonderisgezonder.be/archief/wetgeving/decreten-en-besluiten>

In het kader van het **Vlaams actieplan duurzaam pesticidengebruik** werd de website “Zonder is gezonder” in de periode 2016-2018 uitgebreid met een nieuwe web-toepassing specifiek voor de burgers over **aanleg en ontwerp van tuinen**. Ook de **bestrijdingswijzer** werd geactualiseerd. Ook het preventieve luik werd aangevuld met de **leidraad pesticidentoets**. Voor de periode 2017-2018 werd een actualisatie voorzien van de web toepassing ‘mijn gifvrije tuin’ en een inzameling van restanten van pesticiden en hun verpakkingen.

- **Sensibilisatie via medische milieukundige en LOGO’s¹⁶**

Op de website www.gezondheidsmilieu.be werd tevens een rubriek ‘bestrijdingsmiddelen’ voorzien om de risico’s van het pesticidengebruik voor de gezondheid te kaderen.

- **Sensibilisatie over pesticiden als KGA via intercommunales, gemeenten en de sector**

De sensibilisering werd door de gemeenten opgenomen in de ontwerpsamenwerkings-overeenkomst met de gemeenten 2008-2011. Er werd nagegaan hoe in de **ophaalkalender** kan vermeld worden dat verboden bestrijdingsmiddelen en restanten van toegestane bestrijdingsmiddelen dienen binnen geleverd te worden in het containerpark.

Op verschillende websites (o.a. www.vlaanderen.be/pesticiden-vermijden) worden tips gegeven om pesticiden te vermijden.

- **Campagne rond gezond tuinieren en het houden van kippen - ‘Gezond uit eigen grond’**

Eind 2014 werd de code van goede praktijk voor het zelf telen van voeding opgemaakt. Deze code diende als input voor de ontwikkeling van de campagne ‘Gezond uit eigen grond’ die tips geeft over gezond tuinieren. Deze campagne werd in het voorjaar van 2015 gelanceerd en op 1 mei aan een breed publiek voorgesteld op de radio 2-tuindag. De infostand en het educatief spel werden ingezet tijdens activiteiten in de centra (o.a. het Natuurfestival), activiteiten van partnerorganisaties (infodag bodem van Velt) en tijdens het slotcongres van het jaar van de bodem op 4 december 2015. Ook via intermediaire organisaties werd de campagne bekend gemaakt (o.m. publicaties in Vitaya magazine, VELT, stad Gent, Lokaal Gezondheidsoverleg, Gezinsbond, mutualiteiten). Het belangrijkste onderdeel van deze campagne is de website www.gezonduiteigengrond.be.

¹⁶ LOGO's: Lokaal GezondheidsOverleg

– Vlaams Actieplan PFAS

Naast het actieplan Gechloreerde Verbindingen (in landelijke regio's) opgesteld n.a.v. de resultaten van het 1^e steunpunt (2002-2006) en het actieplan duurzaam pesticidengebruik (2012-2017), werd in 2020 het Vlaams actieplan PFAS uitgerold. Naast acties inzake monitoring van het leefmilieu en biomonitoring, zijn er acties voorzien ten aanzien van de bodem en PFAS-gerelateerde vervuiling, acties gericht op emissies in water, acties omtrent het garanderen van veilig drinkwater, acties gericht op specifieke vergunde inrichtingen, inclusief de controle ervan, en ook diverse acties om zicht te krijgen op de gezondheidseffecten en het beperken van humane blootstelling aan PFAS.

[Bijlage 1a: Actieplan hormoonverstoring PFAS](#) PDF document, 600.1 KB

[Bijlage 1b: overzichtstabel acties PFAS actieplan](#) PDF document, 103.7 KB

[Bijlage 1c: PFAS actieplan samenvatting](#) PDF document, 129.7 KB

– Vlaamse strategie hormoonverstoring (preventief beleid)

De 'Conceptnota voor nieuwe regelgeving' betreffende de decretale verankering van de sensibilisering rond en de preventie van de blootstelling aan chemische stoffen die de normale hormonale werking tijdens belangrijke ontwikkelingsfasen van het menselijk organisme ontregelen of kunnen ontregelen werd ingediend op 27/06/2017 (1215 (2016-2017) – Nr. 1).

Op 27 maart 2019 verleende het Vlaams Parlement unaniem goedkeuring aan het voorstel van decreet houdende wijziging van het decreet van 21 november 2003 betreffende het preventieve gezondheidsbeleid, wat betreft de sensibiliseringsplicht en het preventieve beleid met betrekking tot de blootstelling aan chemische stoffen die de normale hormonale werking van het menselijk organisme ontregelen of kunnen ontregelen. Dit decreet (het decreet van 5 april 2019) verleent een decretale basis aan het voorstel dat was opgenomen in voornoemde conceptnota.

Het Vlaams actieplan PFAS vormt een concrete casus (deelplan) in uitwerking van de Vlaamse strategie hormoonverstoring en kan als voorbeeld dienen voor een geïntegreerd beleid voor andere hormoonverstorende stoffen (waaronder ftalaten, bisfenol A en recente gewasbeschermingsmiddelen), ook al worden de huidige gezondheidkundige toetsingswaarden voor deze stoffen momenteel niet overschreden.

6.2 AANBEVELINGEN VOOR TOEKOMSTIGE BELEIDSACTIES

De 13 besproken EC's hebben duidelijk het potentieel om in het milieu terecht te komen. Hoewel sommigen reeds verboden zijn of het gebruik reeds sterk gelimiteerd werd, heeft het vrijkomen van deze verontreinigingen in het milieu geruime tijd plaatsgevonden, wat geleid heeft tot 'historische' bodem- en waterverontreiniging. Voor deze stoffen is het belangrijk om na te gaan of dit effectief nog residuen betreft van voormalige activiteiten.

Voor andere stoffen kan het ook een gevolg zijn van een recente applicatie (bv. glyfosaat op landbouwgrond in de buurt). In dat geval is het belangrijk om te onderzoeken of het gekoppeld kan worden aan nog gangbare praktijken.

Ondanks de onderzoeksinspanning naar het gedrag van emerging contaminants in bodem en grondwater, en het verder beperken van het gebruik, mag het luik afval en afvalverwerking niet uit het oog verloren worden. Bij onvoldoende aandacht voor deze stoffen blijven ze steeds opnieuw in het milieu komen. Enkele manieren waarop EC's zich kunnen verspreiden (secundaire bronnen):

- via het percolatiewater van stortplaatsen en effluënten van RWZI's;
- via grondverzet (bv. het toepassen van verontreinigd (riool)slib op landbouwpercelen);
- als gevolg van bodemirrigatie met 'herwonnen' afvalwater.

De stoffen blijven vaak achter in het afvalwater omdat zuiveringsinstallaties niet zijn ontworpen om deze chemicaliën te verwijderen. Ook industriële processen met hun eigen behandelingsprocessen verwijderen niet al deze stoffen. EC's van stedelijke of industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties worden rechtstreeks geloosd op rivieren waar hun gedrag in het milieu een probleem vormt (afbraak, sorptie in het sediment, transport in de waterfase).

Er werd ook vastgesteld dat het te beschermen compartiment bij gewasbeschermingsmiddelen vaak grondwater en oppervlaktewater is. Bodem is echter het compartiment waarin deze stoffen het eerst terechtkomen. Het zijn de omgevingsfactoren zoals de diepte van de watertafel en het gehalte aan klei en organische stof van de bodem en diepere ondergrond die bepalen of pesticiden al dan niet in het grondwater zullen belanden, alsook de gebruikte hoeveelheid van pesticiden. Er dient nagegaan te worden welke voordelen het opnemen van het compartiment bodem in de monitoring heeft voor de verdere ontwikkelingen in het bodem- en waterbeleid. Zoals reeds eerder aangehaald is er relatief weinig bekend over het voorkomen van deze stoffen in de verschillende milieuc compartimenten in Vlaanderen (bodem, grondwater, waterbodem, oppervlaktewater en lucht) aangezien ze niet 'standaard' gemeten worden. ***De acties die geformuleerd werden voor PFAS in het Vlaams actieplan PFAS geven als het ware een overzicht van de uit te voeren onderzoeken van zodra een nieuwe stof naar de oppervlakte komt.***

De staalnamelocaties in deze studie werden geselecteerd op de afwezigheid van PFAS-bronnen en zijn gesitueerd in gebieden met beperkte menselijke impact. Impact van landbouw is in Vlaanderen nagenoeg niet uit te sluiten daar dit verspreid aanwezig is. Welke concentraties er in bebouwd gebied (woonkernen) aanwezig zijn is niet gekend. In de Nederland werd de diffuse belasting van de bodem met PFAS in bebouwd gebied (stedelijk en industrie) wel onderzocht gelijktijdig met het afleiden van achtergrondwaarden voor PFAS in de Nederlandse landbodem (RIVM, 2020). Dit onderzoek heeft aangetoond dat de diffuse belasting van de bodem met PFAS in bebouwd en meer door mensen beïnvloed gebied hoger is dan die in landelijk gebied. ***Om een beter idee te krijgen van de algemene blootstelling van de bevolking is zulk onderzoek naar diffuse bodembelasting aangewezen.***

Het zou ook interessant zijn om in het kader van het **Vlaams humane-biomonitoringsprogramma** waarin aan de hand van metingen in o.a. bloed- en urinestalen de blootstelling van de mens aan chemische stoffen wordt nagegaan **gelijktijdig ook stalen worden genomen van bodem**, binnenhuisstof, ... in functie van het achterhalen van de relevante blootstellingsroutes. Met betrekking tot PFAS zijn er in het kader van het Vlaams Actieplan PFAS zulke acties opgenomen om zicht te krijgen op de gezondheidseffecten en het beperken van humane blootstelling aan PFAS. Via (1) het bundelen van bestaande informatie (meetresultaten van verschillende overheidsinstanties en milieu-inspectie) en (2) het **opzetten van geharmoniseerde monitoringprogramma's** in bodem, grondwater, waterbodem, oppervlaktewater, lucht en mens (HBM) en (3) een goede doorstroming en **visualisatie** van deze informatie kan enerzijds het voorkomen van (1) achtergrondgehalten, (2) diffuse verontreiniging alsook (3) de identificatie van bepaalde bronnen/oorzaken en (4) de verspreiding van deze parameters in het milieu en de rol die het milieu heeft op de humane blootstelling beter beoordeeld worden. Hiervoor dient wel een goede onderlinge afstemming van monitoringsmeetnetten te gebeuren.

In de OVAM-studie 'Diffuse bodemverontreiniging – inventarisatie van gegevensbronnen en plan van aanpak' (OVAM, 2020) werden alle gegevensbronnen over diffuse verontreiniging in Vlaanderen geïnventariseerd, waarbij ook de omvang en de impact van de problematiek wordt beschreven. Naast een uitgebreide opsomming en toelichting van primaire bronnen van diffuse verontreiniging werden tevens de verspreidingsroutes van de bron naar de bodem (o.a. atmosferische depositie, (afval)water, afspoeling of rechtstreekse toepassing van een stop op of in de bodem) samengevat. De primaire bronnen werden ingedeeld in 8 categorieën (transport, landbouw, infrastructuur en bouwmaterialen, huishoudens, industrie, energie, afval en overige). In deze studie werd eveneens aangegeven dat eens de stoffen op of in de (water)bodem zijn terechtgekomen ze kunnen uitloggen naar diepere bodemlagen of het grondwater, of ze zich verder kunnen verspreiden door bijvoorbeeld grondverzet, verwaaiing of afspoeling. Dit zijn de 'secundaire' bronnen.

Voor de verdere aanpak van diffuse bodemverontreiniging in Vlaanderen werden reeds onderstaande adviezen geformuleerd:

- 1 Inzicht verbeteren in relevante bronnen en parameters via:
 - betere data-ontsluiting van verschillende meetnetten nodig o.a. voor (water)bodem, grond- en oppervlaktewater en lucht (VMM), informatie uit technische verslagen van bodembeheerorganisaties, ...
 - meer controle en inventarisatie van hergebruik van materialen (bv. uitgebreider analysepakket op WZI-slib dat wordt toegepast op landbouwgronden, ...)
 - het opzetten van een bodemmonitoringsnetwerk

2 Het huidige bodembeleid is sterk gericht op risico-inrichtingen (Vlarebo-activiteit; hotspots), waardoor andere ‘onverdachte’ terreinen niet onderzocht worden:

- **Welke terreinen worden niet ondervangen in het bodemdecreet** (bv. openbaar domein, landbouwgronden, ...) waardoor er weinig gekend is over het voorkomen van diffuse bodemverontreiniging?
- Hoe zulke terreinen benaderen? Gebruiksadviezen mogelijk voor niet-Vlarebo gronden?

3 Sensibiliseren en informeren van burgers

Voor het **managen en prioriteren van diffuus verontreinigde bodems** zou gestart kunnen worden met het aanduiden van diffuus verontreinigde gronden via **‘modelleren’**. De informatie verzameld over de bronnen en verspreidingsroutes naar bodem in de OVAM-studie ‘Diffuse bodemverontreiniging – inventarisatie van gegevensbronnen en plan van aanpak’ (OVAM, 2020) kan gebruikt worden om de processen voor de ‘modellering’ in kaart te brengen. De informatie kan aangewend worden analoog aan hoe deze vandaag al ingezet wordt om emissies naar oppervlaktewater te modelleren (WEISS-model). Dit emissiemodel wordt o.a. gebruikt om het verband tussen gebruik en emissie naar oppervlaktewater in kaart te brengen en biedt een belangrijk instrument om het waterbeleid inzake prioritair stoffen te onderbouwen en te evalueren. Een voorbeeld is de studie ‘Geografische spreiding van gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in de landbouw: relatie tussen gebruik en emissie in oppervlaktewater’¹⁷. Met betrekking tot landbouwpercelen kan er gebruik gemaakt worden van de kennis betreffende de teelten om in te schatten welke emerging contaminants er eventueel in bepaalde regio’s meer of minder verwacht kunnen worden. Indien gewenst kan ook een score toegekend worden op basis van zowel locatie specifieke informatie van de onderzochte grond als de bredere ruimtelijke ligging zoals dit werd toegepast bij de waterbodemonderzoeker. Naar analogie met de ‘waterbodemonderzoeker’ wordt op basis van de scores duidelijk welke gemeentes/bepaalde gebieden/zones eerst onderzocht dienen te worden of waar de gebieden met hoogste risico op diffuse verontreiniging zich bevinden. Op basis van meetgegevens en kennis vergaard via nieuwe initiatieven rond een bepaald thema (bv. landbouwpercelen, lijntrajecten, ...) of uit monitoringsmeetnetten zou de kaart stelselmatig verfijnd kunnen worden. Dit alles zou ook kunnen resulteren in een kaart met aanduiding van diffuse gronden die toegankelijk gemaakt kan worden voor de gebruiker. Anderzijds kan deze informatie door beleidsmakers gehanteerd worden om een (preventie)beleid met betrekking tot opkomende verontreinigende stoffen uit te werken met als doel gezonde bodems, gezonde waterlopen en het beperken van blootstelling via onze omgeving. Wanneer de diffuus belaste gebieden gekend zijn, krijgt men gelijktijdig ook inzicht in de gebieden waar minder impact verwacht wordt en die gehanteerd kunnen worden voor de bepaling van achtergrondgehalten in de monitoringsmeetnetten.

Naast het analyseren van de ‘gekende’ stoffen in de monitoringsmeetnetten zou het interessant zijn om op regelmatige tijdstippen ook de emerging contaminants op te nemen. Een ‘non’ target screening zou stoffen die momenteel onder de ‘radar’ blijven aan de oppervlakte kunnen brengen.

¹⁷ <https://www.milieurapport.be/publicaties/2012/geografische-spreiding-van-gewasbeschermingsmiddelen-gebruikt-in-de-landbouw-relatie-tussen-gebruik-en-emissie-in-oppervlaktewater>

7 BESLUIT

Naast de perfluorverbindingen (PFAS) werden op de 50 onverdachte stalen uit de toplaag (0-20 cm) van Vlaamse bodems 52 andere parameters (emerging contaminants) geanalyseerd. Daar de focus van het onderzoek gericht was op het afleiden van streefwaarden voor PFAS, werd er bij de selectie van de staalnamelocaties wel geverifieerd dat er geen PFAS-bronnen aanwezig waren in de onmiddellijke omgeving, maar voor de overige parameters werd dit niet nagegaan. Voor deze 52 andere parameters was het doel van deze verkennende studie om na te gaan of ze al dan niet aanwezig zijn in 'niet-verontreinigde' of onverdachte bodems en of ze al dan niet verspreid of regionaal worden vastgesteld.

In dit deel worden 13 parameters – emerging contaminants – nader besproken. Dit zijn de parameters die frequent voorkomen, dit wil zeggen waarvoor concentraties boven de kwantificatielimiet werden gemeten en dit in minstens 9 van de 50 staalnamelocaties. Ook de PFAS precursor 6:2 FTS wordt in dit deel meegenomen. Voor deze parameter waren er onvoldoende metingen boven de kwantificatielimiet beschikbaar om een streefwaarde af te leiden (deel 2), maar hij werd wel in meer dan de helft van de 50 bodemstalen vastgesteld.

Voor deze 13 parameters werd nagegaan of er in het verleden reeds maatregelen en/of beleidsadviezen zijn opgelegd en/of er nood is aan nieuwe maatregelen/beleidsadviezen of een herhaling ervan. Op basis van deze verkennende studie is het niet mogelijk om voor een specifieke parameter gerichte maatregelen op te leggen. Wel worden een aantal suggesties geformuleerd m.b.t. een verbetering van de algemene aanpak met betrekking tot emerging contaminants zoals het onderstrepen van een nauwgezette opvolging van het hergebruik van allerhande bodem- en afvalstromen, het opzetten van geharmoniseerde monitoringsmeetnetten en een betere doorstroming, afstemming en visualisatie van informatie uit verschillende milieucompartimenten.

LITERATUURLIJST

Belpaire, C., Goemans, G. (2004). Monitoring en normering van milieugevaarlijke stoffen in paling: bruikbaarheid en relevantie voor het milieubeleid. *Water* 2004: 1-16.

Cousins, I.T., C.A. Staples & G.M. Klecka. (2002) A multimedia assessment of the environmental fate of bisphenol A. *Human and ecological Risk assessment* 8: 1107-1135.

Lahr, J. (2007). Nieuwe verontreinigingen in de bodem. Een verkennende literatuurstudie naar de mogelijke risico's van hormoonverstoorders en diergeneesmiddelen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1619.

Maes, J., Belpaire, C., Goemans, G., 2008. Spatial variations and temporal trends between 1994 and 2005 in polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and heavy metals in European eel (*Anguilla L.*) in Flanders, Belgium. *Environmental Pollution*, 153, 223-237.

Teunen L., Belpaire C., Dardenne F., Blust R., Covaci A. en Bervoets L. (19 maart 2020). Veldstudies naar monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2018 - Algemene trends en relaties - Finale versie

Vlaamse Milieumaatschappij (2012). Pesticiden in het grondwater in Vlaanderen. Vlaamse Milieumaatschappij. Aalst. 64 p.

Vlaamse Milieumaatschappij (2016). Kwaliteit van de waterbodem in 2015.

Vlaamse Milieumaatschappij (2017). Pesticiden 2015-2016.