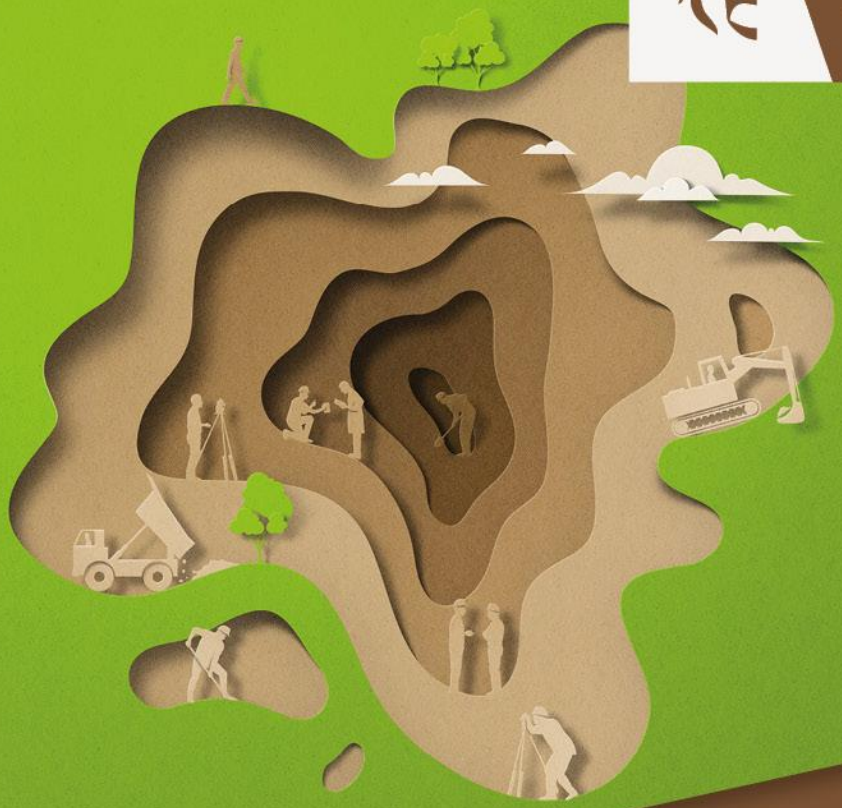
Vlaanderen
is materiaalbewust



VERKENNENDE MEETCAMPAGNE PESTICIDEN IN BODEM

SAMEN MAKEN WE MORGEN MOOIER

OVAM

OVAM.VLAANDEREN.BE

Verkennende meetcampagne pesticiden in bodem
Publicatiedatum: 19.10.2026

DOCUMENTBESCRIJVING

1 *Titel van publicatie:* Verkennende meetcampagne pesticiden in bodem

2 *Verantwoordelijke Uitgever:*
OVAM

3 *Wettelijk Depot nummer: D/2026/5024/38*

4 *Trefwoorden:*
Pesticiden, bodem, meetcampagne, bodemkwaliteit, milieumonitoring

5 *Samenvatting:* In deze studie werd met een meetcampagne het voorkomen van actuele en historische pesticiden en hun metabolieten in de Vlaamse bodem onderzocht. In totaal werden op 100 locaties bodemstalen genomen, voornamelijk uit de bovenste bodemlaag van 0–30 cm. De bemonstering omvatte een variatie aan landgebruikstypes. Naast de bepaling van bodemeigenschappen werden gerichte analysepakketten toegepast voor organochloorpesticiden (OCP's), glyfosaat/AMPA en brede screeningspakketten van 322 verschillende pesticiden. Op basis van de resultaten werden beleidsaanbevelingen voor monitoring en onderzoek geformuleerd.

6 *Aantal bladzijden: 106*

7 *Aantal tabellen en figuren: 18 figuren, 7 tabellen*

8 *Datum publicatie:*
19/10/2026

9 *Prijs*: /*

10 *Begeleidingsgroep en/of auteur:*
Auteurs: Ward Swinnen, Joni Dehaspe, Ilse Van Keer, Kaat Touchant, Ann Colles, Ingeborg Joris (VITO)
Begeleidingsgroep: Laetitia Six, Griet Van Gestel (OVAM)
Joost Salomez, Yenthe Smets, Karen Vancampenhout, Yanti Simanjuntak, Eva Bellemans, David Nuyttens, Barbara De Meyere, Maarten De Jonge, Barbara Manderyck, Griet Baert (stuurgroep)

11 *Contactpersonen: Griet Van Gestel, Laetitia Six*

12 *Andere titels over dit onderwerp: /*

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: ovam.vlaanderen.be

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUDSTAFEL

INHOUDstafel 4

Figuren 7

Tabellen 8

Lijst afkortingen 9

Samenvatting 10

Summary 12

1 Inleiding 14

1.1 Aanleiding voor deze opdracht 14

1.2 Doelstelling van de opdracht 15

2 Literatuurstudie 16

2.1 Afbakening en begrippenkader 16

2.2 Pesticidegebruik, verspreiding en gedrag in bodem 17

2.2.1 Toelatingen en beleid rond pesticidegebruik 17

2.2.2 Gebruik gewasbeschermingsmiddelen in Vlaanderen 18

2.2.3 Verspreidingsroutes 21

2.3 Bestaande monitoringsprogramma's pesticiden in bodem 25

2.3.1 Europese meetcampagnes 26

2.3.2 Monitoringprogramma's buiten de EU 27

2.3.3 Conclusies 27

2.4 Vlaamse Pesticidemonitoring in andere matrices 28

2.4.1 Voeding 28

2.4.2 Grondwater 29

2.4.3 Oppervlaktewater 29

2.4.4 Drinkwater 30

2.4.5 Waterbodems 32

2.4.6 Humane biomonitoring 32

2.4.7 Binnenmilieu – huisstof 33

2.4.8 Relevantie voor bodemmonitoring 33

2.5 Analytische mogelijkheden en beperkingen 34

2.5.1 Beschikbare analytische methoden 34

2.5.2 Rapportage- en bepalingsgrenzen 35

2.5.3 Analytische beperkingen en afweging tussen breedte en gevoeligheid 35

2.6 Synthese en Implicaties voor de Vlaamse meetcampagne 35

3 Methodologie 37

3.1 meetstrategie 37

3.1.1 Onderzoeksopzet en ruimtelijke afbakening 37

3.1.2 Rekrutering van deelnemers en strategie locatieselectie 38

3.1.3 Finale selectie van de staalnamelocaties 41
3.2 Staalnamemethodiek 42
3.2.1 Afwijkend protocol voor diepere bodemlagen en moestuinen 43
3.2.2 Uitvoering van de staalnamecampagne 43
3.2.3 Bevraging deelnemers 43
3.3 Analyse van de bodemstalen 44
3.3.1 Bodemeigenschappen 44
3.3.2 Semi-kwantitatieve screening met DART-MS 45
3.3.3 Selectie en toewijzing van de targetanalyses 46
3.4 Codering van de stalen 47
4 Resultaten 49
4.1 Bevraging deelnemers 49
4.2 Analyse bodemeigenschappen 50
4.2.1 Bodemtextuur 50
4.2.2 Andere bodemeigenschappen 51
4.3 Targetanalyses pesticiden 52
4.3.1 Organochloorpesticiden 52
4.3.2 Glyfosaat/AMPA 58
4.3.3 Brede screeningspakketten 59
4.3.4 Diepere bodemstalen 61
4.4 Semi-kwantitatieve screening met DART-MS 61
5 Discussie 62
5.1 Aanwezigheid pesticiden in bodem 62
5.2 Ruimtelijke variatie in pesticidenconcentraties 64
5.3 Toetsingswaarden pesticiden in bodem 64
5.3.1 Toetsing van de gemeten concentraties 65
5.4 Vergelijking met andere monitoringstudies 68
5.4.1 Bodem 68
5.4.2 Humane biomonitoring 70
5.4.3 Grond- en oppervlaktewater 71
5.5 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek 71
5.5.1 Algemene aandachtspunten voor vervolgmonitoring 71
5.5.2 Monitoring organochloorpesticiden 72
5.5.3 Andere pesticiden 73
5.5.4 Soil Monitoring Law 74
5.6 Beleidsimplicaties van pesticideresiduen in Vlaamse bodems 75
5.6.1 Grondverzet 76
5.6.2 Inzamelactie pesticiden 76
6 Conclusie 77
7 Bibliografie 79

8 Bijlagen 85
8.1 Bijlage 1: Veldformulier staalname 85
8.2 Bijlage 2: Samenstelling analysepakketten 87
8.2.1 Bodemeigenschappen 87
8.2.2 Analysepakketten pesticiden 87
8.3 Bijlage 3: analyseresultaten 98
8.4 Bijlage 4: Overzicht stoffen opgenomen in DART-MS bibliotheek 98

FIGUREN

Figuur 1: Geschatte gebruiksgegevens actieve stof in landbouwtoepassingen 2014-2024, opgesplitst per toepassingsgroep....19
Figuur 2: Bestemming van de benutte landbouwoppervlakte (cijfers 2024).....20
Figuur 3: Directe en diffuse verspreidingsroutes voor pesticiden in het milieu. 21
Figuur 4: Overzicht van het aantal studies per Europees land over pesticidenresiduen in bodem (situatie in 2022). 25
Figuur 5: Percentage van de meetplaatsen met overschrijdingen van pesticiden in oppervlaktewater voor de periode 2010-2022. Enkel de pesticiden die in minstens één meetjaar op meer dan 10% van de meetplaatsen een overschrijding vertonen, worden hier weergegeven. 31
Figuur 6: Mediane concentraties imidacloprid (a) en flufenacet (b) in oppervlaktewater in Vlaanderen (2013-2023).....32
Figuur 7: Overzicht van ruimtelijke spreiding van vier relevante teelten qua pesticideverbruik (zie sectie 2.2.2) in Vlaanderen (fruitteelt, aardappelen, maïs en groententeelt) volgens de dataset Landbouwgebruikspercelen 2025.....39
Figuur 8: Situering van het studiegebied, met detailkaarten van de gemeenten die deel uitmaken van de verschillende clusters. 40
Figuur 9: Overzicht van de verschillende landgebruikstypes op de staalnamelocaties. 42
Figuur 10: Schetsmatige weergave van het staalnamepatroon. Het zwarte vierkant geeft het proefvlak van 10 x 10 meter weer, de rode cirkels geven de negen deelstalen aan. 43
Figuur 11: Verdeling van de antwoorden op de bevraging van perceeleigenaars over het huidige of historische gebruik van pesticiden op het perceel (links, n = 79) en, voor de respondenten die dit specificeerden, het type pesticidegebruik (rechts, n = 45). 50
Figuur 12: Overzicht van de gemeten bodemtexturen voor alle geanalyseerde stalen volgens de classificatie van de Belgische bodemkaart, uitgesplitst per cluster. 51
Figuur 13: Overzicht van de gemeten concentraties organische stof (%) en organische koolstof (%) en de pH-waarden voor alle bodemstalen (n = 118). 52
Figuur 14: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor elk van de pesticiden opgenomen in het organochloorpesticiden-pakket voor alle stalen (a) en voor de maximumconcentratie per locatie (b). 54
Figuur 15: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor de verschillende isomeren van DDT, DDE en DDD en dieldrin, opgesplitst per brede landgebruikscategorie (ander ruimtegebruik, landbouw en tuinen). 55
Figuur 16: Concentraties som DDT/DDE/DDD (a) en dieldrin (b) boven de bepalingsgrens in mg/kg droge stof, opgesplitst volgens de landgebruikscategorie en cluster. 56
Figuur 17: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor de som organochloorpesticiden, opgesplitst volgens de afstand ten opzichte van landbouwgebruik. 58
Figuur 18: Boxplots van de gemeten concentraties boven de bepalingsgrens (in mg/kg ds) voor Glyfosaat en AMPA. 59

TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van het aantal staalnamelocaties per cluster en per landgebruikscategorie. 41
Tabel 2: Overzicht van de vragenlijst die aan alle deelnemers aan de meetcampagne bezorgd werd, inclusief een oplijsting van de antwoordmogelijkheden. 44
Tabel 3: Overzicht van de aantallen waarin de verschillende analysepakketten toegepast worden. 47
Tabel 4: Overzicht van de locaties waar één of meerdere werkzame stoffen uit de brede screeningspakketten boven de bepalingsgrens werden gemeten, inclusief de gemeten concentraties (in mg/kg droge stof).....60
Tabel 5: Toetsingswaarden som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin volgens Cornelis et al. (2014) 65
Tabel 6: Overzicht van de toetsing voor som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin voor de S-RISK scenario's met consumptie van eieren (zie tabel 5). De tabel geeft een overzicht van de gemeten concentraties (in mg/kg droge stof) en de gehanteerde toetsingswaarden (in mg/kg droge stof). 67
Tabel 7: Overzicht van de werkzame stoffen die in deze meetcampagne worden gemeten boven de bepalingsgrens, inclusief het aantal overschrijdingen van deze grens. Voor elk van deze stoffen wordt voor de verschillende Europese monitoringsstudies aangegeven of deze stoffen geanalyseerd werden maar niet aangetroffen werden (lichtgroen), gemeten werden boven de bepalingsgrens, maar niet in België (groen) of gemeten werden boven de bepalingsgrens op meetlocaties in België (donkergroen). 69

LIJST AFKORTINGEN

Afkorting	Betekenis
CAS	Chemical Abstracts Service (identificatienummer voor chemische stoffen)
CEC	Cation Exchange Capacity (kationenuitwisselingscapaciteit)
CMA	Compendium voor Monsterneming en Analyse
DART-MS	Direct Analysis in Real Time Mass Spectrometry
ECHA	European Chemicals Agency (Europees Agentschap voor chemische stoffen)
EFSA	European Food Safety Authority (Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid)
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
FLEHS	Flemish Environment and Health Study (Vlaams Humane-Biomonitoringprogramma)
GC-MS/MS	Gaschromatografie gekoppeld aan tandem-massaspectrometrie
HRMS	High-Resolution Mass Spectrometry (hogeresolutiemassaspectrometrie)
IPM	Integrated Pest Management (geïntegreerde gewasbescherming)
LC-MS/MS	Vloeistofchromatografie gekoppeld aan tandem-massaspectrometrie
LC-MS-TQ	Vloeistofchromatografie gekoppeld aan triple-quadrupoolmassaspectrometrie
LOQ	Limit of Quantification (bepalings- of kwantificatiegrens)
LUCAS	Land Use/Cover Area frame Survey
MRL	Maximum Residue Limit (maximale residulimiet)
NAPAN	Nationaal Actieplan voor de reductie van pesticiden
NUTS2	Nomenclature of Territorial Units for Statistics, niveau 2 (Europese statistische regio-indeling)
OCP	Organochloorpesticiden
PFAS	Per- en polyfluoralkylstoffen
S-RISK	Model voor de beoordeling van humane gezondheidsrisico's door bodemverontreiniging
SML	Soil Monitoring Law (Europese bodemmonitoringsrichtlijn)
VLAREBO	Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering en de Bodembescherming
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
WVG	Waarde vrij gebruik

SAMENVATTING

Pesticiden worden in Vlaanderen systematisch opgevolgd in onder meer voeding, oppervlaktewater en grondwater, maar voor de bodem ontbreekt momenteel een structureel en gebiedsdekkend monitoringsprogramma. Om deze kennislacune te verkleinen, voerde OVAM een verkennende meetcampagne uit naar pesticiden(residuen) in Vlaamse bodems. De studie had als doel een eerste beeld te verkrijgen van zowel het voorkomen als de concentratieniveaus van actuele en historische pesticiden en relevante metabolieten, mogelijke ruimtelijke patronen te identificeren en aanbevelingen te formuleren voor verdere monitoring en beleid.

In januari 2026 werden 100 locaties bemonsterd in drie regio's: centraal West-Vlaanderen, de Noorderkempen en Haspengouw. Binnen elke regio werd gestreefd naar een evenwichtige verdeling tussen verschillende landgebruikstypes. Naast landbouwpercelen werden onder meer particuliere tuinen, natuur, openbaar groen en recreatieterreinen opgenomen. In totaal werden 118 bodemstalen verzameld, inclusief afzonderlijke moestuin- en diepere stalen. De bodemeigenschappen werden bepaald op alle stalen en verschillende gerichte analysepakketten werden toegepast voor organochloorpesticiden (OCP's), glyfosaat/AMPA en een brede selectie van actuele pesticiden en metabolieten, steeds op een subselectie van de stalen. De staalname buiten het groeiseizoen was bewust gericht op residuen die langere tijd na toepassing in de bodem aanwezig blijven.

Over alle analyses heen werd in 52 van de 118 stalen (44,1%) minstens één pesticide of metaboliet boven de bepalingsgrens aangetroffen en in 32 stalen (27,1%) minstens twee. Hierbij dient aangegeven te worden dat een meting boven de bepalingsgrens enkel aangeeft dat de stof kwantitatief betrouwbaar bepaald kon worden in het staal, waardoor de detectiefrequentie dus sterk samenhangt met de meetnauwkeurigheid van het labo. Het beeld qua frequentie verschilt sterk tussen stofgroepen. Organochloorpesticiden werden relatief frequent aangetroffen: 37 van de 60 onderzochte stalen (61,7%) bevatten minstens één stof boven de bepalingsgrens, voornamelijk DDT en de afbraakproducten DDE en DDD, en dieldrin. De hoogste concentraties kwamen voor in particuliere tuinen. Op landbouwpercelen waren de concentraties doorgaans laag. Dit patroon wijst vooral op historische, perceelsgebonden belasting en bevestigt dat reeds lang verboden, maar persistente pesticiden nog steeds relevant zijn voor de Vlaamse bodemkwaliteit. Voor glyfosaat/AMPA werd AMPA in 13 van 62 stalen en glyfosaat in vier stalen boven de bepalingsgrens gemeten, wat het belang benadrukt om ook relevante metabolieten in bodemonderzoek op te nemen.

Ondanks het grote aantal verschillende pesticiden en relevante metabolieten die opgenomen zijn in de brede screeningspakketten (322 stoffen), werden slechts negen verschillende stoffen aangetroffen op acht locaties (op 93 van de 118 bodemstalen werd minstens één breed screeningspakket toegepast). Het merendeel van deze pesticiden werd dus niet gedetecteerd in de bemonsterde bodems. Daarbij moet worden opgemerkt dat veel actuele pesticiden relatief snel afbreken en dat de staalname plaatsvond in januari, buiten het groeiseizoen en dus ook buiten de voornaamste toepassingsperiode voor de meeste gewasbeschermingsmiddelen. De resultaten geven geen aanwijzing dat stoffen uit deze brede screeningspakketten zich in dezelfde mate ophopen in de bodemmatrix als persistente organochloorpesticiden. Gezien het verkennende karakter van de studie en

het eenmalige bemonsteringstijdstip laten de resultaten echter geen definitieve uitspraken toe over accumulatieprocessen.

Voor pesticiden bestaan momenteel geen algemene Vlaamse bodemsaneringsnormen voor het vaste deel van de aarde (wel voor grondwater). Een indicatieve toetsing van de OCP-concentraties aan eerder afgeleide risicogebaseerde toetsingswaarden voor particuliere tuinen gaf geen aanwijzing voor een risico-overschrijding. Wel overschreden zes stalen uit vier tuinen de risicogebaseerde referentiewaarde in scenario's waarin eieren van eigen kippen worden geconsumeerd. Zonder consumptie van eigen eieren werden geen overschrijdingen berekend. Deze resultaten wijzen op de mogelijke relevantie van de bodem–kip–ei-route op specifieke locaties voor organochloorpesticiden, maar onderbouwen geen algemene waarschuwing voor groenten of eieren uit Vlaamse tuinen.

De campagne is verkennend en laat geen statistisch representatieve uitspraken toe over alle Vlaamse bodems. Op basis van de bekomen resultaten kan voor vervolgonderzoek ingezet worden op bijkomende bodem- en ei-analyses om particuliere tuinen met kippen gerichter te onderzoeken op organochloorpesticiden. Gezien de relatief frequente detectie van organochloorpesticiden boven de bepalingsgrens in particuliere tuinen wordt geadviseerd om een ophaalactie voor uitgefaseerde pesticiden voor particulier gebruik uit te voeren, eventueel in combinatie met een versterking van de al bestaande communicatie-initiatieven in verband met gezonde bodems en gezond tuinieren (bv. "gezond uit eigen grond"). Indien meer inzicht in de dynamiek van de actuele pesticiden en metabolieten in bodem vereist is, zal een focus op de variatie in bodemconcentraties doorheen de tijd, eventueel in combinatie met de informatie uit de erkenningsdossiers, nuttiger zijn dan een uitbreiding van het aantal staalnamelocaties of een opschaling naar grotere studiegebieden. Een toekomstig monitoringsprogramma kan daarbij best werken met een vast kernpakket van prioritaire stoffen en metabolieten en een doordachte stratificatie naar landgebruik, regio en bodemtype. Voor persistente historische pesticiden is daarnaast aandacht aangewezen voor mogelijke hotspots, blootstellingsrisico's en de mogelijke verspreiding van residuen via grondverzet.

SUMMARY

In Flanders, pesticides are systematically monitored in several environmental and exposure media, including food, surface water and groundwater. However, a systematic and geographically comprehensive soil monitoring programme is currently lacking. To address this knowledge gap, OVAM conducted an exploratory monitoring campaign investigating pesticides and pesticide residues in Flemish soils. The study aimed to provide an initial overview of the occurrence and concentration levels of both current-use and legacy pesticides and relevant metabolites, identify potential spatial patterns, and formulate recommendations for future monitoring and policy.

In January 2026, soil samples were collected at 100 locations across three regions: central West Flanders, the Northern Campine region and Haspengouw. Within each region, a balanced distribution across different land-use types was pursued. In addition to agricultural fields, the sampling campaign included private gardens, natural areas, public green spaces and recreational sites. A total of 118 soil samples were collected, including separate samples from vegetable gardens and deeper soil layers. Soil properties were determined for all samples, while different targeted analytical packages were applied to subsets of samples to assess organochlorine pesticides (OCPs), glyphosate/AMPA, and a broad selection of current-use pesticides and metabolites. The sampling was deliberately conducted outside the growing season to focus on residues that remain present in soil for extended periods after application.

Across all analyses, at least one pesticide or metabolite was quantified above the limit of quantification (LOQ) in 52 of the 118 samples (44.1%), while at least two substances were quantified in 32 samples (27.1%). It should be emphasised that a concentration above the LOQ merely indicates that the substance could be reliably quantified in the sample. Consequently, detection frequencies are strongly influenced by the analytical sensitivity of the laboratory methods. The frequency of occurrence varied considerably between pesticide groups. Organochlorine pesticides were detected relatively frequently: 37 of the 60 analysed samples (61.7%) contained at least one substance above the LOQ, primarily DDT and its degradation products DDE and DDD, as well as dieldrin. The highest concentrations were observed in private gardens, whereas concentrations in agricultural fields were generally low. This pattern primarily suggests historical, site-specific contamination and confirms that persistent pesticides, despite having been banned for decades, remain relevant to soil quality in Flanders. Regarding glyphosate and AMPA, AMPA was quantified above the LOQ in 13 of the 62 analysed samples, while glyphosate was quantified in four samples. These findings highlight the importance of including relevant metabolites in soil investigations.

Despite the large number of pesticides and relevant metabolites included in the broad screening packages (322 substances), only nine different substances were detected at eight locations (at least one broad screening package was applied to 93 of the 118 soil samples). The vast majority of these pesticides were therefore not detected in the sampled soils. However, it should be noted that many current-use pesticides degrade relatively rapidly and that sampling took place in January, outside the growing season and therefore also outside the main application period for most plant protection products. The results provide no indication that substances included

in these broad screening packages accumulate in the soil matrix to the same extent as persistent organochlorine pesticides. Nevertheless, given the exploratory nature of the study and the single sampling period, the results do not allow definitive conclusions to be drawn regarding accumulation processes.

Currently, no general Flemish soil remediation standards have been established for pesticides in soil, although such standards exist for groundwater. An indicative assessment of OCP concentrations against previously derived risk-based screening values for private gardens did not indicate exceedances of risk-based thresholds under general garden-use scenarios. However, six samples from four gardens exceeded the risk-based screening value under exposure scenarios involving the consumption of home-produced eggs. No exceedances were calculated in scenarios without the consumption of home-produced eggs. These findings highlight the potential relevance of the soil–chicken–egg exposure pathway for organochlorine pesticides at specific locations, but do not justify a general warning against consuming vegetables or eggs produced in private gardens in Flanders.

The exploratory nature of this monitoring campaign does not allow statistically representative conclusions to be drawn for Flemish soils as a whole. Based on the results, future investigations could focus on additional soil and egg analyses to assess organochlorine pesticides more specifically in private gardens where chickens are kept. Given the relatively frequent occurrence of organochlorine pesticides above the LOQ in private gardens, it is recommended to organise a collection campaign for phased-out pesticides held by private households, potentially combined with strengthened communication initiatives on healthy soils and safe gardening practices, building on existing campaigns such as “Gezond uit eigen grond”. If a better understanding of the dynamics of current-use pesticides and their metabolites in soil is required, focusing on temporal variations in soil concentrations, potentially combined with information from pesticide authorisation dossiers, would be more informative than increasing the number of sampling locations or expanding the study to larger geographical areas. A future monitoring programme should preferably include a fixed core set of priority substances and metabolites, combined with a carefully designed stratification according to land use, region and soil type. For persistent legacy pesticides, additional attention should be given to potential contamination hotspots, exposure risks and the possible redistribution of residues through soil excavation and relocation.

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING VOOR DEZE OPDRACHT

Vlaanderen voert sinds 1995 een bodembeleid gericht op het voorkomen, inventariseren, beheren en saneren van bodemverontreiniging. Het huidige Bodemdecreet van 27 oktober 2006 vormt hiervoor het juridische kader. Dit beleid is in belangrijke mate opgebouwd rond verontreiniging die aan concrete gronden en bronnen kan worden gekoppeld. Diffuse bodemverontreiniging ontstaat daarentegen door verspreide bronnen en processen, zoals atmosferische depositie, verkeer, landbouwactiviteiten en overstromingen en kan daardoor grotere gebieden beïnvloeden, zonder dat één specifieke bron kan worden aangeduid. OVAM werkt aan een beleidskader voor diffuse bodemverontreiniging, waarbij het monitoren van de bodemkwaliteit en bodembescherming centraal staan. Dit beleidskader zal ook doorvertaald worden naar de bodemmonitoring in het kader van de recente Europese Soil Monitoring Law (Directive (EU) 2025/2360) (European Parliament and Council, 2025).

In 2021 liet OVAM de beschikbare gegevens en mogelijke bronnen van diffuse bodemverontreiniging in Vlaanderen inventariseren (Gorteman & Van Geert, 2021). Daarbij werden onder meer transport, infrastructuur, landbouw en bouwmaterialen als potentieel relevante diffuse bronnen geïdentificeerd. Omdat de beschikbare informatie slechts een eerste, hoofdzakelijk kwalitatieve inschatting toeliet, werd aanbevolen om de mogelijke impact verder te onderbouwen met gerichte meetcampagnes.

Pesticiden vormen een brede groep producten waartoe zowel gewasbeschermingsmiddelen als biociden behoren. Door hun gebruik in de land- en tuinbouw en in andere toepassingen, zoals tuinen en openbaar groen, kunnen gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten in de bodem terechtkomen. Dit kan rechtstreeks door toepassing op de gewassen, maar de verspreiding van pesticiden in het milieu kan ook gebeuren via onder meer drift, afspoeling en erosie en in specifieke gevallen eventueel atmosferische depositie. De aanwezigheid van pesticiden in de bodem wordt bepaald door de eigenschappen van de stof, de toepassingswijze, de bodem en de omgevingsomstandigheden. Persistente en sterk aan de bodem gebonden stoffen kunnen daarbij lange tijd na toepassing aanwezig blijven, terwijl andere stoffen snel kunnen afbreken (Gorteman & Van Geert, 2021; Joint Research Centre: Institute for Environment and Sustainability, 2015).

Het gebruik van pesticiden wordt op Europees, federaal en Vlaams niveau gereguleerd om de blootstelling van mens en milieu te beperken. Voor gewasbeschermingsmiddelen wordt het toelatingskader bepaald door EU-verordening 1107/2009. Werkzame stoffen worden op Europees niveau beoordeeld en goedgekeurd, terwijl op federaal niveau wordt bepaald welke gewasbeschermingsmiddelen in België mogen worden gebruikt en onder welke voorwaarden (European Parliament and Council, 2009b; Fytoweb, 2026e). Voor biociden geldt een afzonderlijk toelatingskader op basis van EU-verordening 528/2012 (European Parliament and Council, 2012).

Het "Decreet duurzaam pesticidegebruik" in het Vlaamse Gewest hanteert daarom een hiërarchie waarbij het voorkomen van pesticidengebruik vooropstaat, gevolgd door alternatieve bestrijdingsmethoden en, als

chemische bestrijding noodzakelijk is, het gebruik van middelen met zo weinig mogelijk risico voor mens en milieu. Het decreet laat bovendien toe om het gebruik van pesticiden voor bepaalde gebieden, activiteiten, doelgroepen of werkzame stoffen te verbieden of te beperken (Vlaamse Overheid, 2013). Voor professionele gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw geldt daarnaast de verplichting om geïntegreerde gewasbescherming (IPM) toe te passen, zoals vastgelegd in het besluit van de Vlaamse Regering van 5 december 2014 (Vlaamse Regering, 2014). In Vlaanderen geldt bovendien sinds 2015 een principieel verbod op pesticidengebruik door openbare diensten, behoudens specifieke afwijkingen. Ook binnen de beschermingszones rond grondwaterwinningen voor drinkwaterproductie gelden bijkomende beperkingen in onder meer waterwingebieden (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026e). Met het Strategisch Plan Waterbevoorrading 2026–2032 wordt daarnaast ingezet op een betere bescherming van oppervlaktewater dat voor drinkwaterproductie wordt gebruikt. Sinds mei 2026 gelden onder meer bijkomende beperkingen op het gebruik van bepaalde werkzame stoffen in oppervlaktewaterwingebieden West-Vlaanderen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026a).

De aanwezigheid van pesticiden wordt systematisch opgevolgd in onder meer voeding, oppervlakte- en grondwater (FAVV, 2024; Vlaamse Milieumaatschappij, 2026d). Voor de Vlaamse bodem zijn relatief weinig meetgegevens beschikbaar. Op Europees niveau zijn er bodemgegevens beschikbaar uit de LUCAS monitoring Soil Survey (Vieira et al., 2023), maar ondanks de grote steekproef in deze studie liggen slechts enkele meetlocaties in Vlaanderen. Ook verzamelt OVAM de resultaten van bodemonderzoeken in het Grondeninformatieregister, maar deze gegevens zijn in hoofdzaak gekoppeld aan risicogronden en verdachte activiteiten en vormen geen systematisch of representatief meetnet voor pesticiden in Vlaamse bodems. Om deze kennislacune te verkleinen en het bodembeleid verder te ondersteunen, voerde OVAM een verkennende meetcampagne naar pesticiden en pesticideresiduen in Vlaamse bodems uit.

1.2 DOELSTELLING VAN DE OPDRACHT

Vanuit deze achtergrond werd voor de opdracht de volgende doelstelling vooropgesteld: Het uitvoeren van een verkennende meetcampagne naar pesticiden in de bodem in Vlaanderen, om een globale inschatting van de omvang van de problematiek te kunnen maken, en een onderbouwing te geven voor een beleidsmatige aanpak van de eventuele milieutechnische risico's.

2 LITERATUURSTUDIE

2.1 AFBAKENING EN BEGRIPPENKADER

Deze studie onderzoekt het voorkomen van pesticiden in Vlaamse bodems met als doel om de stand van zaken qua pesticideconcentraties in de Vlaamse bodems in kaart te brengen en om stoffen te identificeren die relevant zijn voor verdere opvolging. Daarbij worden zowel actuele stoffen als stoffen die door historisch gebruik in de bodem teruggevonden kunnen worden beschouwd, alsook relevante afbraakproducten (metabolieten). De term pesticide wordt in dit rapport gebruikt als overkoepelende term voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Omdat de analyses en de beschrijving van verspreiding en gedrag betrekking hebben op de afzonderlijke chemische bestanddelen, wordt in het verdere rapport voornamelijk verwezen naar **werkzame stoffen** en, waar relevant, hun metabolieten. De werkzame stof is hierbij het chemische bestanddeel dat verantwoordelijk is voor de beoogde werking van het pesticide.

Samengevat worden binnen deze studie de volgende begrippen gehanteerd (in alfabetische volgorde):

- **Actuele stof**: stof die momenteel is toegelaten, recent werd gebruikt of op basis van actuele gebruiks-, verkoop- of toelatingsgegevens nog relevant is voor professionele of particuliere toepassingen in Vlaanderen (Fytoweb, 2026e).
- **Afbraakproduct of metaboliet**: relevante stof die ontstaat wanneer een werkzame stof of een ander pesticidebestanddeel door fysische, chemische of biologische processen wordt omgezet of afgebroken. Sommige metabolieten kunnen mobieler, persistenter of toxicologisch relevanter zijn voor de bodemkwaliteit dan de uitgangsstof (Carvalho et al., 2025). Afbraakproducten kunnen worden onderverdeeld in relevante of niet-relevante stoffen.
- **Biocide**: product dat schadelijke organismen bestrijdt buiten de primaire context van gewasbescherming en omvat bijvoorbeeld desinfectiemiddelen, insecticiden voor huishoudelijk gebruik, rodenticiden en houtbeschermingsmiddelen (Agentschap Landbouw & Visserij, 2026; European Parliament and Council, 2012; FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, 2026b).
- **Diffuse bodemverontreiniging**: bodemverontreiniging die niet eenduidig aan één lokale puntbron kan worden toegeschreven en die zich over een groter gebied kan voordoen. Voor pesticiden kan dit onder meer samenhangen met verspreiding buiten het toepassingsgebied en met residuen van historisch gebruik (Gorteman & Van Geert, 2021).
- **Gewasbeschermingsmiddel**: product dat wordt gebruikt om planten of plantaardige producten te beschermen tegen schadelijke organismen of ongewenste plantengroei. Het product bevat één of meer werkzame stoffen en doorgaans ook co-formulanten of andere hulpstoffen (European Parliament and Council, 2009b; FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, 2026b; Fytoweb, 2026c).
- **Historisch gebruikte of verboden stof**: stof waarvan het gebruik niet langer is toegelaten of sterk werd beperkt, maar die door haar persistentie nog lange tijd na toepassing in de bodem kan worden

aangetroffen. Dit kunnen bijvoorbeeld oudere generaties bestrijdingsmiddelen zijn die traag afbreken of sterk aan bodemdeeltjes gebonden blijven (McGinley et al., 2023).

- **Niet-relevante metaboliet**: afbraakproduct van werkzame stof of ander pesticidebestanddeel dat volgens een beoordelingskader niet voldoet aan de criteria om als relevant te worden beschouwd (European Commission, 2021).
- **Pesticide**: overkoepelende term voor producten en stoffen die worden gebruikt om ongewenste of schadelijke organismen te bestrijden. Pesticiden omvatten zowel gewasbeschermingsmiddelen als biociden.
- **Pesticideresidu**: Restanten van pesticiden die na toepassing of verspreiding aanwezig blijven in de bodem. Deze stoffen omvatten zowel resterende werkzame stoffen als relevante afbraakproducten en metabolieten. In de voedselveiligheidscontext wordt de term “pesticideresidu” vaak gebruikt voor restanten van gewasbeschermingsmiddelen die achterblijven in of op voedsel, waarbij maximale residulimieten worden vastgelegd (FAVV, 2019).
- **Relevante metaboliet**: afbraakproduct van werkzame stof of ander pesticidebestanddeel waarvoor er reden is om aan te nemen dat het vergelijkbare biologische activiteit heeft als de werkzame stof, of dat het ernstige toxicologische eigenschappen heeft. Zulke metabolieten worden in de beoordeling behandeld alsof ze vergelijkbaar belangrijk zijn als de oorspronkelijke werkzame stof.
- **Werkzame stof**: het actieve bestanddeel van een gewasbeschermingsmiddel of biocide dat verantwoordelijk is voor de beoogde werking, bijvoorbeeld onkruidbestrijding of insectenbestrijding. Werkzame stoffen vormen de basis voor toelatingsprocedures en risicobeoordeling.

2.2 PESTICIDEGEBRUIK, VERSPREIDING EN GEDRAG IN BODEM

Pesticiden kunnen via directe toepassing of via diffuse verspreiding op de bodem terechtkomen (McGinley et al., 2023). De aanwezigheid van bepaalde werkzame stoffen in de bodem wordt vervolgens bepaald door een combinatie van actueel en historisch pesticidegebruik, en processen in de bodem, zoals adsorptie en omzetting (Mackay et al., 2006; McGinley et al., 2023). Dit hoofdstuk bespreekt achtereenvolgens het pesticidegebruik in Vlaanderen en gaat kort in op de toelatingen en het algemene beleid, de verspreidingsroutes in het milieu en de verschillende relevante bodemprocessen.

2.2.1 Toelatingen en beleid rond pesticidegebruik

De toelating van gewasbeschermingsmiddelen verloopt volgens een tweeledig Europees en nationaal systeem. Werkzame stoffen worden op Europees niveau beoordeeld en goedgekeurd volgens Verordening (EG) nr. 1107/2009 (European Parliament and Council, 2009b). EFSA voert daarbij, samen met de lidstaten, de wetenschappelijke risicobeoordeling uit, waarna de Europese Commissie beslist over de goedkeuring van de werkzame stof. Hierbij worden onder meer mogelijke effecten op mens en milieu en het gedrag van de stof in het milieu beoordeeld. Vervolgens worden de commerciële gewasbeschermingsmiddelen die deze werkzame stoffen bevatten op het niveau van de lidstaten toegelaten. In België gebeurt dit op federaal niveau. Hierbij wordt onder meer rekening gehouden met de specifieke toepassing en risico's voor mens en milieu. Alleen producten met op Europees niveau goedgekeurde werkzame stoffen kunnen worden toegelaten. De lijst van goedgekeurde en toegelaten stoffen is niet statisch. Nieuwe werkzame stoffen kunnen worden goedgekeurd,

terwijl bestaande goedkeuringen kunnen worden herzien, niet verlengd of aan bijkomende beperkingen worden onderworpen. Als orde van grootte waren in de EU in 2023 ongeveer 450 werkzame stoffen goedgekeurd voor gebruik in gewasbeschermingsmiddelen. Voor België bevatte Fytoweb ongeveer 200 werkzame stoffen in de toegelaten producten in dat jaar (Fytoweb, 2026b). Voor biociden beheert het European Chemicals Agency (ECHA) een register van de toegelaten actieve stoffen (momenteel 945 verschillende stoffen) voor gebruik binnen de Europese Unie (Biocidal Active Substances database) (ECHA, 2026).

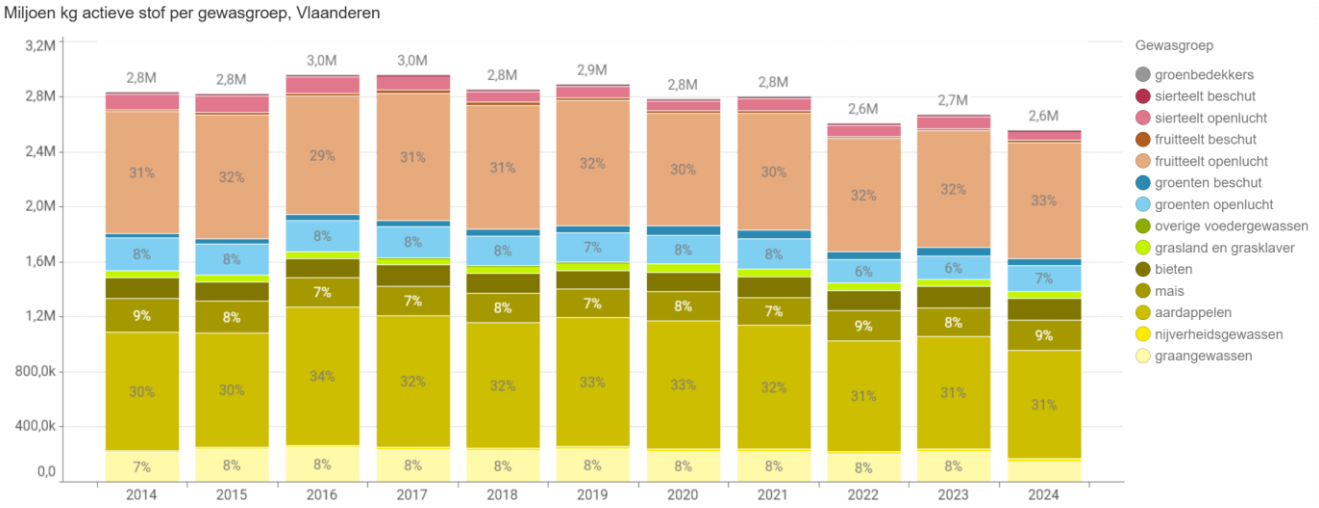
Het beleid rond pesticidegebruik wordt zowel op Europees als op Vlaams niveau gestuurd door maatregelen gericht op een duurzamer gebruik en een vermindering van de risico's voor mens en milieu. Binnen de Europese Farm-to-Fork-strategie werd in 2020 als niet-bindende doelstelling vooropgesteld om tegen 2030 het gebruik en risico van chemische pesticiden met 50% te verminderen en het gebruik van de meest gevaarlijke pesticiden eveneens met 50% terug te dringen. Een voorstel om deze doelstellingen via de Sustainable Use Regulation juridisch verder te verankeren, werd in november 2023 door het Europees Parlement verworpen en in 2024 door de Europese Commissie ingetrokken. De bestaande Richtlijn 2009/128/EG inzake duurzaam pesticidegebruik blijft daardoor van kracht (European Parliament and Council, 2009a). Deze richtlijn bepaalt onder andere ook dat alle professionele gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen geïntegreerde gewasbescherming (IPM) dienen toe te passen.

In België wordt deze richtlijn uitgevoerd via het Nationaal Actieplan voor de reductie van pesticiden (NAPAN), waarvan het Vlaams Actieplan Duurzaam Pesticidengebruik 2023–2027 deel uitmaakt. Dit actieplan richt zich onder meer op het verminderen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en het beperken van de blootstelling eraan van mens en milieu. Deze evolutie wordt onder meer opgevolgd aan de hand van twee geharmoniseerde Europese risico-indicatoren. De eerste indicator (HRI1) is gebaseerd op de verkochte hoeveelheden werkzame stoffen, gewogen volgens hun risicoprofiel, terwijl de tweede indicator (HRI2) rekening houdt met het aantal verleende noodtoelatingen (Fytoweb, 2026a). Op Vlaams niveau wordt HRI1 ook berekend op basis van gegevens uit het Landbouwmonitoringsnetwerk. Deze indicator vertoont sinds 2017 een duidelijke dalende trend en lag in 2024 ongeveer 65% lager dan tijdens de referentieperiode 2011–2013 (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026a). In Vlaanderen geldt daarnaast sinds 1 januari 2015 een principieel verbod op pesticidegebruik door openbare diensten, met beperkte afwijkingen wanneer geen afdoende niet-chemische bestrijdingsmethode beschikbaar is of voor specifieke probleemterreinen. Naast regelgeving wordt ingezet op sensibilisering, onder meer via de campagne van de Vlaamse Milieumaatschappij "Zonder is Gezonder" (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026f), die burgers en lokale overheden stimuleert om pesticidegebruik te vermijden of te verminderen.

2.2.2 Gebruik gewasbeschermingsmiddelen in Vlaanderen

Gewasbeschermingsmiddelen kennen een brede waaier aan toepassingen in verschillende sectoren (landbouw, groenbeheer, infrastructuur, …) en kunnen zowel professioneel als particulier gebruikt worden. Gewasbeschermingsmiddelen in de land- en tuinbouw vormen daarbij de belangrijkste toepassing met een directe impact op de bodem in Vlaanderen. De Vlaamse land- en tuinbouw gebruikte in 2024 naar schatting 2,6 miljoen kg werkzame stof aan gewasbeschermingsmiddelen (**Error! Reference source not found.**). Van de totale hoeveelheid werkzame stof bestonden gewasbeschermingsmiddelen in 2024 voor 42% uit fungiciden, 32% uit

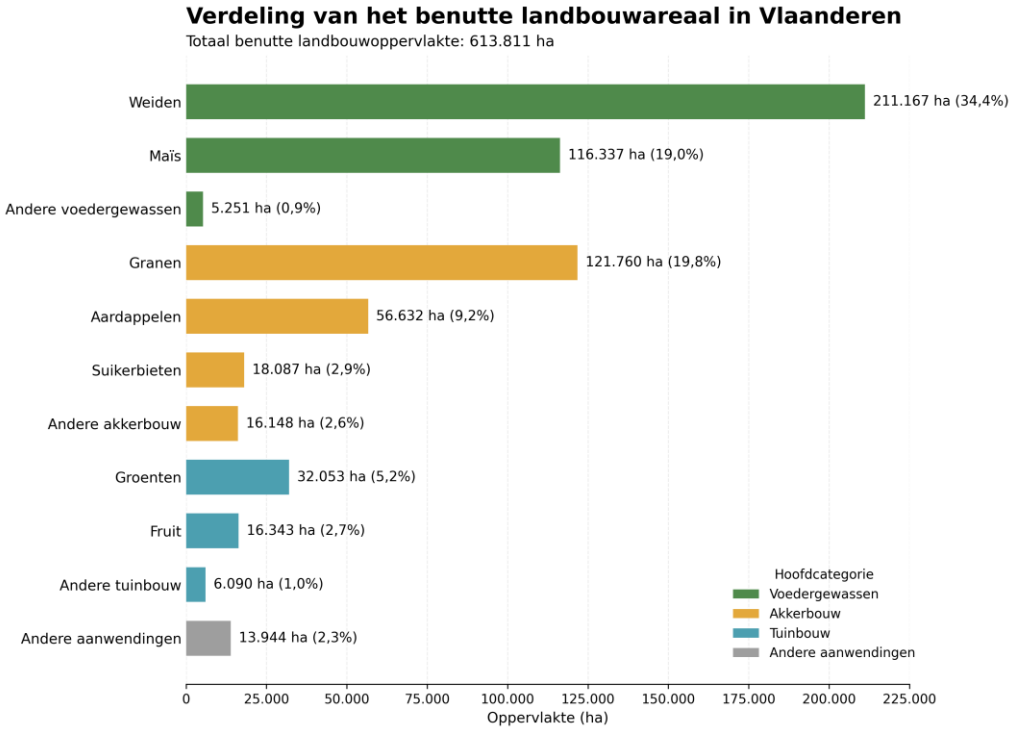
herbiciden, 8% uit insecticiden en 19% uit overige gewasbeschermingsmiddelen, zoals groeiregulatoren, afweermiddelen en bewaarmiddelen (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026c). Sommige van deze middelen worden professioneel ook buiten de landbouw (bv. door tuinaannemers) gebruikt.



Figuur 1: Geschatte gebruiksgegevens actieve stof in landbouwtoepassingen 2014-2024, opgesplitst per toepassingsgroep (bron: (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026c).

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is teelt- en areaalafhankelijk. Zo wordt 33% van de totale hoeveelheid actieve stof toegepast in fruitteelt in openlucht en 31% in aardappelen (cijfers 2024). Daarna volgen maïs (9%), groenten in openlucht (7%), bieten (6%) en graangewassen (5%). Uit het Landbouwmonitoringsnetwerk (LMN) blijkt bovendien dat in 2024 het gemiddelde gebruik van gewasbeschermingsmiddelen het hoogst lag bij de teelt van peren, met 69 kg actieve stof per hectare. Daarna volgden de teelt van appelen met 42 kg actieve stof per hectare, beschutte tomatenteelt met 17 kg/ha (30%) en bewaaraardappelen met 13 kg/ha (5%). Voor de overige gewassen lag het gemiddelde gebruik lager (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026c).

Het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen per gewasgroep hangt naast het verbruik per hectare uiteraard ook af van het totale areaal in Vlaanderen. Figuur 2 geeft voor de belangrijkste teelten weer welk areaal zij innamen in 2024. Hieruit blijkt dat 54,3% van het totale benutte landbouwareaal gebruikt werd voor voedergewassen, hetgeen het belangrijke aandeel van de veeteelt in de Vlaamse landbouw illustreert. De tweede belangrijkste groep bestaat uit de akkerbouw (34,5%) die grotendeels bestaat uit granen en aardappelen en in mindere mate suikerbieten. Tenslotte neemt tuinbouw 8,9% van het benutte areaal in beslag, waarbij groenten en fruit de voornaamste twee teeltgroepen vertegenwoordigen (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026b).



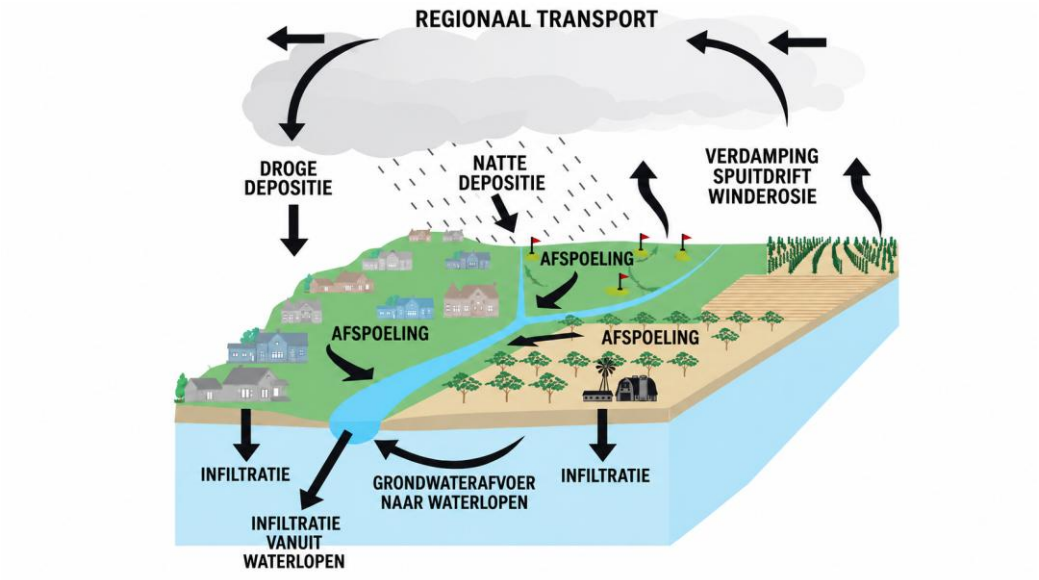
Figuur 2: Bestemming van de benutte landbouwoppervlakte (cijfers 2024). Bron: Agentschap Landbouw en Zeevisserij op basis van Statbel (Agentschap Landbouw & Zeevisserij, 2026b).

Ook particulieren gebruiken gewasbeschermingsmiddelen, voornamelijk voor het beheer van (moes)tuinen, gazons en verhardingen. Daarbij gelden enkele belangrijke beperkingen. Slechts een beperkt aantal producten zijn toegelaten voor niet-professioneel gebruik. Zo zijn bijvoorbeeld sinds oktober 2018 herbiciden, waaronder middelen op basis van glyfosaat, niet meer toegelaten voor particulier gebruik (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026f). Professionele gebruikers met fytolicentie mogen wel nog professioneel erkende herbiciden gebruiken in bijvoorbeeld particuliere tuinen. Hoewel dit volume werkzame stof dat door particulieren wordt toegepast naar schatting kleiner is dan het professioneel gebruikte volume, kan het door de verspreide toepassing in woon- en tuingebieden relevant zijn voor de belasting van bodems. Het gebruik door particulieren is de voorbije jaren duidelijk afgenomen: volgens de Vlaamse Milieumaatschappij daalde het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen door particulieren tussen 2011 en 2019 met 59% (Vlaamse Milieumaatschappij,

2022). Uit enquêtes die de afgelopen jaren werden uitgevoerd door de Vlaamse Milieumaatschappij (2017) en het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (2025) blijkt echter wel dat bij particulier pesticidegebruik de voorwaarden voor een correcte toepassing (juiste dosering, persoonlijke beschermingsmiddelen, correct verwerken van de verpakkingen) niet altijd gevolgd worden (FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, 2025; Vlaamse Milieumaatschappij, 2017).

2.2.3 Verspreidingsroutes

Pesticiden kunnen rechtstreeks op of in de bodem worden toegepast, of daar indirect (diffuus) terechtkomen via afspoeling van behandelde gewassen, toepassing van plantenresten als bodemverbeteraar of verspreiding buiten het toepassingsgebied door middel van verdamping of drift. Daarnaast zijn ook de belangrijkste verspreidingsroutes naar oppervlakte- en grondwater diffuus van aard (figuur 3) (Majewski & Capel, 1995). In de volgende paragrafen worden de belangrijkste processen voor de verspreiding van pesticiden in het milieu kort besproken.



Figuur 3: Directe en diffuse verspreidingsroutes voor pesticiden in het milieu. Bron: aangepast vanuit (Majewski & Capel, 1995).

2.2.3.1 Spuitdrift, verdamping en atmosferische depositie

Bij spuitdrift (spray drift) kan een deel van de actieve stof tijdens de toepassing door de wind buiten het behandelde gebied (de doelzone) worden getransporteerd en neerslaan op omliggende percelen of in waterlopen (De Schampheleire et al., 2007). Belangrijke factoren zijn onder meer de druppelgrootte, de spuithoogte, windsnelheid en windrichting, gewashoogte en de aanwezigheid van driftreducerende technieken en bufferzones (van de Zande et al., 2008). Fijnere druppels blijven langer in de lucht en hebben daardoor een grotere kans om verder buiten het doelgebied terecht te komen, terwijl grovere druppels en een lagere spuithoogte doorgaans bijdragen aan een lagere driftgevoeligheid (Nuyttens et al., 2009). In Vlaanderen is het

vanaf 1 januari 2026 verplicht om 90% driftreductie toe te passen op perceelsniveau. Bijvoorbeeld door het gebruik van driftreducerende spuitdoppen, maar ook door het gebruik van een geavanceerd spuittoestel. Federaal geldt er een minimumreductie van 75%.

Naast drift van gesproeide druppels kan ook drift optreden via verdamping (volatilisatie) van het pesticide en het daaropvolgende transport van dampen. Dit proces kan zich nog geruime tijd na de toepassing voordoen en wordt in belangrijke mate bepaald door de weersomstandigheden en de dampdruk van het gebruikte pesticide (Debler et al., 2024). Drift kan daardoor leiden tot droge of natte depositie van werkzame stoffen buiten het toepassingsgebied (Deneer & Kruijne, 2010; Köthe et al., 2023). Daarbij kunnen werkzame stoffen neerslaan op de bodem of vegetatie, of in opgeloste vorm voorkomen in neerslag (regen, mist, …). De mate waarin drift en depositie optreden, wordt bepaald door een combinatie van omgevingsfactoren en de fysisch-chemische eigenschappen van de werkzame stof.

De ruimtelijke reikwijdte verschilt tussen directe drift en secundaire verspreiding via de lucht. Bij neerwaartse bespuitingen met een veldspuit, zoals bij veel toepassingen in de akkerbouw of op grasland, neemt de depositie door spuitdrift sterk af met de afstand tot de perceelsrand. Deze afname kan worden beschreven door bijvoorbeeld de Ganzelmeier-curves (Ganzelmeier et al., 1995; Rautmann et al.). Deze vorm van drift neemt sterk af in de eerste meters naast het toepassingsgebied en is relevant tot enkele tientallen meters ver. Dit wijst erop dat de directe depositie door spuitdrift bij veldspuiten vooral binnen de eerste meters tot tientallen meters relevant is (van de Zande et al., 2017). Onderzoek geeft aan dat de blootstelling aan drift aanzienlijk kan worden beperkt door driftreducerende technieken (van de Zande et al., 2017).

Verspreiding na volatilisatie kan langer aanhouden en over grotere afstanden plaatsvinden dan directe spuitdrift. In een studie in Nederland werden de luchtconcentraties van pesticiden gemonitord in de dagen na actief gebruik. Hierbij bleken de concentraties af te nemen met de afstand, maar waren de buitenluchtconcentraties bij woningen binnen 250 m doorgaans vijf- tot tienmaal hoger dan bij controlewoningen op meer dan 500 m van landbouwgrond. De ruimtelijke afstand waarop volatilisatie nog invloed heeft, is sterk stofspecifiek en wordt onder meer bepaald door de stofeigenschappen en meteorologische omstandigheden. Daarnaast vonden de auteurs dat de concentraties 5 tot 10 maal hoger lagen tijdens periodes van gebruik in vergelijking met periodes zonder gebruik (Figueiredo et al., 2021).

2.2.3.2 Run-off/erosie en transport via stof.

Pesticiden kunnen ook buiten het doelgebied terecht komen via oppervlakkig transport in de opgeloste (run-off) en vaste fase (erosie). Run-off vormt zo bijvoorbeeld een relevante transportroute naar het oppervlaktewater en speelt voornamelijk een rol wanneer de neerslagintensiteit groter is dan de infiltratiecapaciteit van de bodem of wanneer de bodem verzadigd is. Hierdoor worden de stoffen die opgelost zijn in het afstromende water meegevoerd (McGinley et al., 2023; Navarro et al., 2024). Daarnaast kunnen pesticiden ook getransporteerd worden door de erosie van met pesticiden beladen bodemdeeltjes en organisch materiaal (McGinley et al., 2023). Hierbij kan het transport zowel plaatsvinden onder de vorm van watererosie, waarbij het afspoelende water een zekere fractie aan bodemdeeltjes bevat, als winderosie, waarbij het opwervelen van stof tot verdere verspreiding leidt via atmosferisch transport. Beide erosieprocessen hebben

hun eigen dynamiek en worden sterk beïnvloed door de landschapsinrichting, bodemeigenschappen en het weer (Adriaanse et al., 2017).

2.2.3.3 Adsorptie en uitloging

De mate waarin een werkzame stof aan bodemdeeltjes wordt geadsorbeerd of opgelost aanwezig blijft in het bodemvocht, is bepalend voor de mobiliteit en het verdere transport van de stof in de bodem. De effectieve adsorptie wordt bepaald door zowel de eigenschappen van de stof als de bodemeigenschappen, waaronder pH, organische-stofgehalte, kationenuitwisselingscapaciteit (CEC) en bodemtextuur (McGinley et al., 2023). Stoffen met een laag adsorberend vermogen en bijgevolg een relatief hoge mobiliteit kunnen met infiltrerend regen- of irrigatiewater naar diepere bodemlagen en uiteindelijk het freatische grondwater uitlogen. Dit proces is vooral relevant voor stoffen en metabolieten die naast mobiel ook voldoende persistent zijn om gedurende langere tijd in het bodemwater aanwezig te blijven (McGinley et al., 2023). Sterk adsorberende stoffen zijn daarentegen doorgaans minder gevoelig voor uitloging en blijven voornamelijk gebonden aan de vaste bodemfase. Hierdoor kunnen ze, zeker bij herhaaldelijk gebruik en een hoge persistentie, accumuleren in de bovenste bodemlaag. Voor dergelijke stoffen kunnen erosie en verwaaiing van bodemdeeltjes bovendien relevante transportroutes vormen. Door deze combinatie van sterke adsorptie en persistentie kunnen ook pesticiden die al lange tijd niet meer worden gebruikt of verboden zijn nog steeds in de bodem worden aangetroffen. Een bekend voorbeeld hiervan is DDT, samen met de afbraakproducten DDE en DDD (Carvalho et al., 2025).

2.2.3.4 Omzetting en persistentie

Omzetting van werkzame stoffen kan in de bodem plaatsvinden via verschillende processen zoals microbiële omzetting, oxidatie-reductiereacties en andere transformatieprocessen (US EPA, 2026). In technische en regelgevende context wordt er hierbij een onderscheid gemaakt tussen relevante en niet-relevante metabolieten. Bepaalde relevante metabolieten kunnen net als het moederproduct persistent, mobiel of toxicologisch relevant zijn (Carvalho et al., 2025). Een voorbeeld hiervan is glyfosaat en zijn relevant metaboliet AMPA. Een ander voorbeeld van een relevant metaboliet is 1,2,4-triazool, dat het afbraakproduct vormt van verschillende fungiciden (Carvalho et al., 2025).

De tijdsperiode waarin de toegepaste pesticiden en eventuele metabolieten aanwezig blijven in het bodemprofiel wordt in grote mate bepaald door de persistentie van het pesticide. Een hoge persistentie betekent dat het pesticide traag afbreekt en daardoor lang aanwezig blijft in de bodem. Een persistente stof kan langer beschikbaar blijven voor opname door organismen of voor transport naar andere milieucompartimenten. Dat verhoogt de kans op langdurige blootstelling van organismen, accumulatie in de bodem of uitloging naar het grondwater. Daarom wordt persistentie meegenomen in de milieubeoordeling van de onderzochte stoffen (EFSA, 2017). Ook biociden zijn onderworpen aan een beoordeling van hun risico's voor mens en milieu. Op Europees niveau wordt dit geregeld via de EU-verordening nr. 528/2012, waarbij werkzame stoffen onder meer worden beoordeeld op hun persistentie, bio-accumulatie en ecotoxiciteit. Stoffen die persistent, bio-accumulerend en toxisch (PBT) of zeer persistent en zeer bio-accumulerend (vPvB) zijn, komen in principe niet in aanmerking voor goedkeuring (European Parliament and Council, 2012). Op Belgisch niveau staat de FOD

Volksgezondheid in voor de nationale toelating van biociden, waarbij onder meer de werkzaamheid en de risico's van het product voor mens en milieu worden beoordeeld (FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, 2026a). Persistente en zeer persistente stoffen kunnen decennia na een verbod op productie of de beëindiging van het gebruik nog in het milieu worden aangetroffen en worden daarom vaak aangeduid als “legacy pesticides” (“historische pesticiden”). De effectieve persistentie in bodems is echter variabel, omdat het proces van afbraak beïnvloed kan worden door omgevingsfactoren zoals de temperatuur, de pH, het organische stofgehalte van de bodem of het vochtgehalte. Daarnaast is het mogelijk dat de persistentie sterk varieert tussen oxische en anoxische omstandigheden en tussen het origineel toegepaste pesticide en eventuele relevante metabolieten (Knuth et al., 2024).

Voor de interpretatie van bodemmetingen zijn zowel de mobiliteit als de persistentie van een stof van belang. Deze eigenschappen bepalen in belangrijke mate het gedrag van stoffen in de bodem. Mobiele stoffen kunnen uitlogen naar diepere bodemlagen of het grondwater, terwijl sterk aan bodemdeeltjes geadsorbeerde stoffen voornamelijk in de bodemtoplaag achterblijven. Of dergelijke stoffen daar effectief accumuleren, hangt echter af van hun persistentie. Persistente stoffen breken slechts langzaam af en kunnen daardoor gedurende langere tijd in de bodem aanwezig blijven. Knuth et al. (2024) vonden in een studie op Europese landbouwbodems dat slechts 21% van de aangetroffen residuen kon worden gekoppeld aan toepassingen tijdens hetzelfde jaar als de bemonstering. Dit wijst erop dat informatie over historische toepassingen, aanvoer van buitenaf, persistentie of onbekende bronnen belangrijk kunnen zijn bij de interpretatie van bodemmetingen (Knuth et al., 2024). Naast het effect van omzettings- en adsorptieprocessen op de aanwezige concentratie in zijn geheel, zijn deze processen ook van belang voor de verticale verdeling van de stof in het bodemprofiel, aangezien ze bepalen of een stof de mogelijkheid heeft om bijvoorbeeld uit te logen naar diepere bodemhorizonten of zelfs naar het grondwater (Ockleford et al., 2017).

2.2.3.5 Biociden

Biociden kennen een brede waaier aan toepassingen, waaronder ontsmettingsmiddelen, insecticiden/rodenticiden voor ongediertebestrijding en conserveringsmiddelen voor de bescherming van hout, en andere bouwmaterialen. De verspreiding van deze stoffen naar de bodem is daardoor gekoppeld aan een brede waaier aan activiteiten. Een belangrijke verspreidingsroute is de afspoeling van biociden uit behandelde materialen. Zo worden biociden toegevoegd aan bijvoorbeeld pleisterlagen of andere bouwmaterialen om de groei van algen, schimmels en bacteriën tegen te gaan. Onder invloed van neerslag kunnen deze stoffen in de omliggende bodem infiltreren (Barbero-López et al., 2021; Bollmann et al., 2017). Door de herhaalde vrijstelling bij neerslag kunnen bepaalde biociden bovendien langdurig in de bodem aanwezig blijven, ook wanneer hun intrinsieke persistentie relatief beperkt is (Bollmann et al., 2017).

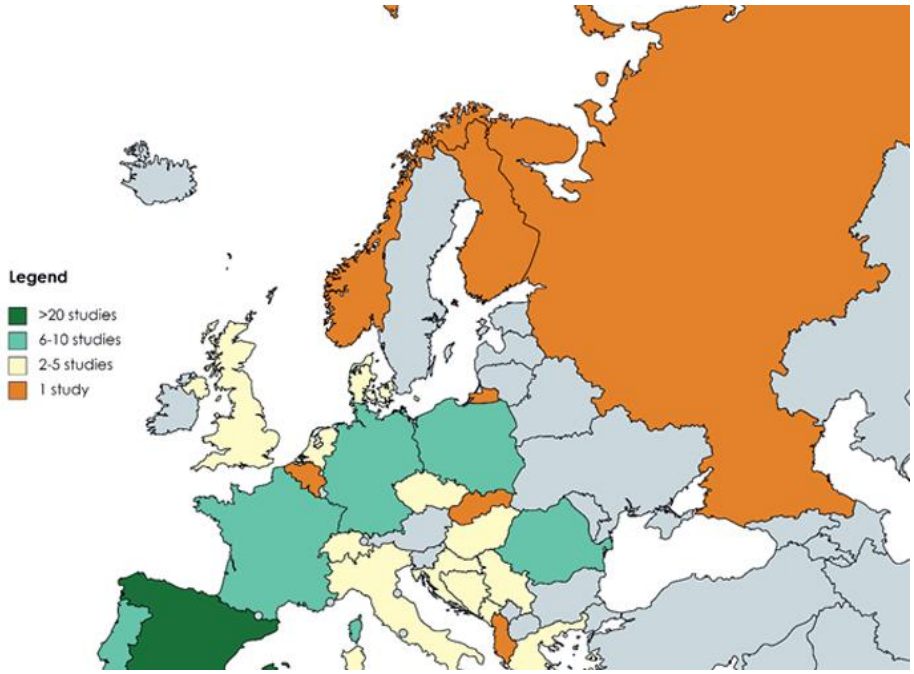
Daarnaast kunnen biociden rechtstreeks in de bodem terechtkomen door toepassingen voor de bestrijding van ongewenste organismen, bijvoorbeeld bij het gebruik van insecticiden in en rond gebouwen. In landbouwgebieden vormt het gebruik van biociden in de veehouderij een bijkomende potentiële bron. Ontsmettingsmiddelen die worden toegepast in bijvoorbeeld stallen kunnen via dierlijke mest op landbouwbodems worden verspreid (Wohde et al., 2016). Ook de toepassing van zuiveringsslib op landbouwbodems wordt in de internationale literatuur als een potentiële emissieroute beschreven (Assoumani

et al., 2024; Singh et al., 2026). Voor Vlaanderen is deze route echter minder relevant, aangezien het gebruik van rioolwaterzuiveringsslib als bodemverbeteraar op landbouwgrond sinds 2006 verboden is. Bepaalde zuiveringsslibs afkomstig van bedrijfsafvalwaterzuivering (bijvoorbeeld uit de voedingsindustrie) kunnen onder voorwaarden wel nog op landbouwbodems worden toegepast (Brouns, 2025).

De uiteenlopende toepassingen en verspreidingsroutes van biociden maken dat hun aanwezigheid en concentraties in de bodem sterk kunnen verschillen naargelang het landgebruik en de aanwezige activiteiten. Bij de beoordeling van pesticideresiduen in de bodem is het daarom belangrijk om, naast gewasbeschermingsmiddelen, ook rekening te houden met mogelijke emissies van biociden.

2.3 BESTAANDE MONITORINGSPROGRAMMA'S PESTICIDEN IN BODEM

In Vlaanderen werd nog geen systematische meetcampagne of screening uitgevoerd naar pesticiden in de bodem. De beschikbare wetenschappelijke studies in Vlaanderen focussen op een specifieke vraagstelling en waren qua insteek geen steekproef op een variatie aan bodems (Claus & Spanoghe, 2020). Uit bestaande literatuur van respectievelijk Europese en internationale meetcampagnes kan echter heel wat relevante informatie gedestilleerd worden. De hoeveelheid beschikbare informatie is binnen de EU echter niet gelijk verdeeld. Onderstaande kaart geeft per Europees land het aantal beschikbare studies over pesticidenresiduen in bodems weer (figuur 4) (Silva, 2022). Hierbij valt op dat het aantal studies in België beduidend lager ligt dan



Figuur 4: Overzicht van het aantal studies per Europees land over pesticidenresiduen in bodem (situatie in 2022). Bron: (Silva et al., 2025)

in de omliggende landen (Silva et al., 2025). In onderstaande paragrafen wordt een overzicht gegeven (niet exhaustief) van de beschikbare informatie uit bestaande meetcampagnes in Europa.

2.3.1 Europese meetcampagnes

De meest uitgebreide en geharmoniseerde Europese studie die gewasbeschermingsmiddelen en metabolieten in bodem analyseert, is de LUCAS monitoring Soil Survey (Vieira et al., 2023). LUCAS (Land Use/Cover Area frame Survey) is een Europees monitoringsprogramma van Eurostat dat op basis van steekproeven het landgebruik en de bodem bestudeert. LUCAS wordt sinds 2006 ongeveer elke 3 à 4 jaar uitgevoerd. De meetronde van 2018 is de meest recente waarvoor de gedetailleerde resultaten voor pesticiden beschikbaar zijn. De resultaten worden gerapporteerd als de gemiddelde concentratie voor alle punten per NUTS2-zone. In deze LUCAS 2018 meetcampagne werden 118 pesticiden onderzocht op 3473 locaties. De stalen werden genomen tussen maart en november in 2018. Op 12% van de locaties waar pesticiden werden gekwantificeerd, werden ondertussen verboden of niet-goedgekeurde stoffen aangetroffen (Vieira et al., 2023). Hoewel de LUCAS monitoring een zeer groot aantal locaties bemonstert en een representatief beeld kan geven op Europese schaal is de studie ontoereikend om een correct beeld voor Vlaanderen te geven omdat slechts negen van de locaties die op pesticiden geanalyseerd zijn zich in België bevinden, verspreid over vier NUTS2-zones. Drie van deze locaties (uit twee NUTS2-zones) liggen in Vlaanderen. Twee stoffen (AMPA en difenoconazole) waren in alle NUTS2-zones aanwezig boven de bepalingsgrens. Vijf stoffen waren in drie van de vier NUTS2-zones aanwezig boven de bepalingsgrens (boscalid, clothianidin, diflufenican, fluopyram en tebuconazole). Deze steekproefgrootte is echter ontoereikend om uitspraken te doen over de aanwezigheid van pesticiden(residuen) in bodems in Vlaanderen.

Silva et al. (2019) analyseerden pesticiden(residuen) van 76 stoffen in 317 landbouwtopbodems uit 11 EU-lidstaten en zes teeltsystemen op basis van bodemstalen afkomstig uit de LUCAS 2015 monitoring. De staalnamecampagne van deze studie vond plaats tijdens het groeiseizoen. Meer dan 80% van de onderzochte bodems bevatte minstens één residu in kwantificeerbare concentraties, terwijl in 58% van de bodems twee of meer residuen gekwantificeerd werden. De meest frequent aangetroffen stoffen waren glyfosaat en AMPA, DDT en de verwante metabolieten, en de fungiciden boscalid, epoxiconazool en tebuconazool (Silva et al., 2019). De auteurs geven wel expliciet aan dat ze niet over informatie beschikken van het recente gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op de staalnamelocaties.

Knuth et al. (2024) onderzochten 201 bodemstalen, verzameld tijdens het groeiseizoen uit landbouwpercelen in 10 Europese landen en acht teeltsystemen. In deze studie werden 192 verschillende stoffen geanalyseerd, waarbij residuen werden gevonden in 97% van de stalen en 2 of meer residuen in 88% van de stalen. De gemeten concentraties werden eveneens vergeleken met de voorspelde/berekende concentratie op basis van de gekende toepassing en de stofeigenschappen. De voorspelde concentraties vertoonden slechts een zeer beperkte overeenkomst met de gemeten concentraties, waarbij de gemeten concentraties zowel beduidend hoger als lager lagen dan de voorspelde concentraties. Dit resultaat benadrukt ook het belang van meetcampagnes (Knuth et al., 2024).

Carvalho et al. (2025) analyseerden gepubliceerde gegevens van 5.193 Europese bodemstalen die tussen 2015 en 2022 werden verzameld en rangschikten de aangetroffen pesticiden op basis van detectiefrequentie, persistentie en toxiciteit en identificeerden onder meer verboden stoffen zoals p,p'-DDT en atrazine als aandachtspunten. Zo werd p,p'-DDT in 31% van de bodems gevonden en atrazine in 17% van de bodems, terwijl toegelaten of recent gebruikte stoffen zoals boscalid en epoxiconazool respectievelijk in 36% en 32% van de bodems voorkwamen. AMPA (metaboliet van glyfosaat) werd in 44% van de bodems aangetroffen, wat de noodzaak benadrukt om ook metabolieten mee te nemen in bodemmonitoring.

2.3.2 Monitoringprogramma's buiten de EU

In deze studie werd geen gedetailleerd overzicht gemaakt van monitoringsstudies of uitgebreide meetcampagnes voor pesticiden in bodem in landen buiten de EU. Dit omwille van de grote verschillen qua toegelaten stoffen (ook al zijn er tussen EU lidstaten ook verschillen in de erkende gewasbeschermingsmiddelen), regelgeving en historiek. Zwitserland vormt echter wel een interessant voorbeeld van gerichte monitoring van pesticiden in landbouwbodems, ook al maakt het geen deel uit van de EU. Zwitserland beschikt over een actief bodemmonitoringsnet (NABO) waarin pesticiden(residuen) in bodem worden opgevolgd. Agroscope en NABO voerden verschillende meetcampagnes uit in landbouwgebied, in het kader van het Zwitserse actieplan voor risicoreductie en duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, waarbij 146 pesticiden en relevante metabolieten onderzocht worden (Bucheli et al., 2023). Uit de resultaten blijkt dat pesticidenresiduen zeer algemeen voorkomen, waarbij intensief behandelde teelten zoals fruit-, wijn- en groenteteelt doorgaans de grootste aantallen stoffen en hoogste concentraties vertoonden. In ongeveer 17% van de stof-locatiecombinaties werd bovendien een pesticide teruggevonden zonder dat voor die locatie een overeenkomstige toepassing in de voorafgaande 10 tot 15 jaar was geregistreerd. Dit kan wijzen op oudere toepassingen, onvolledige gebruiksregistraties of aanvoer via onder meer drift en depositie (Riedo et al., 2023) De Zwitserse studies illustreren daarmee ook de meerwaarde van langdurige bodemmonitoring als aanvulling op gebruiksgegevens en de reguliere risicobeoordeling van pesticiden.

2.3.3 Conclusies

Algemeen tonen deze Europese monitoringstudies aan dat de aanwezigheid van pesticideresiduen in bodems eerder regel dan uitzondering is. Hoewel de onderzochte stoffen en analysemethoden tussen studies verschillen, komen een aantal stoffen en stofgroepen herhaaldelijk naar voren. Zo behoren glyfosaat/AMPA, de fungiciden boscalid, epoxiconazool en tebuconazool, en historische organochloorpesticiden zoals DDT en zijn metabolieten DDE en DDD tot de frequent aangetroffen residuen (Knuth et al., 2024; Silva et al., 2019). In de LUCAS-meetcampagne van 2018 werden onder meer AMPA (54% van de stalen), epoxiconazool (27%), tebuconazool (26%), pendimethalin (25%), diflufenican (21%), boscalid (20%) en glyfosaat (16%) frequent aangetroffen (Franco et al., 2024). Deze bevindingen bieden aanknopingspunten voor de selectie van stoffen in bodemmonitorings-programma's. Daarbij is het aangewezen om zowel historische, persistente stoffen als actueel gebruikte gewasbeschermingsmiddelen en relevante metabolieten op te nemen. De beschikbare Europese meetgegevens ondersteunen daarmee de keuze om in de voorliggende verkennende meetcampagne zowel organochloorpesticiden als glyfosaat en AMPA gericht te analyseren en deze analyses aan te vullen met brede screeningspakketten voor andere pesticiden.

De selectie van een minimaal te analyseren stoffenpakket kan echter niet uitsluitend op detectiefrequenties worden gebaseerd, aangezien dit sterk samenhangt met de gehanteerde bemonsteringsstrategie. De beschikbare grootschalige Europese studies zijn sterk gericht op landbouwgronden en brengen daardoor voornamelijk residuen van professioneel gebruik in beeld, terwijl andere landgebruiken en mogelijke toepassingscontexten, zoals tuinen, openbaar groen of recreatieterreinen, nauwelijks worden meegenomen. Daarnaast vonden de staalnames hoofdzakelijk tijdens het groeiseizoen plaats. Hierdoor kunnen metingen relatief kort na toepassingen plaatsvinden en voor minder persistente stoffen eerder een moment van verhoogde bodemconcentraties weerspiegelen dan een jaargemiddelde belasting. De hoge detectiefrequenties bevestigen dus dat pesticideresiduen wijdverspreid zijn in Europese landbouwbodems, maar kunnen niet zonder meer worden veralgemeend naar de bodemkwaliteit over alle landgebruiken en doorheen het volledige jaar. Bovendien zijn de aangehaalde Europese studies voornamelijk gericht op gewasbeschermingsmiddelen, waardoor ze slechts beperkt houvast bieden voor de selectie van biociden die via andere toepassings- en verspreidingsroutes in de bodem terechtkomen.

2.4 VLAAMSE PESTICIDEMONITORING IN ANDERE MATRICES

Voor pesticiden bestaat momenteel nog geen structureel, gebiedsdekkend Vlaams meetnet waarin bodemstalen periodiek worden onderzocht. Informatie over het voorkomen en de blootstelling aan pesticiden is wel beschikbaar uit andere monitoringprogramma's. Het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) controleert pesticideresiduen in levensmiddelen, de Vlaamse milieumaatschappij (VMM) volgt pesticiden en metabolieten op in grond- en oppervlaktewater en waterbodems. Tenslotte wordt via het Vlaams Humane-Biomonitoringprogramma de blootstelling van de bevolking onderzocht, in de context van pesticidegebruik en verspreiding. Deze gegevens kunnen niet rechtstreeks naar de context van de bodem worden vertaald, maar geven wel informatie over de relevante stoffen en mogelijke verspreidingsroutes.

2.4.1 Voeding

De monitoring van pesticidenresiduen in voedsel is een federale bevoegdheid en wordt in België uitgevoerd door het FAVV. Het controleprogramma is risicogebaseerd en houdt onder meer rekening met de toxiciteit van stoffen, consumptiepatronen, productherkomst en Europese waarschuwingen. In 2024 werden meer dan 5323 voedsel- en voederstalen onderzocht op meer dan 600 verschillende pesticidenresiduen. Van de 4316 bewakingsstalen voldeed 98% aan de geldende MRL’s (Europese Maximale Residu Limieten). Niet-conformiteiten kwamen vaker voor bij producten van buiten de EU dan bij producten uit de EU. Afhankelijk van de wettelijk vastgelegde residudefinitie heeft de MRL enkel betrekking op de werkzame stof of op de som van de werkzame stof en relevante metabolieten of omzettingsproducten. Deze limieten zijn in de eerste plaats handhavingswaarden die aangeven of een gewasbeschermingsmiddel correct werd toegepast. Een overschrijding betekent daarom niet automatisch dat er een gezondheidsrisico bestaat. Bij iedere overschrijding voert het FAVV afzonderlijk een beoordeling van het acute en, waar relevant, chronische risico uit (FAVV, 2024). Deze beoordelingen gebeuren specifiek per stof en focussen niet op eventuele mengsels van stoffen. Over de periode 2020–2024 bleef het aandeel niet-conforme plantaardige producten relatief stabiel, doorgaans tussen ongeveer 2 en 3% (FAVV, 2024). Op basis van de officiële controleresultaten over 2014–2020 concludeerde het Wetenschappelijk Comité van het FAVV dat de langdurige blootstelling van Belgische consumenten aan

gewasbeschermingsmiddelen via fruit en groenten globaal geen risico of reden tot bezorgdheid vormde, ook niet voor kinderen en personen met een hoge consumptie (FAVV Wetenschappelijk comité, 2022).

2.4.2 Grondwater

De Vlaamse Milieumaatschappij volgt de grondwaterkwaliteit op via verschillende meetnetten. Het grotere freatische meetnet bestaat grotendeels uit ondiepe meetputten in de eerste watervoerende laag. De grondwaterkwaliteit wordt er jaarlijks bemonsterd. Pesticiden worden uitsluitend in dit freatische meetnet bekeken, omdat vooral het ondiepe grondwater rechtstreeks wordt beïnvloed door recente uitloging vanuit de bodem. De onderzochte stoffen omvatten zowel werkzame stoffen als metabolieten. Voor werkzame stoffen en relevante metabolieten geldt een generieke norm van 0,1 µg/l. Voor niet-relevante metabolieten hanteert Vlaanderen een richtwaarde van 0,75 µg/l (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026b).

De meest recente gepubliceerde toestandsevaluatie heeft betrekking op 2023. S-metolachloor-ESA, een metaboliet van S-metolachloor, en desfenylchloridazon, een metaboliet van chloridazon, overschreden toen op ongeveer 31% van de meetplaatsen de richtwaarde. Dimethylsulfamide of DMS, een metaboliet van het niet langer als gewasbeschermingsmiddel (sinds 2010) en biocide (sinds 2022) toegelaten fungicide tolylfluanide, overschreed op 11% van de meetplaatsen de toetsingswaarde. Voor de overige onderzochte stoffen lag het overschrijdingspercentage lager dan 10% en vaak zelfs lager dan 1% (Vlaamse Milieumaatschappij, 2025). Bij de beoordeling volgens de Europese Kaderrichtlijn Water bevonden acht van de 24 freatische grondwaterlichamen zich voor pesticiden in een ontoereikende toestand. Zestien grondwaterlichamen bereikten een goede toestand (Vlaamse Milieumaatschappij, 2025).

Voor verschillende oudere, inmiddels verboden werkzame stoffen, zoals atrazine en isoproturon, en voor sommige afbraakproducten, zoals desethylatrazine, worden dalende concentraties en minder overschrijdingen vastgesteld. Voor S-metolachloor-ESA, desfenylchloridazon en DMS is daarentegen weinig of geen gunstige evolutie zichtbaar. De resultaten tonen daarmee dat vooral mobiele en relatief persistente metabolieten langdurig relevant kunnen blijven, ook wanneer het gebruik van de moederstof is beperkt of beëindigd (Vlaamse Milieumaatschappij, 2025).

2.4.3 Oppervlaktewater

Naast het grondwater beheert de Vlaamse Milieumaatschappij een breed meetnet van meer dan 6.000 meetpunten voor het opvolgen van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Pesticiden worden niet op al deze punten onderzocht. Afhankelijk van het meetnet worden fysisch-chemische stalen drie, zes, negen of twaalf keer per jaar genomen. De monitoring omvat zowel toegelaten als niet langer toegelaten werkzame stoffen en een selectie van metabolieten. De meetresultaten worden getoetst aan een maximale concentratie voor acute effecten en een gemiddelde concentratie voor chronische effecten (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026c).

De meest recente publiek beschikbare indicator heeft betrekking op 2022. Imidacloprid (gebruikt tot 2022 in een beperkt aantal teelten en momenteel nog toegelaten in veterinaire producten zoals vlooienbandjes) overschreed toen op 55% van de onderzochte meetplaatsen de norm of ecologische referentiewaarde. Voor flufenacet bedroeg dit aandeel 37% (figuur 5). De trendanalyse voor 2010–2022 geeft niettemin een

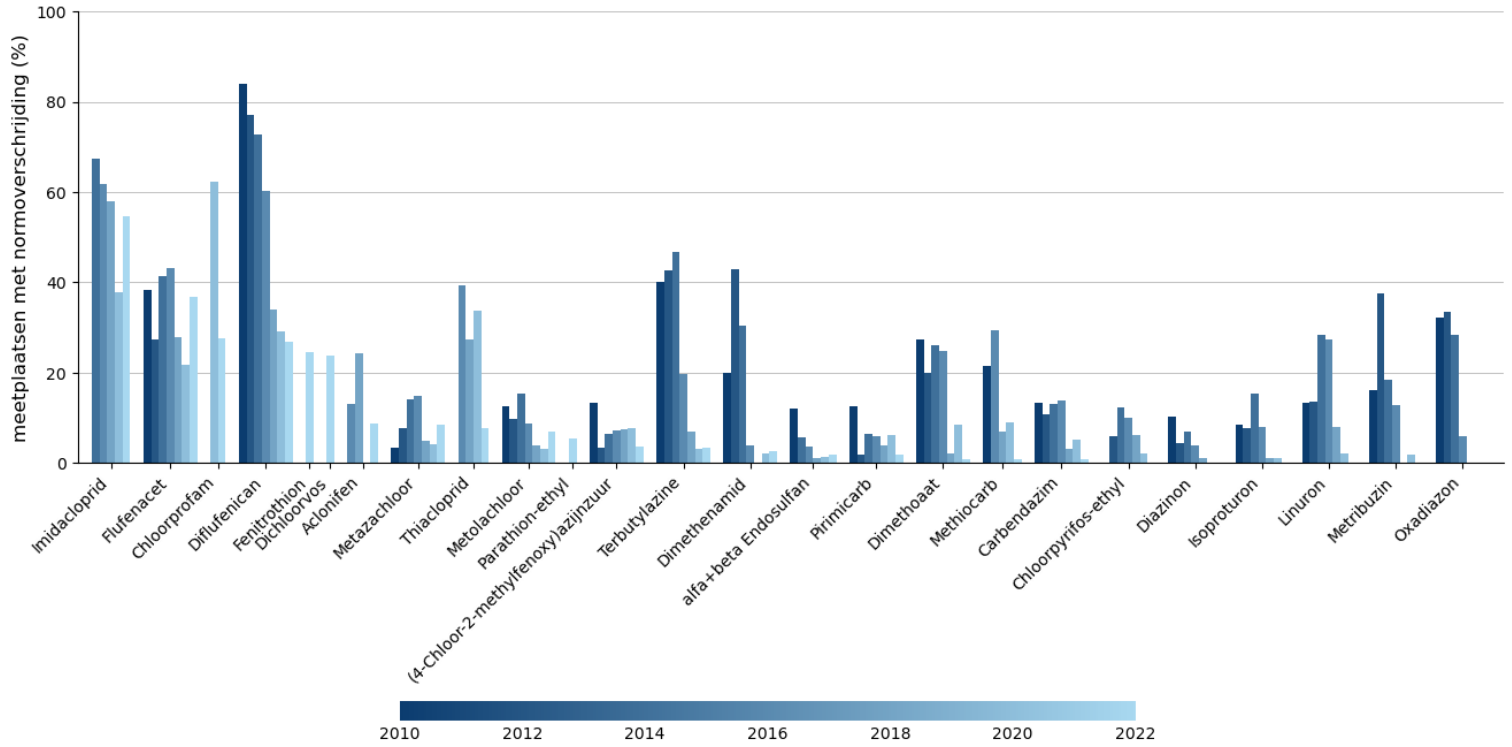
overwegend gunstig beeld: statistisch significante dalingen kwamen duidelijk vaker voor dan stijgingen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023a). Voor het grootste deel van de stof-locatiecombinaties werd evenwel geen significante trend vastgesteld of kon geen trend worden berekend doordat veel resultaten onder de bepalingsgrens lagen. Dalingen traden vooral op bij stoffen waarvoor gebruiksbeperkingen of verbodsbepalingen waren ingevoerd (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023a). De resultaten tonen bijgevolg zowel het effect van regulerende maatregelen als het blijvende belang van een aantal actuele probleemstoffen en lokale piekbelasting.

Naast de reguliere monitoring voerde de Vlaamse Milieumaatschappij in het voorjaar van 2025 een gerichte verkennende meetcampagne uit naar gewasbeschermingsmiddelen en ultrakorteketen-PFAS in oppervlakte- en grondwater in landelijke gebieden. Daarbij ging bijzondere aandacht naar trifluorazijnzuur (TFA), een zeer mobiel afbraakproduct dat onder meer kan ontstaan uit bepaalde gefluoreerde gewasbeschermingsmiddelen. In het oppervlaktewater werden PFAS-gewasbeschermingsmiddelen relatief frequent aangetroffen, tot in 66% van de onderzochte stalen. De mediane TFA-concentratie bedroeg 2,32 µg per liter. Voor fluopicolide werd een positief verband met TFA vastgesteld, maar voor de overige onderzochte PFAS-gewasbeschermingsmiddelen kon geen statistisch significant verband worden aangetoond. De onderzoekers wijzen erop dat de beperkte temporele spreiding van de metingen, het ontbreken van gedetailleerde gegevens over waar en wanneer pesticiden worden toegepast en mogelijke andere TFA-bronnen een bronattributie bemoeilijken (Vlaeminck et al., 2025).

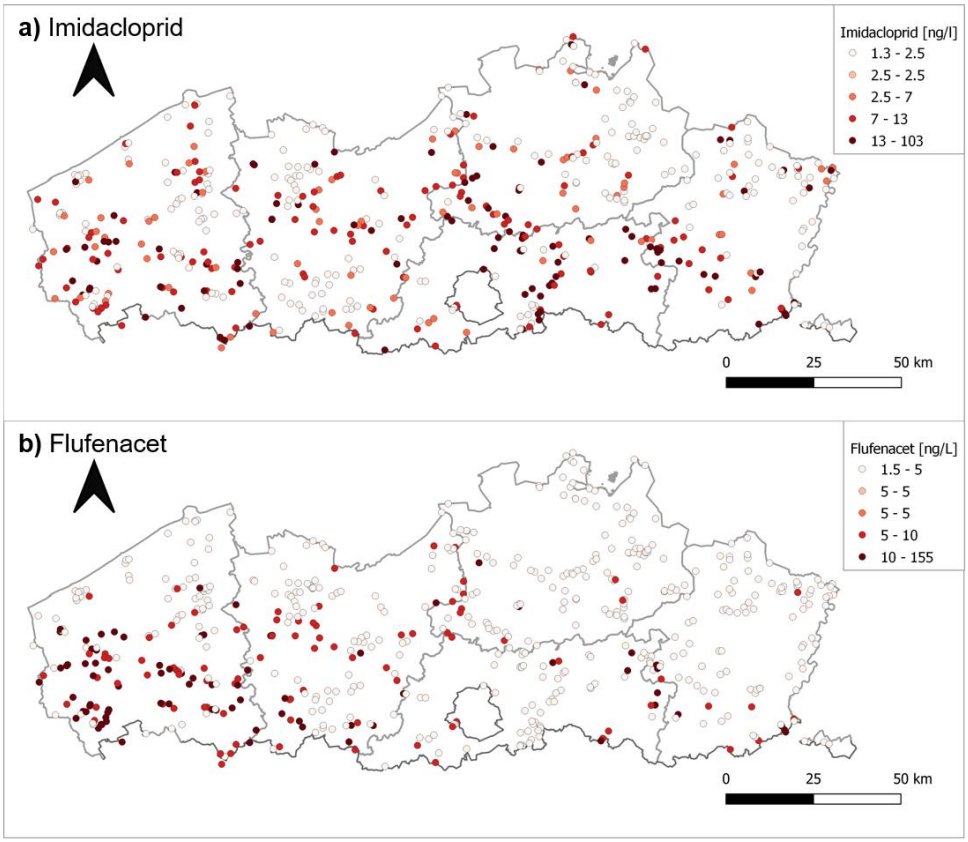
Op basis van de beschikbare meetgegevens kan naast de overschrijdingspercentages ook gekeken worden naar de ruimtelijke patronen. Onderstaande figuur geeft bij wijze van voorbeeld de ruimtelijke variatie weer in de mediane concentraties van de twee stoffen met de meest frequente overschrijdingen in oppervlaktewater (imidacloprid en flufenacet) (figuur 6). Hier valt op dat, ondanks vergelijkbare overschrijdingspercentages, de ruimtelijke patronen sterk kunnen verschillen. Waar de hogere concentraties imidacloprid verspreid over Vlaanderen voorkomen, vertoont het patroon voor flufenacet een veel sterker geclusterd beeld met de meeste locaties met hogere concentraties in West-Vlaanderen. Hoewel deze patronen vaak verklaard kunnen worden door bijvoorbeeld een verschil in gebruik (bv. veterinair gebruik voor imidacloprid) en de ruimtelijke spreiding van typische teelten waarin deze stoffen gebruikt worden (bv. flufenacet in de aardappel- en granenteelten), toont dit voorbeeld wel het belang aan van ruimtelijke spreiding van een eventuele monitoringscampagne om de variatie aan ruimtelijke patronen die eigen zijn aan de individuele stoffen representatief te bemonsteren.

2.4.4 Drinkwater

Ook de drinkwatermaatschappijen voeren analyses uit op het ruwwater dat wordt ingenomen voor de productie van drinkwater, zowel uit grondwater- als oppervlaktewaterbronnen. Daarbij worden onder meer pesticiden en relevante metabolieten opgevolgd. De Vlaamse waterbedrijven analyseren de kwaliteit van hun ruwwater periodiek en vullen de wettelijk bepaalde parameterlijsten aan met bijkomende stoffen en screenings wanneer nieuwe risico’s worden vastgesteld. Deze bronbewaking vormt een aanvulling op de controles tijdens en na de drinkwaterzuivering en kan vroegtijdig wijzigingen signaleren in de kwaliteit van de voor drinkwaterproductie gebruikte waterbronnen (Aqua Flanders, 2023).



Figuur 5: Percentage van de meetplaatsen met overschrijdingen van pesticiden in oppervlaktewater voor de periode 2010-2022. Enkel de pesticiden die in minstens één meetjaar op meer dan 10% van de meetplaatsen een overschrijding vertonen, worden hier weergegeven. (Bron data: Vlaamse Milieumaatschappij).



Figuur 6: Mediane concentraties imidacloprid (a) en flufenacet (b) in oppervlaktewater in Vlaanderen (2013-2023) (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023a).

2.4.5 Waterbodems

Ook in waterbodems worden pesticideresiduen gemonitord door de Vlaamse Milieumaatschappij via het waterbodemmeetnet. Vooral de hydrofobe organochloorpesticiden (OCP's) hebben een sterke affiniteit voor sediment. Na bezinking kunnen deze stoffen daardoor accumuleren in de waterbodem en er, door hun hoge persistentie, gedurende lange tijd aanwezig blijven, maar ook terug in de waterkolom terecht komen, bijvoorbeeld door resuspensie (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023b). Tijdens de meest recente volledig gerapporteerde meetcampagne (2016–2021) werd 93% van de meetplaatsen voor de totale groep organochloorpesticiden als niet verontreinigd beoordeeld (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023b).

2.4.6 Humane biomonitoring

Via het Vlaams Humane-Biomonitoringprogramma (FLEHS) wordt sinds 2002 de inwendige blootstelling van de Vlaamse bevolking aan milieuverontreinigende stoffen opgevolgd. In verschillende lichaamsmaterialen (bloed, urine, …) worden biomerkers van blootstelling en vroegtijdige gezondheidseffecten gemeten. Humane biomonitoring integreert de opname via voeding, drinkwater, lucht, stof, huidcontact en gebruik van producten. De resultaten worden gebruikt om Vlaamse referentiewaarden af te leiden, evoluties te volgen,

aandachtsgebieden te onderzoeken en preventieve beleidsmaatregelen te onderbouwen. De vijfde cyclus van het programma loopt van 2022 tot 2027. De meest recente volledig gepubliceerde gegevens van blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen en biociden via voeding en omgeving voor een algemene Vlaamse referentiepopulatie zijn afkomstig uit de vierde cyclus. In 2017–2018 werden bloed- en urinestalen verzameld bij 428 jongeren van 14 tot 15 jaar. In urine werden biomerkers onderzocht voor pyrethroïden, chloorpyrifos, 2,4-D, glyfosaat en AMPA. De algemene pyrethroïden-metaboliet 3-PBA werd in 99,5% van de stalen boven de detectie- of kwantificatiegrens gemeten, de chloorpyrifos-metaboliet TCPy in 98,5% en 2,4-D in 96,1%. Glyfosaat en AMPA werden respectievelijk in 41,4% en 55,9% van de urinestalen gekwantificeerd. In serum werden ook de persistente organochloorpesticiden onderzocht. DDE (relevante metaboliet van DDT) en hexachloorbenzeen werden in nagenoeg alle stalen aangetroffen en DDT in ongeveer 75% van de stalen (Schoeters et al., 2022).

Voor deze persistente pesticiden is een duidelijke tijdstrend zichtbaar. De blootstelling aan DDT en DDE is over de opeenvolgende Vlaamse biomonitoringscycli afgenomen, wat aansluit bij het feit dat deze stoffen al lange tijd verboden zijn voor gebruik. Voor andere stoffen zoals glyfosaat, AMPA en pyrethroïden kan op basis van de beschikbare Vlaamse campagnes nog geen vergelijkbare langetermijntrend worden bepaald. Aanvullende analyses toonden wel dat jongeren met een groter aandeel landbouwgrond binnen een straal van twee kilometer rond de woning gemiddeld hogere AMPA-concentraties in hun urine hadden. Het gerapporteerde gebruik van pesticiden in of rond de woning ging eveneens samen met hogere gehalten van bepaalde biomerkers voor pyrethroïden, 2,4-D en DDT (De Troeyer et al., 2022; Schoeters et al., 2022).

2.4.7 Binnenmilieu – huisstof

Ook metingen binnenshuis kunnen informatie geven over de aanwezigheid van pesticiden in de leefomgeving. Door bijvoorbeeld huisstofstalen te analyseren kan in kaart gebracht worden of pesticiden vanuit de omgeving of door gebruik binnenshuis in een woning terechtkomen en na toepassing nog kunnen worden teruggevonden. Velt voerde in 2024 een burgeronderzoek in Vlaanderen en Nederland, waarbij de deelnemers huisstof uit hun slaapkamer verzamelden. In alle slaapkamers werden pesticiden teruggevonden, waarbij onder andere permethrin, DEET, propiconazole en piperonylbutoxide tot de meest frequent gedetecteerde pesticiden behoren. De aangetroffen stoffen bestaan uit een combinatie van gewasbeschermingsmiddelen, diergeneeskundige stoffen en diverse biocidetoepassingen binnenshuis. Het onderzoek toont daarmee dat huisstof een aanvullende matrix kan zijn om de verspreiding en aanwezigheid van pesticiden in de menselijke leefomgeving in beeld te brengen. De studie kan echter niet als een representatieve monitoring van het binnenmilieu worden beschouwd. Daarvoor was de selectie te sterk gericht op woningen nabij landbouwpercelen of boomgaarden, aangevuld met een kleine stedelijke controlegroep. Bovendien bestaan er geen normen voor pesticideconcentraties in huisstof, waardoor gemeten concentraties niet naar risico's kunnen worden vertaald (Gommers & Ryckebusch, 2024).

2.4.8 Relevantie voor bodemmonitoring

De bestaande meetprogramma’s in andere (milieu)media leveren een breed beeld, maar de resultaten zijn niet één-op-één te linken aan de bodem. Deze gegevens zijn relevant voor de interpretatie en prioritering en selectie van pesticiden voor bodemonderzoek, maar kunnen een structurele bodemmonitoring niet vervangen. De bodem kan pesticiden tijdelijk of langdurig vasthouden, omzetten in metabolieten en vervolgens opnieuw

afgeven aan grondwater, oppervlaktewater of gewassen. Maar een stof die frequent voorkomt in bijvoorbeeld grondwater hoeft niet noodzakelijk frequent voor te komen in bodem en vice versa. In principe geldt deze redenering ook voor elk ander medium. Bovendien verschillen de meetprogramma's sterk qua analysepakket, bemonsteringstijdstip en toetsingskader. Een structurele monitoring kan dit hiaat opvullen en is noodzakelijk om een representatief beeld te verkrijgen van het voorkomen en de verspreiding van pesticiden in de bodem.

2.5 ANALYTISCHE MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN

Ter voorbereiding van deze studie werden de commerciële labo's in Vlaanderen bevraagd om na te gaan wat de analytische mogelijkheden zijn voor pesticiden in bodem. Uit de rondvraag bleek dat het beschikbare analyseaanbod relatief beperkt en versnipperd is. De meeste laboratoria bieden slechts analyses aan voor specifieke stofgroepen, zoals bijvoorbeeld de organochloorpesticiden, terwijl bredere pesticidenpakketten vaak alleen voor een analyse in water beschikbaar zijn. Dit weerspiegelt deels de grote fysisch-chemische diversiteit van pesticiden. Er bestaat geen universele extractie- en analysemethode waarmee deze grote variatie aan stoffen met dezelfde gevoeligheid kan worden bepaald. Onderstaande secties geven een bondig overzicht van de analytische mogelijkheden voor pesticiden in bodem.

2.5.1 Beschikbare analytische methoden

De meest gebruikte methode voor het analyseren van pesticiden is een targetanalyse. Hierbij wordt vooraf vastgelegd welke stoffen worden onderzocht. Deze bieden de grootste zekerheid over de identiteit en concentratie van de onderzochte stoffen, maar leveren geen informatie over stoffen die niet in het analysepakket zijn opgenomen. Voor brede analysepakketten wordt meestal een combinatie van GC-MS/MS (gaschromatografie-tandemmassaspectrometrie) en LC-MS/MS (vloeistofchromatografie-tandemmassa-spectrometrie) toegepast. GC-MS/MS is vooral geschikt voor vluchtige en semivluchtige stoffen, terwijl LC-MS/MS beter geschikt is voor polaire, niet-vluchtige verbindingen. Ook met deze techniek kunnen echter niet alle pesticiden worden afgedekt. Zo combineerde bijvoorbeeld de LUCAS-monitoringscampagne van 2018 afzonderlijke procedures voor pesticiden bepaald met LC-MS/MS, pesticiden bepaald met GC-MS/MS en glyfosaat/AMPA (Vieira et al., 2023). Voor de specifieke groep van de organochloorpesticiden worden doorgaans gaschromatografische (GC) methoden gebruikt. Deze methoden zijn geschikt voor een nauwkeurige bepaling van klassieke pesticidegroepen, maar bestrijken slechts een beperkt deel van de momenteel en historisch gebruikte stoffen. Glyfosaat en AMPA vereisen dan weer een afzonderlijke methode. Beide stoffen zijn zeer polair en interageren sterk met minerale bodembestanddelen. Daardoor zijn ze niet geschikt voor de gangbare GC- en LC-multiresidupakketten (Leyva-Morales et al., 2023).

Een bijkomende techniek voor snelle screening is Direct Analysis in Real Time Mass Spectrometry (DART-MS). DART-MS is een vorm van spectrometrie waarbij stoffen rechtstreeks worden gedesorbeerd en geïoniseerd, zodat uitgebreide staalvoorbereiding vaak kan worden vermeden. Hierdoor is de analysetijd zeer kort en kan de techniek worden ingezet voor snelle kwalitatieve of semikwantitatieve screening van grote aantallen stalen (Gross, 2014; Reis de Carvalho et al., 2026).

2.5.2 Rapportage- en bepalingsgrenzen

De bepalingsgrens, doorgaans aangeduid als LOQ (Limit Of Quantification), is de laagste concentratie die met een aanvaardbare juistheid en precisie kwantitatief kan worden bepaald. De bepalingsgrens is de concentratie waaronder een resultaat als kleiner dan een bepaalde waarde wordt gerapporteerd. De Europese LUCAS-campagnes geven een goed beeld van de meetgevoeligheid die voor een uitgebreide meetcampagne haalbaar is. Zo varieerde de LOQ in de LUCAS 2015 campagne tussen de 0,01 en 0,05 mg/kg voor een pakket van 76 verschillende stoffen (Silva et al., 2019). In de LUCAS 2018-bodemmonitoring (118 verschillende stoffen) lagen de bepalingsgrenzen voor het merendeel van de onderzochte stoffen tussen 0,001 en 0,1 mg/kg, terwijl voor glyfosaat een bepalingsgrens van 0,025 mg/kg werd gehanteerd (Vieira et al., 2023). Deze grootteorde illustreert dat gevoelige multiresidumethoden beschikbaar zijn, maar ook dat de haalbare grens sterk stofafhankelijk is.

2.5.3 Analytische beperkingen en afweging tussen breedte en gevoeligheid

Een analysepakket dat uitsluitend werkzame stoffen omvat, kan een belangrijk deel van de aanwezige residuen missen. Metabolieten kunnen andere stofeigenschappen hebben dan hun uitgangsstof en vereisen soms een andere analysemethode. Daarnaast is er sowieso al een grote variatie in stofeigenschappen tussen verschillende pesticiden. Er bestaat bijgevolg een praktische afweging tussen analytische breedte, gevoeligheid en identificatiezekerheid. Een analysepakket dat zeer breed screent en veel verschillende stoffen identificeert gebruikt noodzakelijkerwijs meer generieke extractie- en meetcondities, die niet voor elke stof optimaal zijn (Rösch et al., 2023). Gerichte methoden die focussen op één of enkele stoffen behalen dus doorgaans lagere rapportagegrenzen wegens het beter kunnen afstemmen van de meetmethode op de stofeigenschappen.

Een tweede beperking is de vergelijkbaarheid tussen studies. Een stof die in een studie niet wordt aangetroffen, kan in een andere studie wel worden gerapporteerd wanneer een lagere bepalingsgrens of een ander analysepakket wordt gebruikt. Omgekeerd kan een brede screening met hogere detectielimieten minder positieve resultaten opleveren dan een gerichte targetanalyse met lagere rapportagegrenzen. Voor deze meetcampagne betekent dit dat niet-detecties voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. Ze tonen aan dat de stof met de toegepaste methode en binnen de gehanteerde bepalingsgrens niet werd vastgesteld, maar sluiten aanwezigheid op lagere concentraties of aanwezigheid buiten het geanalyseerde pakket niet volledig uit.

2.6 SYNTHESE EN IMPLICATIES VOOR DE VLAAMSE MEETCAMPAGNE

Bovenstaand literatuuroverzicht maakt duidelijk dat een Vlaamse meetcampagne niet kan worden opgevat als een controle van uitsluitend het actuele pesticidegebruik. De lijst van toegelaten werkzame stoffen verandert voortdurend, terwijl persistente uitgangsstoffen en metabolieten nog jaren tot decennia na de toepassing in de bodem aanwezig kunnen blijven. Omgekeerd kunnen recent gebruikte, weinig persistente of mobiele stoffen op het moment van staalname al grotendeels zijn omgezet of uitgespoeld. Een gemeten residu vormt daarom geen rechtstreeks bewijs van een recente of lokale toepassing (Knuth et al., 2024; Riedo et al., 2023). De meetcampagne moet de huidige situatie bijgevolg benaderen als het gecombineerde resultaat van actueel gebruik, historisch gebruik, omzetting in metabolieten en eventuele diffuse aanvoer.

Voor de stofselectie betekent dit dat drie groepen moeten worden gecombineerd: (1) actuele werkzame stoffen die op basis van toelatings- en gebruiksgegevens relevant zijn voor Vlaanderen, (2) persistente historisch toegepaste of inmiddels verboden stoffen, en (3) relevante metabolieten. Metabolieten mogen daarbij niet als een ondergeschikte groep worden beschouwd. Ze kunnen persistenter of mobieler zijn dan de uitgangsstof en daardoor frequenter of langer in het milieu voorkomen, zoals onder meer blijkt voor AMPA en voor verschillende metabolieten die in het Vlaamse grondwater worden opgevolgd. De aanwezigheid van DDT, DDE, DDD, atrazine en andere oudere stoffen in Europese bodemstudies toont tegelijk aan dat een analysepakket dat uitsluitend op momenteel toegelaten middelen is gebaseerd een belangrijk deel van de bodembelasting kan missen.

Zoals hierboven beschreven is er al heel wat informatie beschikbaar, maar de monitoringsstudies op de bodem focussen op de Europese schaal, hetgeen onvoldoende ruimtelijk detail biedt om een goed beeld van een kleine regio zoals Vlaanderen op te bouwen. Anderzijds zijn er heel wat monitoringsgegevens die wel op de relevante ruimtelijke schaal (Vlaanderen) kijken, maar zich focussen op andere milieumedia. Deze meetcampagne in Vlaamse bodems probeert zo dus deze twee ontbrekende elementen op te vullen.

Voor de ruimtelijke selectie van meetlocaties zijn zowel het landgebruik als de ruimtelijke context van belang. Binnen de landbouw verschillen de toegepaste hoeveelheden sterk tussen teelten. De combinatie van gebruiksintensiteit en teelttype kan daarom worden benut om landbouwlocaties te selecteren en de resultaten te interpreteren. Tegelijk rechtvaardigen transportprocessen zoals drift dat ook locaties zonder verwachte rechtstreekse toepassing worden onderzocht. Niet-landbouwlocaties, zoals tuinen, openbaar groen en recreatieterreinen, kunnen worden belast door historisch gebruik ter plaatse, door professioneel gebruik (bv. tuinaannemers) of door aanvoer vanuit de omgeving. De ligging ten opzichte van landbouw en het omliggende landschap zijn daardoor relevante variabelen. De opname van zowel landbouw- als niet-landbouwlocaties maakt het mogelijk om na te gaan in welke mate de aangetroffen residuen samenhangen met perceelsgebonden gebruik dan wel met een bredere diffuse verspreiding.

Ook het tijdstip van staalname moet aansluiten bij het doel van de campagne. De beschikbare Europese monitoringsstudies werden vaak tijdens het groeiseizoen uitgevoerd, waardoor minder persistente stoffen relatief kort na toepassing konden worden gemeten en de gerapporteerde detectiefrequenties gedeeltelijk tijdelijke piekbelastingen kunnen weerspiegelen. Deze meetcampagne richt zich echter meer op residuen die mogelijks leiden tot langdurige belasting of accumulatie, waardoor een tijdstip buiten het groeiseizoen meer aangewezen lijkt. Ten slotte moeten bodemeigenschappen expliciet in de meetcampagne worden betrokken. Deze factoren beïnvloeden processen zoals adsorptie en omzettingssnelheid en daarmee dus ook de kans dat een stof op het moment van staalname wordt gedetecteerd. Verschillen tussen locaties kunnen dus niet uitsluitend aan verschillen in gebruik of aanvoer worden toegeschreven.

3 METHODOLOGIE

3.1 MEETSTRATEGIE

3.1.1 Onderzoeksopzet en ruimtelijke afbakening

Deze verkennende meetcampagne heeft als doel om aan de hand van een 100-tal staalnamelocaties een eerste beeld te verkrijgen van het voorkomen van pesticiden in de Vlaamse bodemtoplaag. Omdat pesticiden zowel door rechtstreekse toepassing als via diffuse verspreiding in de bodem kunnen terechtkomen, werden verschillende landgebruiken bemonsterd, waaronder tuinen, openbare domeinen, landbouw- en natuurgebieden. De meetcampagne werd uitgevoerd in de winter (januari 2026), buiten de belangrijkste toepassingsperiodes voor pesticiden. De campagne richt zich daarmee in de eerste plaats op het identificeren van relevante werkzame stoffen en metabolieten, gerelateerd aan de actuele of historische toepassing van pesticiden, die kunnen bijdragen aan een chronische belasting van de bodem. De resultaten dienen om deze relevante stoffen, mogelijke ruimtelijke patronen en kennislacunes te identificeren en zo richting te geven aan eventuele verdere monitoring en risico-evaluatie. De campagne is dus niet opgezet voor bronidentificatie, humane of ecotoxicologische risico-evaluaties of het bepalen van concentratietrends in de bodem of in andere milieumedia.

Om zowel geografische variatie als voldoende lokale meetdichtheid te verkrijgen, werden de 100 staalnamelocaties verdeeld over drie regio’s die in totaal 26 gemeenten omvatten:

- centraal West-Vlaanderen (10 gemeenten),
- de Noorderkempen (6 gemeenten) en
- Haspengouw (10 gemeenten).

Deze regio's verschillen in bodemtypes, dominante landbouwteelten en ruimtelijk landgebruikspatroon (Figuur 8, figuur 8). De drie regio’s vertegenwoordigen daardoor verschillende omstandigheden waarin gewasbeschermingsmiddelen kunnen worden gebruikt, in de bodem kunnen terechtkomen en zich eventueel naar de omliggende omgeving kunnen verspreiden. Voor de biociden, die ook deel uitmaken van deze meetcampagne, is deze opdeling volgens regio’s minder relevant. Zoals beschreven in §2.2.2 zijn fruitteelt (Haspengouw en Noorderkempen), aardappelen, maïs en groenteteelten (West-Vlaanderen) relevant voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in Vlaanderen (figuur 7). Door de staalnamelocaties over drie contrasterende regio's te verdelen, kan worden nagegaan of eventuele patronen van pesticideconcentraties in bodem consistent zijn onder uiteenlopende omstandigheden, dan wel regiogebonden zijn.

Binnen elke regio werden zowel meer stedelijke gebieden zoals bijvoorbeeld Roeselare en Sint-Truiden als meer landelijke gebieden in de omliggende gemeenten opgenomen. Daarbij werd er gestreefd naar een gelijke verdeling van de staalnames over drie groepen in elke regio:

- Actief landbouwgebruik;
- niet-landbouwgebruik nabij (<100 meter) landbouw;
- niet-landbouwgebruik op grotere afstand (>100 meter) van landbouw.

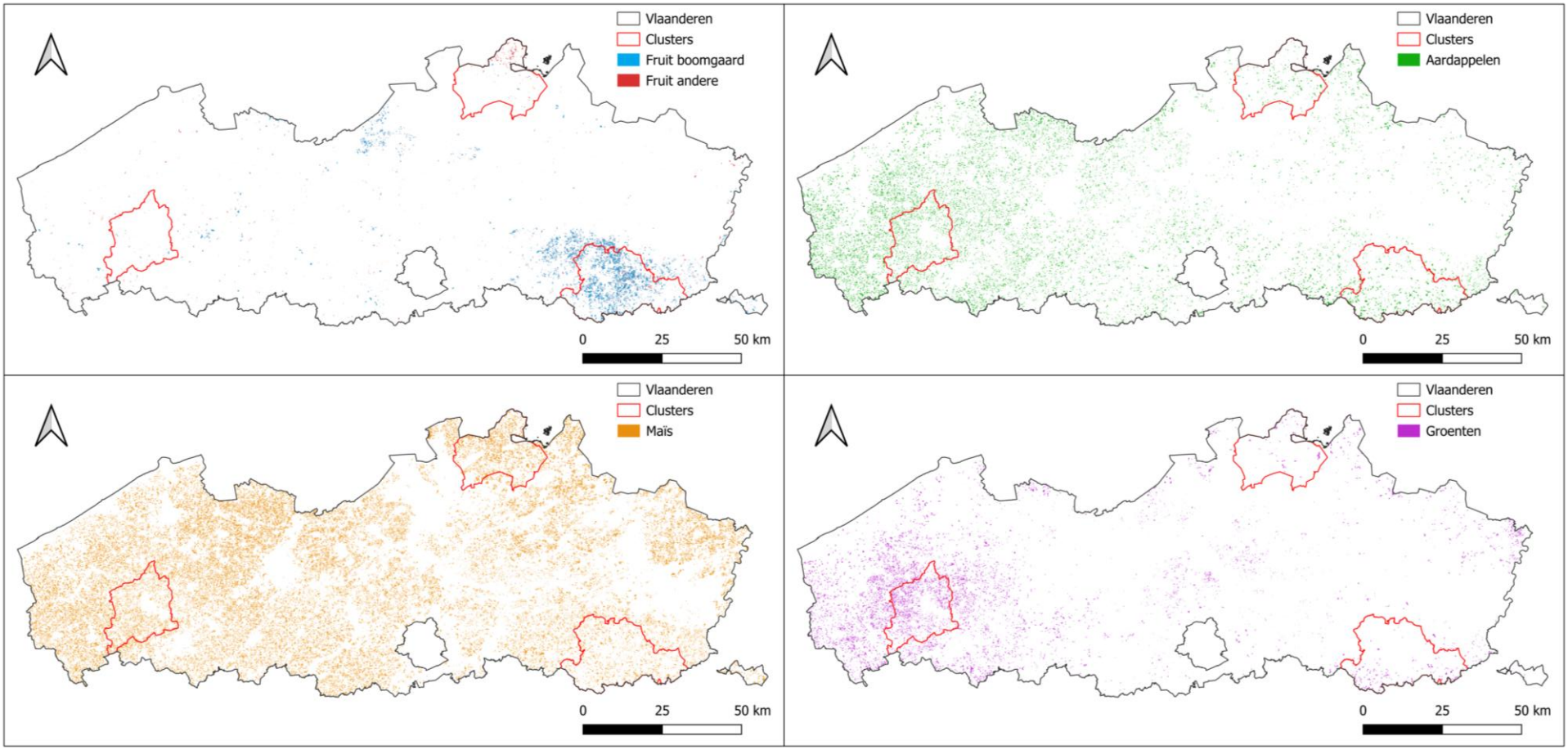
Binnen de categorieën niet-landbouwgebruik werd daarbij gestreefd naar gelijkaardige representatie van onder meer tuinen, natuur, recreatie en openbaar groen. De keuze voor de grens van 100 meter als mogelijke invloedszone van gewasbeschermingsmiddelengebruik in de landbouw is daarbij een pragmatische grens, gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke literatuur (Figueiredo et al., 2021; van den Berg et al., 2026), zie ook sectie 2.2.3.1 voor een meer uitgebreide bespreking van de mogelijke effecten van drift).

3.1.2 Rekrutering van deelnemers en strategie locatieselectie

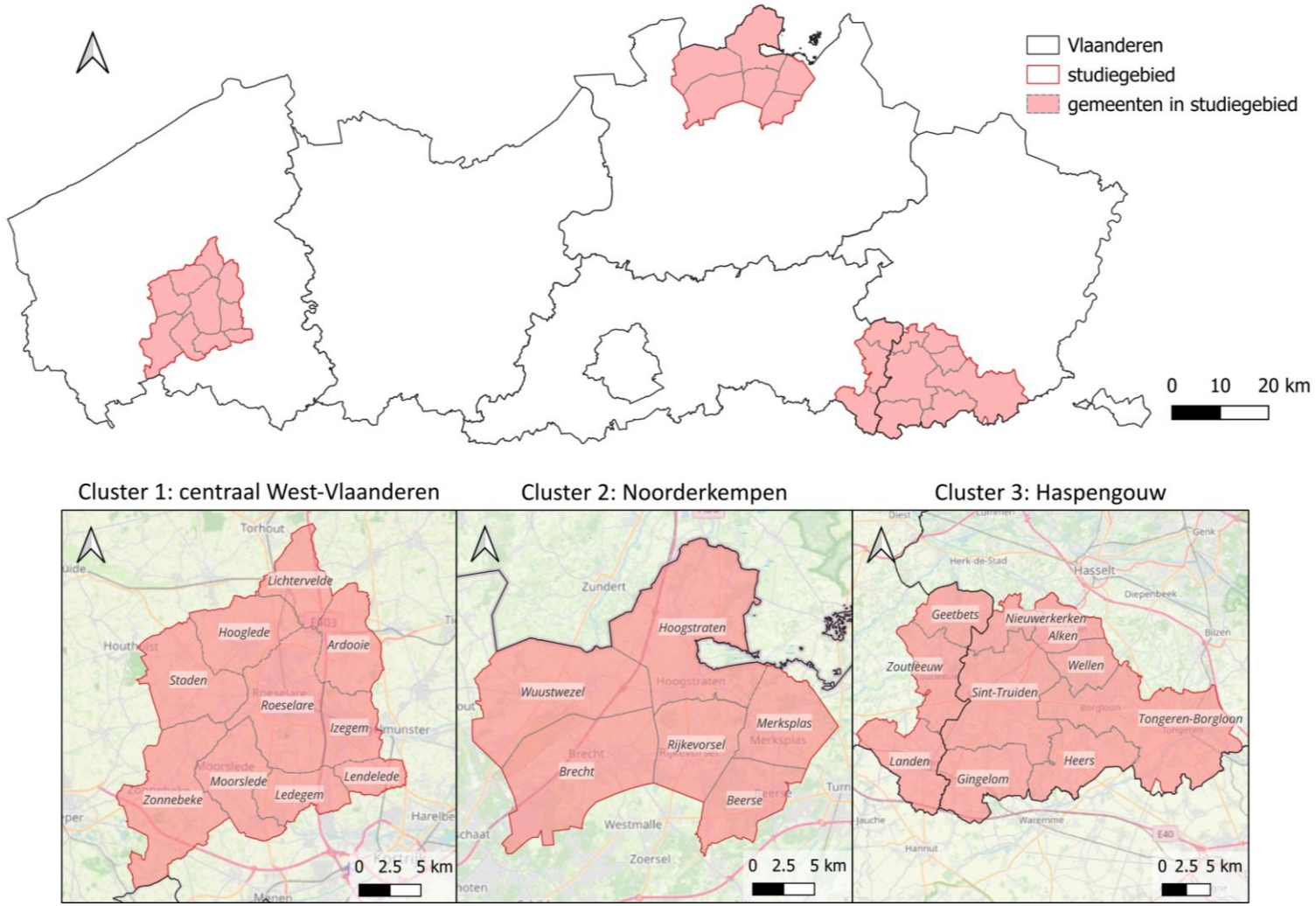
Potentiële staalnamelocaties werden in mei 2025 op vrijwillige basis gerekruteerd door een oproep tot deelname te verspreiden via gemeenten, landbouworganisaties en proefcentra, natuurverenigingen, citizen-sciencekanalen en algemene media. De gemeenten in het studiegebied werden elk individueel aangeschreven en/of opgebeld met de vraag om één of meerdere gronden in hun bezit in te schrijven voor de studie. Kandidaten registreerden de ligging en het huidige landgebruik van hun perceel en gaven toestemming voor de GDPR-conforme verwerking van de noodzakelijke persoonsgegevens. In totaal waren er op 21 augustus 2025 505 kandidaatpercelen aangemeld.

Particuliere tuinen vormden meer dan de helft van de geregistreerde kandidaatlocaties. Voor elke geregistreerde tuin werd op basis van het opgegeven adres of locatiepunt in GIS de kortste afstand tot het dichtstbijzijnde landbouwgebied berekend. Daarbij werden twee afstandsklassen onderscheiden: tuinen op minder dan 100 meter van landbouwgebied en tuinen op meer dan 100 meter afstand. Deze grens werd gebruikt als operationeel stratificatiecriterium om binnen elke cluster zowel tuinen nabij landbouw als verder afgelegen tuinen te selecteren. Voor grotere gebieden, zoals bijvoorbeeld een natuurgebied, is het mogelijk dat op verschillende punten een kandidaatlocatie werd geregistreerd, bijvoorbeeld een locatie op meer of minder dan 100 meter van landbouw. Verder omvatten deze kandidaatpercelen ook registraties van percelen die zich buiten het vooraf bepaalde studiegebied bevonden. Deze percelen werden niet meegenomen in de locatieselectie.

De finale selectie hield rekening met de geografische cluster, het landgebruik, de afstand tot landbouwgebied en de ruimtelijke spreiding van de locaties. Nabijgelegen of overlappende kandidaatlocaties werden zo veel mogelijk vermeden om een onevenredige clustering van de steekproef te voorkomen. Voor alle landgebruikstypes waren binnen elke cluster voldoende kandidaten beschikbaar om de staalnamelocaties te verdelen over de vooraf gedefinieerde groepen in elke regio. Als er meer percelen voor een bepaalde landgebruikscategorie in een bepaalde cluster werden geregistreerd, werd de selectie willekeurig gemaakt.



Figuur 7: Overzicht van ruimtelijke spreiding van vier relevante teelten qua pesticideverbruik (zie sectie 2.2.2) in Vlaanderen (fruitteelt, aardappelen, maïs en groententeelt) volgens de dataset Landbouwgebruikspercelen 2025. Bron: Agentschap Landbouw en Zeevisserij. De afgebakende clusters zijn aangeduid in het rood.



Figuur 8: Situering van het studiegebied, met detailkaarten van de gemeenten die deel uitmaken van de verschillende clusters.

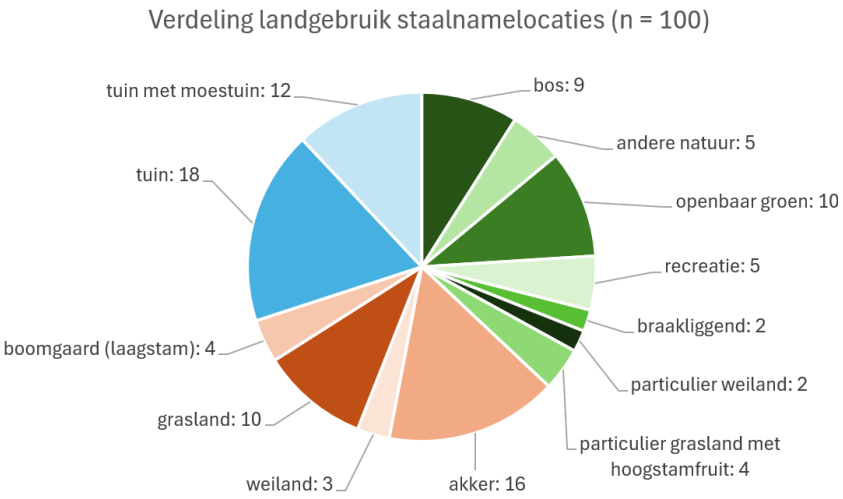
3.1.3 Finale selectie van de staalnamelocaties

Uit deze kandidaten werden 100 locaties geselecteerd volgens de vooraf bepaalde staalnamestrategie. Daarbij werd gestreefd naar een vergelijkbare verdeling over de drie geografische clusters, verschillende landgebruikstypes en afstand tot landbouw (zie ook sectie 3.1.1). De verdeling van de 100 staalnamelocaties over de verschillende clusters en ruimtegebruiken is zichtbaar in figuur 9/ tabel 1. Op enkele locaties werd bijkomend ook een dieper staal geanalyseerd. Deze locaties werden willekeurig gekozen.

Figuur 9 geeft een meer gedetailleerd overzicht van de landgebruikstypes die bemonsterd werden. In 12 van de 30 bemonsterde tuinen (blauw) was een moestuin aanwezig, waarvan steeds een apart staal genomen werd. De 33 percelen met een actief landbouwgebruik (bruin) bestonden voor ongeveer de helft uit akkers (16), gevolgd door grasland (10). De vier bemonsterde boomgaarden (laagstam) bevonden zich allen in Haspengouw. De 37 locaties die onder de categorie “ander ruimtegebruik” vallen (groen) bestaan uit een diverse set aan landgebruikstypes. Natuur werd op 14 locaties bemonsterd, waarvan negen locaties als bos gecategoriseerd konden worden en vijf als andere natuurtypes zoals heide, ruigtes of draslanden. De categorie “recreatie” omvat bijvoorbeeld sportinfrastructuur en speeltuinen. Parken vallen onder “openbaar groen”. Tenslotte worden de hobbyweilanden en hoogstamboomgaarden (in Haspengouw) van particulieren opgenomen in de categorie “ander ruimtegebruik”, aangezien deze niet als tuin geclassificeerd kunnen worden, maar eveneens niet onder de categorie “landbouw” vallen.

Tabel 1: Overzicht van het aantal staalnamelocaties per cluster en per landgebruikscategorie.

	Landgebruikscategorie	Cluster 1: West-Vlaanderen	Cluster 2: Noorderkempen	Cluster 3: Haspengouw
Ander ruimtegebruik	Bos	2	5	2
	Natuur: andere	2	2	1
	Openbaar groen	3	5	2
	Recreatie	4	0	1
	Braakliggend	1	0	1
	Particulier weiland	1	0	1
	Particulier grasland met hoogstamfruit	0	0	4
Totaal ander ruimtegebruik		**13**	**12**	**12**
Landbouw	Akker	7	5	4
	Weiland	0	1	2
	Grasland	4	4	2
	Boomgaard (laagstam)	0	0	4
Totaal Landbouw		**11**	**10**	**12**
Tuin	Tuin	7	5	6
	Tuin met moestuin	3	5	4
Totaal tuin		**10**	**10**	**10**

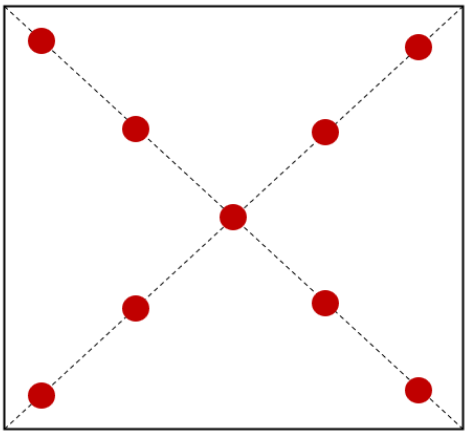


Figuur 9: Overzicht van de verschillende landgebruikstypes op de staalnamelocaties.

3.2 STAALNAMEMETHODIEK

Op elke staalnamelocatie werd een proefvlak van 10 × 10 meter uitgezet, met de vooraf geselecteerde coördinaten als centraal punt. Indien het proefvlak niet volledig binnen het geselecteerde perceel viel, werd het minimaal verplaatst of, indien nodig, aangepast aan de perceelsgrenzen. De coördinaten van de hoekpunten en het centrale punt werden met GPS ingemeten. Per locatie werd één mengstaal samengesteld uit negen deelstalen, genomen volgens een vast kruisvormig patroon binnen het proefvlak (figuur 10). De standaard bemonsteringsdiepte bedroeg 0–30 centimeter onder maaiveld. Wanneer binnen deze diepte een duidelijke overgang naar een andere bodemhorizont aanwezig was, werd de bemonsteringsdiepte beperkt tot deze overgang. Voorafgaand aan de staalname werden oppervlakkige plantenresten, oogstresten, compost en andere losse materialen zo veel mogelijk verwijderd. De wortelzone werd wel mee bemonsterd. Aanwezige teelten en andere vegetatie werden bij de staalname zo weinig mogelijk verstoord.

De negen deelstalen van elk mengstaal werden ter plaatse samengevoegd in een emmer en gehomogeniseerd. Na verwijdering van grove planten- en puinfragmenten werd het staal gekwarteerd en verdeeld over drie recipiënten van donker glas van 490 milliliter, die zo snel mogelijk gekoeld werden bewaard (EMIS, 2024a). Twee recipiënten werden gebruikt voor de bepaling van bodemeigenschappen en de gerichte pesticideanalyses. Het derde recipiënt werd gebruikt voor de semi-kwantitatieve DART-MS-screening en vervolgens gekoeld bewaard als reservestaal voor eventuele aanvullende analyses.



Figuur 10: Schetsmatige weergave van het staalnamepatroon. Het zwarte vierkant geeft het proefvlak van 10 x 10 meter weer, de rode cirkels geven de negen deelstalen aan.

3.2.1 Afwijkend protocol voor diepere bodemlagen en moestuinen

Op een beperkt aantal locaties werden bijkomend diepere bodemlagen bemonsterd. Hiervoor werd centraal in het proefvlak één boring uitgevoerd. De bodemhorizont onder de toplaag werd hierbij afzonderlijk bemonsterd tot een diepte van maximaal 60 centimeter onder het maaiveld. Deze diepere stalen zijn bijgevolg puntstalen en geen mengstalen van negen deelstalen.

Een aanwezige moestuin werd als afzonderlijk proefvlak bemonsterd, eveneens aan de hand van negen deelstalen tot maximaal 30 centimeter diepte. Deze zone werd afzonderlijk bemonsterd om vermenging van potentieel verschillende gebruikshistorieken te vermijden. Was de moestuin kleiner dan 10 × 10 meter, werd het proefvlak aangepast aan de werkelijke afmetingen. Alle afwijkingen van het standaard proefvlak werden geregistreerd op het staalnameformulier.

3.2.2 Uitvoering van de staalnamecampagne

De bodemstaalnames werden uitgevoerd door het Provinciaal Instituut voor Hygiëne Antwerpen (PIH) en het Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek (PCM). PIH voerde de staalnames uit in de Noorderkempen en in Haspengouw (66 locaties). PCM voerde de staalnames uit in West-Vlaanderen (34 locaties). De staalnames vonden plaats tussen 14 en 30 januari 2026. Voor elke staalnamelocatie werd een staalnameformulier ingevuld, waarvan een lege versie werd opgenomen in bijlage 1.

3.2.3 Bevraging deelnemers

Aan alle deelnemende perceelseigenaars werd per mail ook een korte bevraging gestuurd over de historiek van hun perceel. Hierbij werd bijkomende informatie verzameld over vermoed of gekend pesticidegebruik, grondverzet of landgebruikswijzigingen. Tabel 2 geeft een overzicht van de vragen in de vragenlijst en de antwoordmogelijkheden.

Tabel 2: Overzicht van de vragenlijst die aan alle deelnemers aan de meetcampagne bezorgd werd, inclusief een oplijsting van de antwoordmogelijkheden.

Vraag	Antwoordmogelijkheden
Wat is het huidige landgebruik op het uitgekozen perceel	"Openbaar domein", "natuurgebied", "tuin", "moestuin", "landbouw", "andere". Bij "andere": Vrij veld om in te vullen.
Heeft uw perceel voor zover u weet in het verleden steeds hetzelfde gebruik gekend? Indien niet: beschrijf de wijzigingen m.b.t. landgebruik van het perceel. Landgebruikswijzigingen tot 50 jaar geleden kunnen relevant zijn.	Vrij veld om in te vullen
Werden er recent of in het verleden pesticiden op uw perceel gebruikt?	"ja, regelmatig", "ja, sporadisch", "neen"
Indien u ja antwoorde bij de vorige vraag: specifieer indien mogelijk welke pesticiden gebruikt werden en in welke context.	Vrij veld om in te vullen
Heeft u informatie over recent grondverzet op uw perceel (bv. afgraven, ophogen, …)? Indien "ja": specifieer.	"ja", "neen" Bij "ja": Vrij veld op in te vullen.
Mogen uw contactgegevens bijgehouden worden voor eventuele vervolgcampagnes in de toekomst?	"ja", "neen"
Mag het verzamelde bodemstaal bijgehouden worden in een biobank voor eventuele bijkomende analyses in de toekomst?	"ja", "neen"
Is er nog andere informatie die u ons wil bezorgen over het perceel?	Vrij veld om in te vullen

3.3 ANALYSE VAN DE BODEMSTALEN

De meetcampagne resulteerde in 118 bodemstalen genomen op 100 verschillende locaties van de algemene bodemtoplaag, aangevuld met afzonderlijke moestuin- en/of diepere bodemstalen. Voor alle stalen werden de bodemeigenschappen bepaald (zie sectie 3.3.1) en werd een semi-kwantitatieve screening uitgevoerd naar actieve stoffen op basis van DART-MS (zie sectie 3.3.2). Daarnaast werden ook gerichte target analyses van de bodemstalen uitgevoerd, waarbij er over de zes verschillende analysepakketten heen 348 actieve stoffen werden geanalyseerd (zie sectie 3.3.3). Omdat een volledige analyse van alle beschikbare pesticidepakketten op alle stalen binnen het beschikbare budget niet haalbaar was, werd een analysestrategie toegepast waarbij gezorgd werd voor een maximale spreiding van de beschikbare analysepakketten over de verschillende clusters en landgebruikstypes.

3.3.1 Bodemeigenschappen

Voor alle 118 bodemstalen werden de bodemeigenschappen bepaald door Eurofins Analytico volgens de geldende CMA-procedures:

- pH (procedure CMA/2/II/A.20) (EMIS, 2024b)
- droge stof (procedure CMA/2/II/A.1) (EMIS, 2023a)

- TOC en gehalte organische stof (procedure CMA/2/II/A.7) (EMIS, 2023b)
- Korrelgrootteverdeling op basis van 9 korrelgrootte-klassen en het kleigehalte (procedure CMA/2/II/A.6) (EMIS, 2025).

3.3.2 Semi-kwantitatieve screening met DART-MS

Voor alle 118 bodemstalen werd een semi-kwantitieve screening naar actieve stoffen gelinkt aan pesticiden uitgevoerd met DART-MS door het VITO-labo. Een volledig overzicht van de pesticiden die door DART-MS gemeten kunnen worden is opgenomen in bijlage 4. Direct Analysis in Real Time (DART) is een analytische methode, waarbij een plasma wordt gebruikt om chemische stoffen in een monster te ioniseren. In combinatie met hoge-resolutiemassaspectrometrie (HRMS) maakt DART een snelle chemische profilering van vloeibare en vaste monsters mogelijk, zonder uitgebreide monstervoorbereiding of het gebruik van vloeistofchromatografie. Vaste monsters, zoals polymeren, kunnen rechtstreeks in de plasmastroom worden gehouden, tussen de DART-bron en de inlaat van het massaspectrometrisch instrument. Bij vloeibare monsters of vaste monsters zoals bodem wordt eerst een kleine hoeveelheid monster opgenomen met een glazen capillair, waarna dit voor de DART-bron wordt gebracht. DART-MS vormt een zeer veelzijdige analysetechniek waarmee zowel polaire als apolaire verbindingen kunnen worden gedetecteerd tot op ng/L-niveau. Omdat voorafgaand aan de HRMS-detectie geen chromatografische scheiding plaatsvindt, worden verschillende verbindingen gelijktijdig geïoniseerd. Dit kan leiden tot competitie tijdens de ionisatie, overlappende signalen en een lagere betrouwbaarheid bij de identificatie van isomeer-verbindingen. In deze studie werd de DART-bron gekoppeld aan een Thermo Q Exactive-instrument (Thermo Fisher Scientific, Bremen, Duitsland) en gebruikt in positieve ionisatiemodus. Helium werd gebruikt voor de vorming van een metastabiel plasma bij een temperatuur van 400 °C. De verkregen data werden geanalyseerd met FreeStyle 1.8 (Thermo Fisher Scientific, Bremen, Duitsland) en intern ontwikkelde software.

3.3.2.1 Toepassing van DART-MS voor pesticiden

De ionen die bij DART-ionisatie worden gevormd, zijn voornamelijk geprotoneerde [M+H]+ of gedeprotoneerde [M-H]- moleculen, waarbij M staat voor de neutrale verbinding. In uitzonderlijke gevallen kunnen bij DART ook radicaalionen worden gevormd. De aanwezigheid van bepaalde functionele groepen in een verbinding kan de ionisatie bevorderen of juist bemoeilijken en heeft daardoor een belangrijke invloed op de ionisatie-efficiëntie.

Stikstofhoudende verbindingen met functionele groepen zoals aminen, diazinen en triazolen worden bijvoorbeeld efficiënt geïoniseerd in positieve ionisatiemodus. Verbindingen met carboxylzuurgroepen kunnen daarentegen doorgaans goed worden gedetecteerd in negatieve ionisatiemodus. Aangezien veel pesticiden één of meerdere van dergelijke functionele groepen bevatten, kan een groot aantal pesticiden met DART worden gemeten, hetzij in positieve, hetzij in negatieve ionisatiemodus.

Een belangrijke uitzondering vormen bepaalde historische, persistente pesticiden, zoals DDT. Deze verbindingen bestaan hoofdzakelijk uit koolstof, waterstof en chloor en bevatten geen functionele groepen die gemakkelijk een proton kunnen opnemen of afstaan. Hierdoor worden ze minder efficiënt geïoniseerd en zijn dergelijke historische pesticiden moeilijker te detecteren met DART-ionisatietechnieken. In totaal omvat de DART-MS bibliotheek 740 geïdentificeerde pesticiden.

3.3.3 Selectie en toewijzing van de targetanalyses

Daarnaast werden in totaal zes verschillende target pesticidepakketten gebruikt, zoals aangeboden door Eurofins Omegam, waarbij een selectie van deze pakketten op elk van de bodemstalen wordt toegepast. Hierbij gaat het ten eerste om twee pakketten die gericht zijn op een “familie” van pesticiden, enerzijds de organochloorpesticiden volgens procedure CMA/3/I (OCP) en anderzijds een pakket dat de stoffen glyfosaat, glufosinaat en de metaboliet AMPA bevat (EMIS, 2024c). Daarnaast gaat het om vier uitgebreide screeningspakketten voor pesticiden in bodem (GCMS-1, GCMS-234, LCTQ-1 en LCTQ-2). De exacte inhoud van elk van deze pakketten is als bijlage bij dit rapport gevoegd (bijlage 2). Deze bijlage bevat ook de rapportagegrenzen per stof. Voor sommige stoffen werden verschillende rapportagegrenzen gehaald voor verschillende bodemstalen omwille van matrixeffecten tijdens de analyse. Voor deze stoffen wordt steeds de minimale en maximale bepalingsgrens weergegeven.

Van elk van deze analysepakketten werd nagegaan in welke mate de samenstelling bestaat uit relevante stoffen voor deze studie. Hiervoor werd per pakket de inhoud qua stoffen vergeleken met bestaande bronnen en lijsten van pesticiden. Qua Vlaamse informatiebronnen werden de pakketten onder andere getoetst aan de lijst van Fytoweb van gewasbeschermingsmiddelen op de Belgische markt die, volgens de ruime definitie, als PFAS geclassificeerd kunnen worden en mogelijks de ultrakorte keten-PFAS TFA kunnen vrijstellen als afbraakproduct (Fytoweb, 2026d). Daarnaast werd de samenstelling van de pakketten ook getoetst aan de monitoring van de Vlaamse Milieumaatschappij van grond- en oppervlaktewater (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023a, 2025). Tenslotte werden de pakketten ook vergeleken met de samenstellingen van de analysepakketten van de Europese monitoringsstudies. Hierbij gaat het om de LUCAS monitoring 2018 en de wetenschappelijke publicaties van (Knuth et al., 2024; Silva et al., 2019). Deze mate van overeenkomst geeft een ruwe inschatting van de relevantie van de brede screeningspakketten in deze studie. Op basis van deze vergelijking en de kostprijs per analysepakket werd een optimale verdeling van de analysepakketten over de verschillende staalnamelocaties gemaakt. Tabel 3 geeft een overzicht van de aantallen waarin de analysepakketten toegepast werden, verspreid over alle stalen.

Tabel 3: Overzicht van de aantallen waarin de verschillende analysepakketten toegepast worden.

Analysepakket + aantal stoffen	Meettechniek	Aantal stalen cluster 1	Aantal stalen cluster 2	Aantal stalen cluster 3	Totaal aantal stalen
Bodemeigenschappen	pH Droge stofgehalte TOC en gehalte organische stof Korrelgrootteverdeling en kleigehalte	37 + 2 diepte-stalen	37 + 2 diepte-stalen	38 + 2 diepte-stalen	118
Organochloorpesticiden (n = 24)	GC-MS/MS	16 + 2 diepte-stalen	17 + 2 diepte-stalen	21 + 2 diepte-stalen	60
Glyfosaat/AMPA (n = 3)	LC-MS-TQ	18 + 2 diepte-stalen	17 + 2 diepte-stalen	21 + 2 diepte-stalen	62
GCMS-1 (n = 87)	GC-MS/MS	11 + 2 diepte-stalen	11 + 2 diepte-stalen	14 + 2 diepte-stalen	42
GCMS-234 (n = 77)	GC-MS/MS	6 + 2 diepte-stalen	4 + 2 diepte-stalen	11 + 2 diepte-stalen	27
LCTQ-1 (n = 130)	LC-MS-TQ	15 + 2 diepte-stalen	16 + 2 diepte-stalen	21 + 2 diepte-stalen	58
LCTQ-2 (n = 28)	LC-MS-TQ	1 + 2 diepte-stalen	1 + 2 diepte-stalen	6 + 2 diepte-stalen	14

Voor de toewijzing van de analysepakketten aan de verschillende locaties werden de volgende criteria gehanteerd:

- Per cluster werden op drie locaties (éénmaal landbouw, éénmaal tuin en éénmaal ander ruimtegebruik) alle beschikbare analysepakketten toegepast.
- Per pakket werd de verdeling zo gelijk mogelijk verdeeld over de verschillende clusters, landgebruikstypes en afstandsklassen ten opzichte van landbouw. Voor de verdere toewijzing werden de pakketten toegewezen op basis van een random number generator.
- Op zes locaties werd ook een screening uitgevoerd van de bodemhorizont onder de bodemtoplaag (zie eerder). Op deze diepere stalen werden de meest relevante pakketten op basis van de vergelijking met de literatuur toegepast (LCTQ-1, GCMS-1, glyfosaat en organochloorpesticiden). Ter hoogte van deze locaties werd ook op de bodemtoplaag een uitgebreide screening uitgevoerd, zodat voor de stoffen die dieper in het bodemprofiel geanalyseerd worden ook steeds een waarde voor de toplaag beschikbaar is.

3.4 CODERING VAN DE STALEN

In deze studie worden de locaties enkel vernoemd bij hun locatie ID en wordt GDPR-conform geen verdere locatie-informatie gegeven. Deze informatie is enkel beschikbaar bij de opdrachtgever en uitvoerder van dit

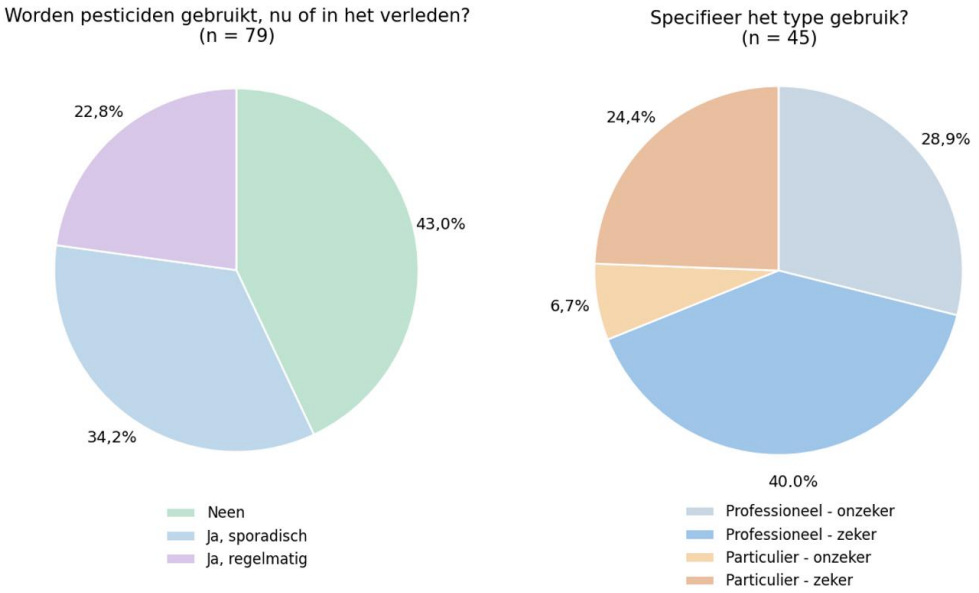
project. Alle locaties worden benoemd volgens hun cluster (C1 West-Vlaanderen, C2 Noorderkempen of C3 Haspengouw) en brede landgebruikscategorie: tuin (T), landbouw (L) of ander ruimtegebruik (AR). Voor de moestuinstalen wordt hier suffix “MT” aan toegevoegd en voor de stalen die in een diepere bodemhorizont werden geanalyseerd het suffix “DIEP”. Bodemstaal “C2_T4_MT” kan dus gelezen worden als het moestuinstaal uit tuin nummer 4 uit cluster 2 (Noorderkempen).

4 RESULTATEN

4.1 BEVRAGING DEELNEMERS

Aan alle eigenaars van de percelen met een bodemstaalname werd ook de bevraging bezorgd. In totaal werd, na het versturen van een reminder, voor 79 van de 100 locaties een antwoord ontvangen. Voor tuineigenaars lag de responsgraad op 76%, voor landbouwpercelen op 69% en op 94% voor percelen met een ander ruimtegebruik. De voornaamste vragen uit de bevraging gingen over eventueel pesticidegebruik, waarbij gepolst werd of de eigenaars op de hoogte waren van eventueel pesticidegebruik op het perceel, nu of in het verleden (zie ook sectie 3.2.3). Daarnaast werd bijkomend bevraagd of een onderscheid gemaakt kon worden tussen particulier of professioneel gebruik, hoe zeker men was van eventueel pesticidegebruik op het perceel en of men kon specifiëren welke pesticiden gebruikt werden. De resultaten van deze bevraging worden gegeven in figuur 11. Hieruit blijkt dat op een meerderheid van de percelen pesticiden worden of in het verleden werden gebruikt: 57% van de respondenten rapporteert sporadisch of regelmatig gebruik. Daarbij komt sporadisch gebruik (34,2%) vaker voor dan regelmatig gebruik (22,8%), terwijl 43% aangeeft dat er naar hun weten geen pesticidegebruik plaatsvindt of heeft plaatsgevonden.

Voor de respondenten die het type gebruik specificeerden, blijkt dat het pesticidegebruik voornamelijk een professionele context heeft. In totaal werd in 68,9% van de antwoorden professioneel gebruik aangeduid, waarvan 40% met zekerheid en 28,9% met enige onzekerheid. Particulier gebruik vertegenwoordigt 31,1% van de antwoorden. Bij de interpretatie moet wel rekening worden gehouden met het lagere aantal antwoorden op deze vervolgvraag (n = 45). Hieruit blijkt ook dat het relatief vaak gaat om het vermoeden van het gebruik van pesticiden, aangezien 35,6% van de respondenten aangeeft dat ze onzeker zijn over het gebruik in het verleden. Bij deze vraag is een duidelijk onderscheid merkbaar tussen percelen onder landbouwgebruik enerzijds en tuinen en ander ruimtegebruik anderzijds. Bij deze laatste categorieën wordt ongeveer even vaak “ja” als “nee” geantwoord wanneer gepeild wordt naar pesticidegebruik op het perceel. In tuinen gaat het om 15 respondenten die gebruik aangeven tegenover 13 respondenten die aangeven dat ze geen pesticiden gebruiken. Voor locaties met ander ruimtegebruik is de verdeling gelijkaardig, met 16 respondenten die gebruik aangeven tegenover 15 respondenten die “nee” antwoorden. Voor percelen onder landbouwgebruik is er een duidelijk verschil, met 16 antwoorden “ja” tegenover 6 respondenten die “nee” antwoorden.



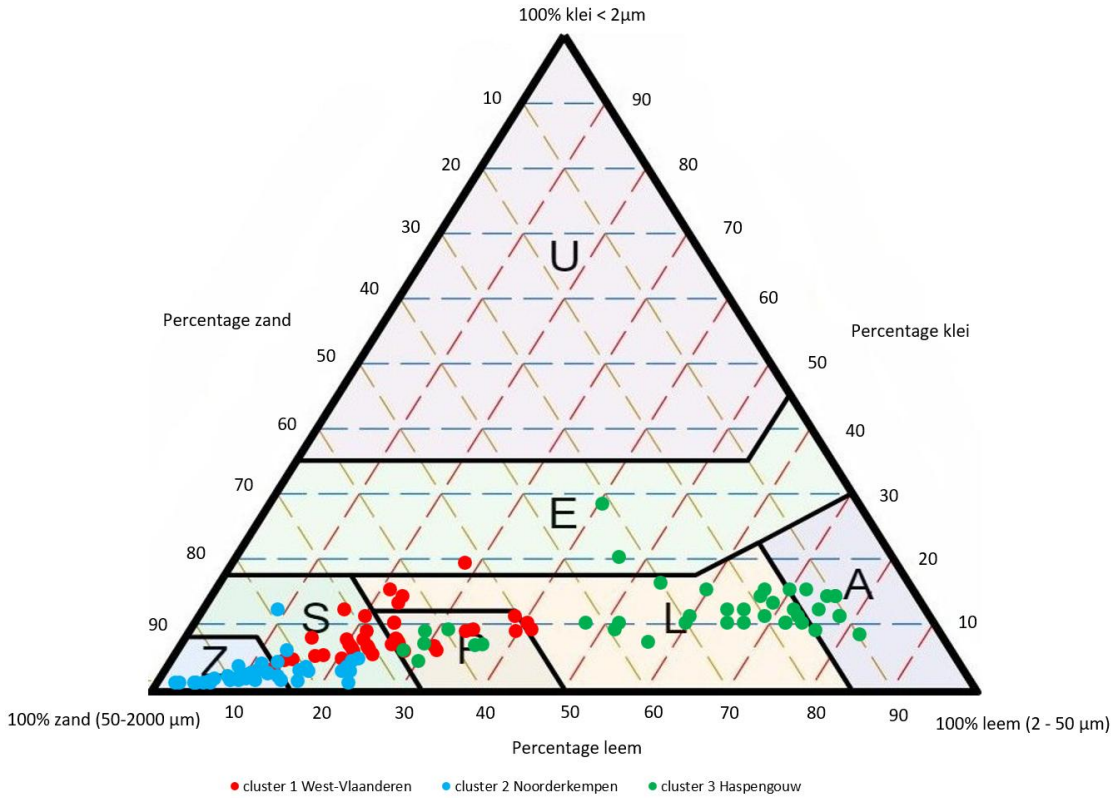
Figuur 11: Verdeling van de antwoorden op de bevraging van perceeleigenaars over het huidige of historische gebruik van pesticiden op het perceel (links, n = 79) en, voor de respondenten die dit specificeerden, het type pesticidegebruik (rechts, n = 45).

Wat betreft het gebruik van specifieke pesticiden werden slechts voor zeven locaties specifieke werkzame stoffen opgelijst. Op vier locaties vermeldden de eigenaars het gebruik van glyfosaat, op twee locaties het gebruik van tebuconazole en fluroxypir en de volgende stoffen werden op één locatie vermeld (niet allen op dezelfde locatie): aminopyralid, chloorpyrifos, clopyralid, daminozide, dimethomorf, DDT, fluopyram, mancozeb, MCPA, metiram, en stoffen uit de pyrethroïden-familie (niet verder gespecifieerd).

4.2 ANALYSE BODEMEIGENSCHAPPEN

4.2.1 Bodemtextuur

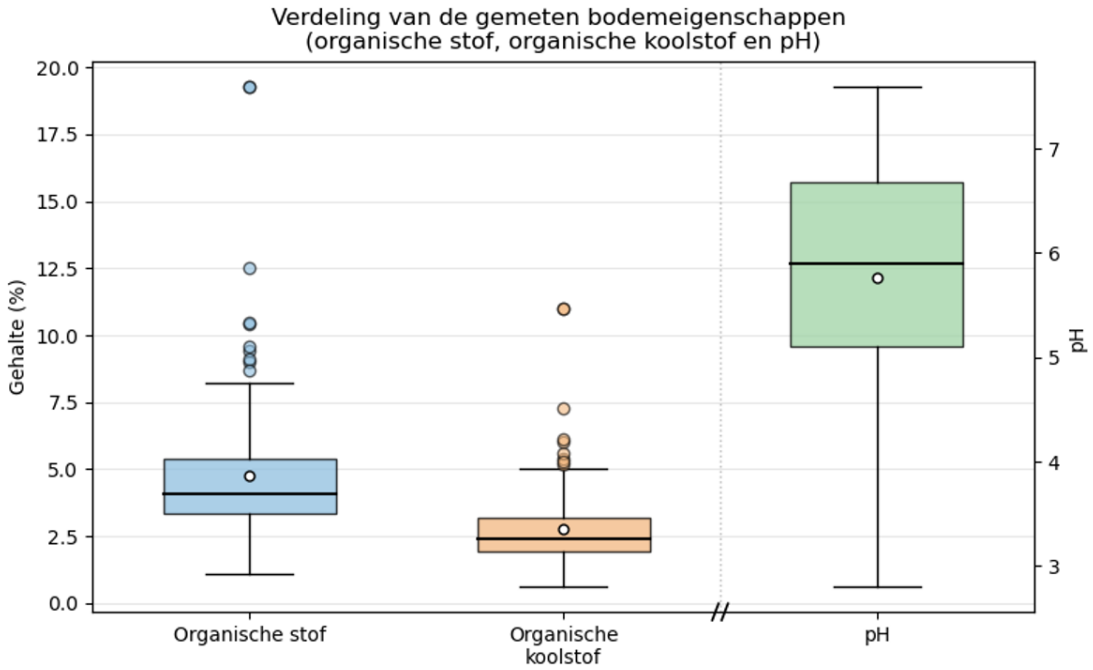
Op basis van de korrelgrootteverdeling-analyse en de bepaling van het kleigehalte die voor elk bodemstaal werd uitgevoerd kan de bodemtextuur volgens de Belgische bodemclassificatie bepaald worden. Figuur 12 geeft de bodemtexturen van alle geanalyseerde stalen weer op de textuurdriehoek, opgesplitst volgens de geografische clusters. Hieruit blijkt dat alle bodemtexturen in meer of mindere mate bemonsterd werden, behalve zware klei (letter U). Op basis van de opdeling volgens de clusters is duidelijk zichtbaar dat in cluster 2 (Noorderkempen) voornamelijk zand- (letter Z) en lemig zand-texturen (letter S) bemonsterd werden, terwijl in cluster 3 (Haspengouw) het voornamelijk om zandleem- (letter L) en leemtexturen (letter A) gaat. De bodemtexturen in cluster 1 (West-Vlaanderen) situeren zich voornamelijk in de klassen lemig zand (letter S) en licht zandleem (letter P). Deze texturen liggen in lijn met wat er volgens de Belgische bodemkaart in deze regio's verwacht kan worden en kunnen dus als representatief voor deze regio's beschouwd worden. Een volledig overzicht van alle analyseresultaten, gemeten op de 118 bodemstalen werd samengesteld en is als tabel toegevoegd als bijlage bij dit rapport (bijlage 3).



Figuur 12: Overzicht van de gemeten bodemtexturen voor alle geanalyseerde stalen volgens de classificatie van de Belgische bodemkaart, uitgesplitst per cluster.

4.2.2 Andere bodemeigenschappen

Naast de bodemtextuur werden ook het organische stofgehalte en de pH voor elk bodemstaal bepaald. Het gehalte organische stof wordt, conform CMA/2/II/A.7, afgeleid van het gehalte totaal organische koolstof (TOC) door het te vermenigvuldigen met de Van Bemmelenfactor van 1,72. De bemonsterde locaties vertonen een ruime variatie in bodemeigenschappen, met organische-stofgehalten van minimaal 1% tot maximaal 19,3% met een gemiddelde waarde van 4,8% en pH-waarden tussen de 2,8 en 7,6 met een gemiddelde van 5,8 (figuur 13). Deze lage pH-waarde van 2,8 werd gemeten in de bodemtoplaag van een bos (natuurgebied) in de Noorderkempen. De omrekening naar organische koolstofgehalten resulteert in waarden tussen 0,61 en 11%, met een gemiddelde waarde van 2,8%. Deze spreiding is groot, maar past binnen de heterogeniteit die voor Vlaamse bodems kan worden verwacht gezien de verschillen in bodemtype en landgebruik. Resultaten van het Vlaamse bodemkoolstofmonitoringnetwerk Cmon tonen bijvoorbeeld dat het gemiddelde gehalte organische koolstof in de bovenste 10 centimeter varieert van ongeveer 1,6% in akkerbodems tot 3,7% in blijvend grasland en 4,6% in bosbodems. Ook natuur- en niet-landbouwgraslanden hebben gemiddeld hogere gehalten dan akkers (Oorts et al., 2025).



Figuur 13: Overzicht van de gemeten concentraties organische stof (%) en organische koolstof (%) en de pH-waarden voor alle bodemstalen (n = 118).

Ook de waargenomen pH-range weerspiegelt de grote Vlaamse variatie. Binnen Cmon bedraagt de gemiddelde pH-KCl in de bovenste 10 cm ongeveer 3,8 onder bos, 4,4 in open natuur, 5,3 in blijvend grasland en 6,0 op akkerland (Oorts et al., 2025). Een pH rond 3 kan dus vooral worden geassocieerd met sterk zure bodems, zoals die onder bos en natuur kunnen voorkomen, terwijl waarden van 7 tot 8 eerder voorkomen in kalkrijkere, zwaardere of door bekalking beïnvloede bodems. De meetcampagne omvat bijgevolg bodems die zowel qua organische-stofgehalte als zuurtegraad een breed deel van de in Vlaanderen voorkomende bodemcondities vertegenwoordigen.

4.3 TARGETANALYSES PESTICIDEN

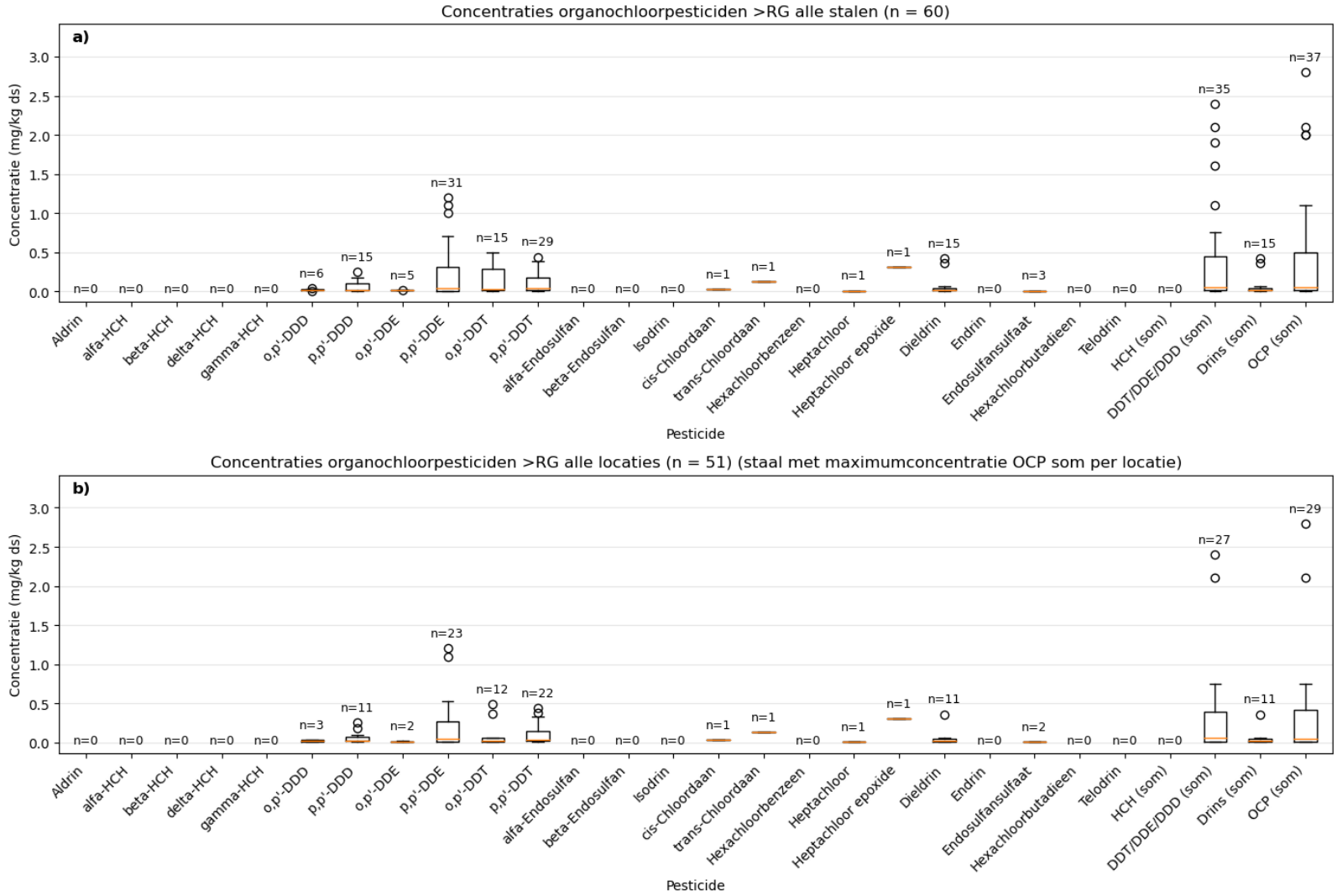
De resultaten van de targetanalyses pesticiden op de bodemstalen worden in onderstaande secties besproken, opgesplitst volgens de verschillende analysepakketten. Hierbij worden de organochloorpesticiden en glyfosaat/AMPA afzonderlijk besproken en worden tenslotte de resultaten van de brede screeningspakketten opgelijst.

4.3.1 Organochloorpesticiden

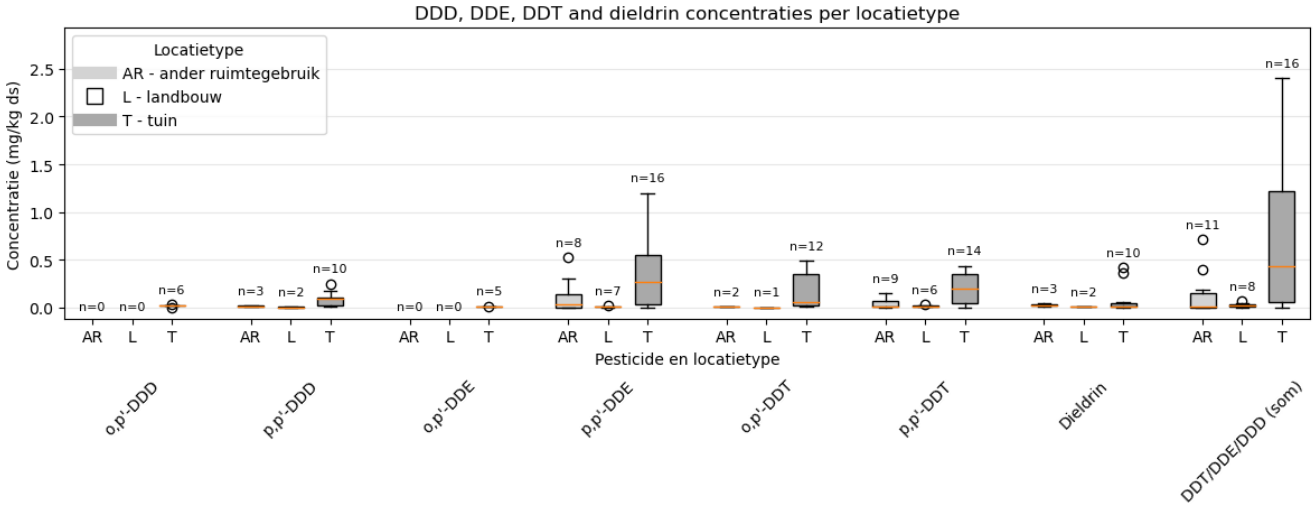
Van de in totaal 118 bodemstalen werden op 60 van deze stalen de concentraties aan organochloorpesticiden bepaald. In totaal werd in 37 van deze stalen (61,7%) minstens één werkzame stof boven de bepalingsgrens aangetroffen. Figuur 14 geeft een overzicht van de gemeten concentraties, uitgesplitst per werkzame stof. Uit

dit overzicht blijkt dat de organochloorpesticiden die boven de bepalingsgrens gemeten worden quasi uitsluitend bestaan uit dieldrin en DDT met de bijbehorende afbraakproducten DDE en DDD. De maximaal aangetroffen concentratie bedraagt 2,8 mg/kg droge stof voor de somparameter van alle organochloorpesticiden (OCP som). Bij de individuele werkzame stoffen worden de hoogste concentraties en de meest frequente overschrijdingen van de bepalingsgrens aangetroffen bij p,p'-DDE, wat de voornaamste metaboliet is van DDT.

Voor de stoffen waarvoor frequent concentraties boven de bepalingsgrens voorkomen (DDT met bijbehorende metabolieten en dieldrin) werden de resultaten uitgesplitst volgens de brede landgebruikscategorieën. Hieruit blijkt dat de hoogste concentraties voorkomen in de particuliere tuinen, in mindere mate gevolgd door de locaties onder "ander ruimtegebruik". De concentraties die op enkele locaties onder landbouwgebruik gemeten worden, overschrijden slechts zeer beperkt de bepalingsgrens. Dit patroon is gelijkaardig voor p,p'-DDT, p,p'-DDE en dieldrin (figuur 15).



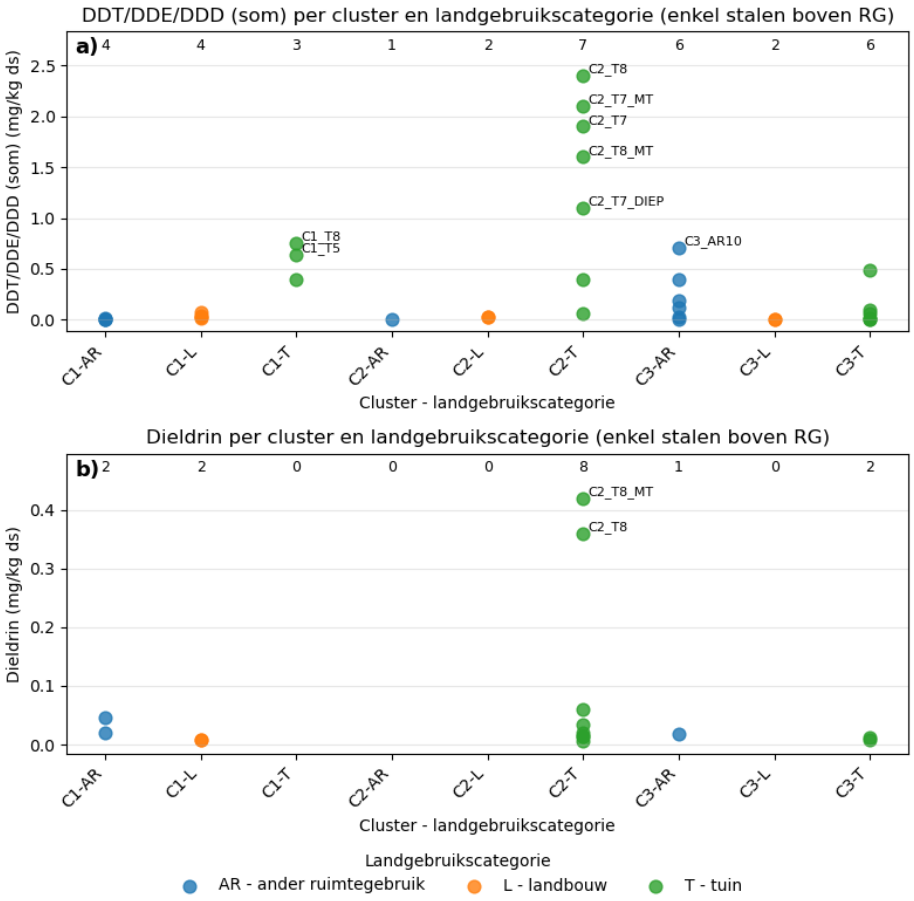
Figuur 14: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor elk van de pesticiden opgenomen in het organochloorpesticiden-pakket voor alle stalen (a) en voor de maximumconcentratie per locatie (b). Het aantal boven elke boxplot (n = …) geeft het aantal geanalyseerde stalen aan waarvoor een concentratie voor dit pesticide boven de bepalingsgrens gemeten werd. De somparameters worden aan de rechterzijde van deze figuur weergegeven. Concentraties onder de bepalingsgrens worden hierbij gelijkgesteld aan een nulconcentratie. De bepalingsgrens wordt tussen haakjes na de stofnaam gegeven in mg/kg ds.



Figuur 15: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor de verschillende isomeren van DDT, DDE en DDD en dieldrin, opgesplitst per brede landgebruikscategorie (ander ruimtegebruik, landbouw en tuinen). Het aantal boven elke boxplot (n = …) geeft het aantal geanalyseerde stalen aan waarvoor een concentratie voor dit pesticide boven de bepalingsgrens gemeten werd. De somparameter voor DDT, DDE en DDD wordt aan de rechterzijde van deze figuur weergegeven. Concentraties onder de bepalingsgrens worden hierbij gelijkgesteld aan een nulconcentratie.

De resultaten kunnen eveneens worden uitgesplitst volgens zowel de landgebruikscategorie als de ruimtelijke cluster (figuur 16). Hieruit blijkt dat voor som DDT/DDE/DDD de hoogste concentraties worden gemeten in cluster 2 (Noorderkempen), in tuinen waar (toevallig) meerdere stalen geanalyseerd werden. In tuin 7 werden stalen genomen van de siertuin (C2_T7), moestuin (C2_T7_MT) en de diepere bodemhorizont (C2_T7_DIEP). In tuin 8 werd eveneens zowel de siertuin als de moestuin bemonsterd. De eigenaars van deze tuin gaven in de bevraging aan dat ze bij de aankoop van het huis (in 1992) een kleine voorraad DDT hebben aangetroffen in het tuinhuis. Historisch gebruik van DDT op dit perceel is dus waarschijnlijk. Daarnaast blijkt eveneens dat de hogere concentraties in de categorie “ander ruimtegebruik” afkomstig zijn van cluster 3 (Haspengouw) en dat de overschrijdingen van de bepalingsgrens in landbouwlocaties zeer beperkt is, ongeacht de cluster.

Voor dieldrin worden eveneens de hoogste concentraties gemeten in tuinen, waarbij de hoogste twee waarden afkomstig zijn uit tuin 8 in de Noorderkempen, waar zowel de siertuin als moestuin bemonsterd werd. Voor locaties onder “ander ruimtegebruik” wordt op een aantal locaties in West-Vlaanderen (cluster 1) en Haspengouw (cluster 3) een overschrijding van de bepalingsgrens gemeten. Voor locaties onder landbouwgebruik gaat het om twee locaties in West-Vlaanderen (cluster 1).



Figuur 16: Concentraties som DDT/DDE/DDD (a) en dieldrin (b) boven de bepalingsgrens in mg/kg droge stof, opgesplitst volgens de landgebruikscategorie en cluster. De getallen bovenaan elk paneel geven het aantal meetpunten aan met een concentratie boven de bepalingsgrens. Concentraties onder de bepalingsgrens worden niet weergegeven op deze figuur.

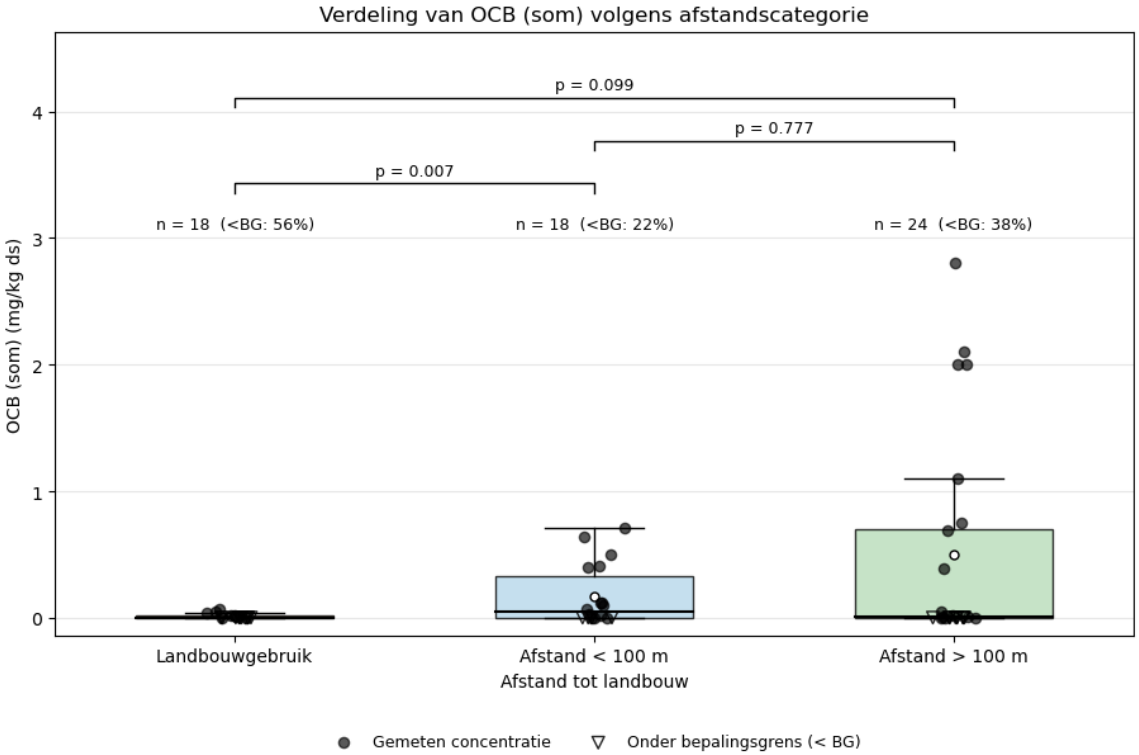
4.3.1.1 Relatie met bodemeigenschappen

De concentraties van organochloorpesticiden (OCP's) in bodem kunnen mede worden beïnvloed door de bodemeigenschappen. Door hun doorgaans hydrofobe karakter en relatief hoge affiniteit voor organische koolstof worden stoffen zoals DDT en zijn metabolieten sterk aan de vaste bodemfase gebonden. Een hoger gehalte aan organische koolstof kan daardoor leiden tot een sterkere retentie waardoor historische residuen langer in de bodem aanwezig kunnen blijven. Ook het kleigehalte kan bijdragen aan de retentie van OCP's, zowel via directe sorptie aan minerale oppervlakken als door de vaak hogere hoeveelheid organische stof in fijnere bodems (Li et al., 2025; Yu et al., 2013). Om na te gaan of de bodemeigenschappen een verklarende factor voor het geobserveerde patroon van OCP-concentraties zijn, werd een multivariate statistische analyse uitgevoerd. Hierbij werd nagegaan of er een statistisch verband aanwezig is tussen de individuele OCP's die in deze studie boven de bepalingsgrens werden gemeten (o,p'-DDT, p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD en dieldrin) en de

bodemeigenschappen (kleigehalte, percentage organische stof, pH, percentage leem en percentage zand). Hierbij kon voor geen enkele individuele OCP een statistisch significant verband met de gemeten bodemeigenschappen bepaald worden.

4.3.1.2 Afstand tot landbouwgebruik

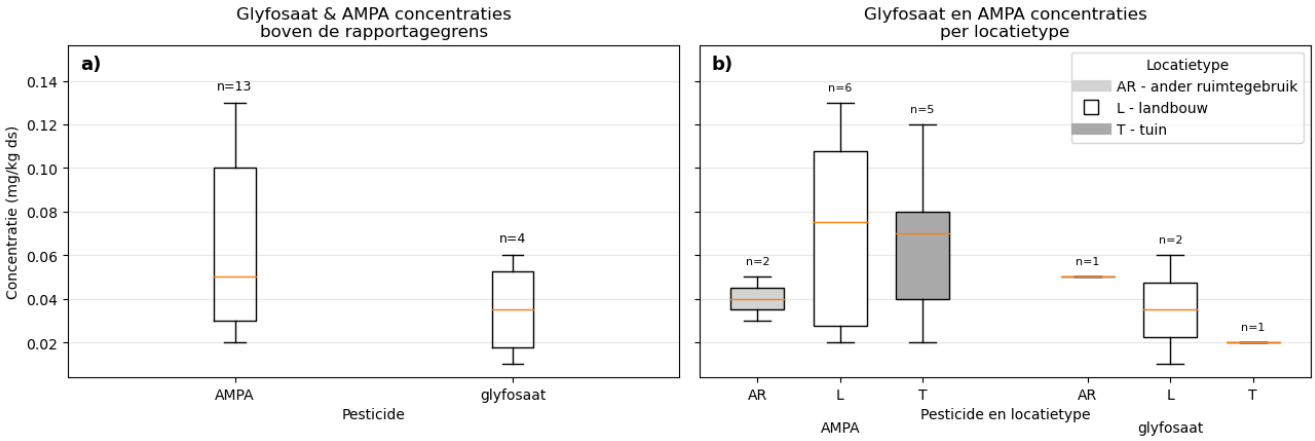
Eén van de elementen waarmee rekening gehouden werd tijdens de keuze van de staalnamelocaties was het eventuele onderlinge verband tussen concentraties op percelen met een landbouwgebruik en percelen met een ander landgebruik, enerzijds in de buurt van landbouwgebruik en anderzijds verder van landbouw gelegen. Figuur 17 geeft voor deze drie groepen van locaties de spreiding in gemeten concentraties organochloorpesticiden (OCP som) weer. Hieruit blijkt de lage concentraties en beperkte variatie in concentraties voor percelen onder landbouwgebruik in vergelijking met de andere percelen. Om na te gaan in welke mate er statistische verschillen tussen de groepen aanwezig zijn werden paarsgewijze Peto-Peto toetsen uitgevoerd. Deze niet-parametrische statistische test houdt rekening met linksgecensureerde meetwaarden, hetgeen in dit geval betekent dat waarden onder de bepalingsgrens niet als een exacte waarde worden beschouwd en is dus geschikt voor datasets waarbij een deel van de dataset zich onder de bepalingsgrens bevindt. De paarsgewijze vergelijkingen wijzen op een statistisch significant verschil tussen landbouwgebruik en ander landgebruik op minder dan 100 m van landbouw (p-waarde van 0,007) en een niet-significant verschil tussen landbouwgebruik en ander landgebruik op meer dan 100 m (p-waarde van 0,099) bij een significantieniveau van 0,05. Deze hogere p-waarde ondanks de ruimere spreiding in meetwaarden voor de locaties op meer dan 100 meter van landbouwgebruik kan verklaard worden door het hogere percentage meetpunten met een waarde onder de bepalingsgrens. Tussen beide afstandscategorieën ten opzichte van landbouwgebruik geeft de Peto-Peto-test geen significant verschil aan (p-waarde van 0,777).



Figuur 17: Boxplots van de gemeten concentraties (in mg/kg ds) voor de som organochloorpesticiden, opgesplitst volgens de afstand ten opzichte van landbouwgebruik. Concentraties onder de rapportagelimiet worden hier gelijkgesteld aan de rapportagelimiet en weergegeven als driehoekjes. Concentraties boven de bepalingsgrens worden weergegeven als zwarte cirkels. Paarsgewijze p-waarden op basis van Peto-peto-test worden bovenaan de figuur weergegeven. Het aantal boven elke boxplot (n = …) geeft het aantal geanalyseerde stalen aan.

4.3.2 Glyfosaat/AMPA

De eventuele aanwezigheid van glyfosaat en de metaboliet AMPA werd geanalyseerd op 62 van de 118 bodemstalen, waarbij in 13 van deze stalen (21%) AMPA werd gemeten met een concentratie boven de bepalingsgrens. In vier van de stalen werd glyfosaat gemeten met een concentratie boven de bepalingsgrens. De maximaal gemeten concentratie voor AMPA bedroeg 0,13 mg/kg droge stof, wat overeenkomt met 6,5 keer de bepalingsgrens (figuur 18). Wanneer deze resultaten worden uitgesplitst volgens de brede landgebruikscategorieën (landbouw, tuinen en ander ruimtegebruik) vertonen percelen onder landbouwgebruik of tuinen een gelijkaardige variatie in concentraties AMPA, terwijl deze lager liggen voor ander ruimtegebruik. Het aantal observaties met concentraties boven de bepalingsgrens is echter te laag om hierover gedetailleerde conclusies te trekken. Voor glyfosaat is het aantal locaties met een concentratie boven de bepalingsgrens (n=4) te laag om de opsplitsing volgens landgebruik te interpreteren. Omwille van het beperkte aantal locaties met concentraties boven de bepalingsgrens wordt ook de statistische analyse op basis van de afstand tot landbouwgebruik (zie hierboven) niet uitgevoerd.



Figuur 18: Boxplots van de gemeten concentraties boven de bepalingsgrens (in mg/kg ds) voor Glyfosaat en AMPA. Het aantal boven elke boxplot (n = …) geeft het aantal geanalyseerde stalen aan waarvoor een concentratie boven de bepalingsgrens gemeten werd. b) Boxplots van de gemeten concentraties boven de bepalingsgrens in (mg/kg ds), opgesplitst per brede landgebruikscategorie (ander ruimtegebruik, landbouw en tuinen).

4.3.3 Brede screeningspakketten

Naast de meer specifieke analysepakketten voor organochloorpesticiden en glyfosaat/AMPA werden ook vier verschillende brede screeningspakketten toegepast op de verzamelde bodemstalen. Deze pakketten omvatten in totaal 322 verschillende werkzame stoffen en werden gebruikt om met een zeer ruime blik het voorkomen van pesticiden(residuen) na te gaan in de Vlaamse bodems. Uit de resultaten blijkt dat er voor het overgrote deel van de geanalyseerde stoffen geen concentraties boven de bepalingsgrens werden aangetroffen. Op slechts 8 locaties werden in totaal 9 verschillende stoffen teruggevonden (tabel 4). De gemeten concentraties bevinden zich ook relatief dicht bij de bepalingsgrens, waarbij de maximale verhouding ten opzichte van de bepalingsgrens werd teruggevonden voor chloortoluron (9x de bepalingsgrens). In totaal gaat het om vijf herbiciden en vier fungiciden, waarvan allen toegelaten waren voor professioneel gebruik op het moment van staalname, behalve diuron (grotendeels verboden vanaf 2004). Van de 8 locaties zijn er zes in landbouwgebruik (vijf akkers en één laagstamfruitgaard), één in ander ruimtegebruik (omgezet van akker naar bos in 2024) en één in een tuin. In deze tuin, gelegen in een dorpskern in cluster 2 (Noorderkempen), werd de stof diuron teruggevonden die verboden is voor gebruik in België sinds 2004, behalve voor enkele producten met een gering gehalte diuron. Sinds 2020 is gebruik in de hele EU verboden.

				C1_AR1	C1_L4	C2_L10	C2_T5	C3_L3	C3_L7	C3_L9	C3_L10
Component	cas-nummer	Analysepakket	Eénheid	Recent aangeplant bos op landbouwgrond	akkerbouw	akkerbouw	tuin	akkerbouw	laagstam-fruitgaard	akkerbouw	akkerbouw
Tebuconazole	107534-96-3	GCMS-1	mg/kg ds		0,06						
Boscalid	188425-85-6	GCMS-234	mg/kg ds								0,05
Diflufenican	83164-33-4	GCMS-234	mg/kg ds					0,01		0,07	
Chloortoluron	15545-48-9	LCTQ-1	mg/kg ds							0,09	
Diuron	330-54-1	LCTQ-1	mg/kg ds				0,02				
Flufenacet	142459-58-3	LCTQ-1	mg/kg ds					0,01		0,03	
Fluopicolide	239110-15-7	LCTQ-1	mg/kg ds	0,01		0,03					
Methabenzthiazuron	18691-97-9	LCTQ-1	mg/kg ds							0,01	
Pyraclostrobin	175013-18-0	LCTQ-1	mg/kg ds						0,01		

Tabel 4: Overzicht van de locaties waar één of meerdere werkzame stoffen uit de brede screeningspakketten boven de bepalingsgrens werden gemeten, inclusief de gemeten concentraties (in mg/kg droge stof). De bepalingsgrenzen per stof kunnen worden teruggevonden in bijlage 2.

4.3.4 Diepere bodemstalen

Op zes locaties (twee per regio) werd naast een staal van de bodemtoplaag ook steeds een dieper bodemstaal genomen van de bodemhorizont onder de toplaag. Op deze locaties werden op beide dieptes dezelfde analysepakketten toegepast (zie eerder) om beide stalen steeds maximaal met elkaar te kunnen vergelijken. De zes locaties bestonden uit drie percelen onder landbouwgebruik (locaties C1_L9, C2_L2 en C3_L7), een tuin in de Noorderkempen (locatie C2_T7) en twee locaties onder ander ruimtegebruik in West-Vlaanderen en Haspengouw (locaties C1_AR4 en C3_AR10). Op vijf van de zes locaties werden organochloorpesticiden gemeten boven de bepalingsgrens (niet op locatie C3_L7). Hierbij variëren de gemeten concentraties van de som organochloorpesticiden tussen 0,027 en 2,0 mg/kg droge stof voor de bodemtoplaag en tussen 0,014 en 1,1 mg/kg droge stof voor de diepere horizont. Voor vier van deze vijf locaties zijn de concentraties steeds hoger in de bodemtoplaag. Enkel voor de locatie onder landbouwgebruik in West-Vlaanderen (locatie C1_L9) ligt de concentratie in de toplaag (0,038 mg/kg droge stof) lager dan in de onderliggende horizont (0,051 mg/kg droge stof). Van alle andere geanalyseerde pesticiden werden op deze zes locaties slechts drie pesticiden gemeten boven de bepalingsgrens. Op locatie C1_L9 werd AMPA gekwantificeerd in de toplaag, maar niet in de onderliggende horizont. Op locatie C3_L7 werden pyraclostrobin en glyfosaat gemeten in de bodemtoplaag boven de bepalingsgrens, maar niet in de onderliggende horizont. AMPA werd in beide bodemlagen gekwantificeerd, met een hogere concentratie in de toplaag (0,13 mg/kg droge stof) ten opzichte van de onderliggende laag (0,02 mg/kg droge stof).

4.4 SEMI-KWANTITATIEVE SCREENING MET DART-MS

De semi-kwantitatieve screening met DART-MS werd uitgevoerd op alle verzamelde bodemstalen. In totaal werd de aanwezigheid van slechts twee verschillende pesticiden aangetoond in vier van de 118 bodemstalen. Alle vier de locaties bevinden zich in de Noorderkempen. Fluopyram werd gemeten op een landbouwperceel (locatie C2_L6) en in twee moestuinen (locaties C2_T3 en C2_T9) en tetraconazool werd gemeten op één landbouwperceel (locatie C2_L8). Beide stoffen maken geen deel uit van de brede screeningspakketten. Bijgevolg is het dus niet mogelijk om deze DART-MS metingen te vergelijken met targetanalyses.

5 DISCUSSIE

5.1 AANWEZIGHEID PESTICIDEN IN BODEM

Over alle staalnamelocaties heen werd op 43 van de 100 locaties minstens één pesticide(residu) of metaboliet aangetroffen boven de bepalingsgrens. Waar de organochloorpesticiden en glyfosaat/AMPA relatief frequent werden vastgesteld (boven de bepalingsgrens), werden slechts weinig stoffen uit de brede screeningspakketten aangetroffen. Van de 322 stoffen die samen door de vier brede screeningspakketten werden geanalyseerd, werden op acht locaties in totaal negen verschillende stoffen boven de bepalingsgrens gemeten, doorgaans in concentraties die relatief dicht bij deze bepalingsgrens lagen. Het waargenomen patroon is waarschijnlijk het resultaat van een combinatie van verschillende factoren zoals de effectief gebruikte stoffen, het tijdstip van staalname en het gedrag van de stoffen in de bodem.

Na toepassing neemt de concentratie van een pesticide in de bodem af door een combinatie van processen en de snelheid waarmee dit gebeurt verschilt sterk tussen stoffen (Veloso et al., 2025). Voor veel pesticiden die toegelaten zijn voor gebruik is het tijdsvenster waarin de uitgangsstof na toepassing meetbaar blijft relatief beperkt. Zo vond een Tsjechische studie op akkerbodems dat naar schatting 63% van de toegepaste pesticiden niet tot het volgende groeiseizoen in meetbare hoeveelheden in de bodem bleef (Kosubová et al., 2020). De staalnames van deze meetcampagne vonden bewust plaats buiten het groeiseizoen. Het opzet van deze meetcampagne was daarmee in de eerste plaats geschikt om stoffen en metabolieten te identificeren die langere tijd na toepassing aanwezig blijven, en niet om de mogelijk hogere concentraties kort na gebruik op te pikken. Voor veel professioneel gebruikte gewasbeschermingsmiddelen lag de staalname waarschijnlijk buiten de toepassingsperiode, al kan dat op basis van de beschikbare informatie niet voor alle stoffen met zekerheid gesteld worden. Een aanzienlijk deel van deze stoffen kan daardoor al vóór het begin van de winter zijn afgebroken, omgezet of uit de bodemtoplaag zijn verdwenen.

In tegenstelling tot de stoffen uit de brede screeningspakketten werden de organochloorpesticiden wel frequent boven de bepalingsgrens gedetecteerd. In meer dan 60% van de geanalyseerde stalen (37/60) werd minstens één organochloorpesticide gemeten, waarbij het meestal gaat om DDT/DDD/DDE en dieldrin. Deze frequente detectie contrasteert met het feit dat beide stoffen sinds de jaren ’70 verboden zijn voor gebruik in België. Anderzijds zijn deze stoffen ook erg persistent in het milieu en adsoberen ze sterk aan de bodemdeeltjes. Deze eigenschappen, in combinatie met de toxiciteit lagen dan ook aan de basis van het verbod. Dat in deze meetcampagne vooral p,p’-DDE frequent werd aangetroffen, is dan ook verenigbaar met een oudere, al gedeeltelijk afgebroken DDT-belasting, maar de verhouding vormt op zichzelf geen sluitend bewijs voor het tijdstip of de bron van de oorspronkelijke toepassing. De frequente detectie van organochloorpesticiden ligt ook in lijn met andere monitoringsstudies, zowel in bodem als bijvoorbeeld bij humane biomonitoring (Schoeters et al., 2022). Ook in de studie van Silva et al. (2019) op basis van LUCAS 2015-bodemdata behoorden DDT en metabolieten, samen met glyfosaat en AMPA, tot de meest frequent aangetroffen stoffen en de stoffen met de hoogste concentraties.

Voor glyfosaat en AMPA speelt waarschijnlijk een combinatie van het relatief frequente gebruik en persistentie. In de huidige campagne werd AMPA in 13 van de 62 hierop onderzochte stalen aangetroffen, tegenover glyfosaat in vier stalen. De frequentere detectie van AMPA is consistent met de omzetting van glyfosaat naar deze metaboliet en met het feit dat AMPA onder bepaalde bodemomstandigheden langer kan achterblijven dan de uitgangsstof. Ook een relatief frequente of herhaalde toepassing kan bijdragen aan een residu in de bodem. Een Portugese studie analyseerde bodems op vijf tijdstippen tussen februari en oktober. Hierbij werden glyfosaat en AMPA gedurende alle meetmomenten en in alle onderzochte locaties teruggevonden, ook in februari vóór de eerste geregistreerde glyfosaat-toepassing van dat jaar (Veloso et al., 2025). De auteurs concludeerden dat de veldafbraak trager kon verlopen dan op basis van standaardparameters werd verwacht en dat zowel eerdere toepassingen als de toegepaste hoeveelheden bijdroegen aan de gemeten achtergrondconcentraties (Veloso et al., 2025). Voor deze meetcampagne kan een verband met frequent gebruik momenteel niet worden aangetoond. Glyfosaat werd in de (vrijblijvende) deelnemersbevraging slechts voor vier locaties expliciet genoemd, maar voor het merendeel van de percelen ontbrak gedetailleerde informatie over de gebruikte werkzame stoffen en toepassingsmomenten. Van deze vier locaties werd glyfosaat/AMPA geanalyseerd op drie locaties, waarbij slechts in één van de stalen (cluster 1, tuin 3 (C1_T3)), de aanwezigheid van AMPA werd bevestigd.

Naast afbraak en tijdsdynamiek heeft ook de onderzoeksopzet invloed op het aantal detecties. Niet elke stof werd op alle 118 stalen bepaald, waardoor de kans om sporadisch voorkomende of sterk plaatsgebonden residuen aan te treffen kleiner was. Bovendien omvatte de campagne naast landbouwpercelen ook tuinen, natuur, recreatiegebieden en andere landgebruikstypes waarop het actuele gebruik van heel wat producten die enkel professioneel mogen gebruikt worden vermoedelijk minder frequent is.

De screening met DART-MS leidde tot een zeer beperkte detectie van pesticiden in de bodem. In totaal werd slechts voor twee pesticiden de aanwezigheid bevestigd in vier bodemstalen, ondanks de zeer uitgebreide bibliotheek aan pesticiden (644 verschillende stoffen), die de DART-MS screening kan detecteren. Dit lage aantal kan met twee verschillende argumenten verklaard worden. Enerzijds liggen deze lage detectiefrequenties in lijn met de targetanalyses op basis van de brede screeningspakketten. Ook daarmee werd slechts een zeer beperkt aantal stoffen boven de bepalingsgrens gemeten. Aangezien DART-MS doorgaans hogere aantoonbaarheidsgrenzen heeft dan targetanalyses valt het dus te verwachten dat deze stoffen niet gedetecteerd worden omwille van het feit dat de gemeten concentraties de rapportagegrenzen slechts beperkt overschrijden. De enige groep van pesticiden waarvoor de gemeten concentraties wel hoger liggen en de bepalingsgrenzen in grotere mate overschrijden zijn de organochloorpesticiden. Echter, zoals aangegeven in de methodologie-sectie (zie sectie 3.3.2) zorgt de moleculaire structuur van de organochloorpesticiden ervoor dat zij zeer moeilijk gedetecteerd kunnen worden door DART-MS. Glyfosaat/AMPA, dat in deze meetcampagne op heel wat locaties werd gemeten boven de bepalingsgrens, is niet opgenomen in de pesticiden-bibliotheek, waardoor DART-MS deze stoffen niet kan detecteren. Bijgevolg is het gebruik van DART-MS als snelle screeningstool niet aangewezen voor de variatie en concentraties van pesticiden zoals ze in deze meetcampagne in de bodem zijn aangetroffen.

Uit de analyse van de meetresultaten op de locaties waar ook diepere bodemstalen geanalyseerd werden blijkt dat de concentraties in de bodemtoplaag doorgaans hoger liggen dan deze in de onderliggende horizont. De

organochloorpesticiden worden op de meeste locaties in beide bodemlagen aangetroffen, zij het in beperkte concentraties. Van de overige geanalyseerde pesticiden werd slechts één stof (AMPA) ook in een diepere bodemlaag gemeten boven de bepalingsgrens. Uit deze (beperkte) analyse van de diepere bodemlagen kan geconcludeerd worden dat de bodemtoplaag de meest geschikte bodemhorizont is voor de monitoring van pesticiden in bodem en dat analyses van de diepere bodemhorizonten over het algemeen slechts beperkt bijkomende informatie opleveren.

5.2 RUIMTELIJKE VARIATIE IN PESTICIDENCONCENTRATIES

De locatieselectie van deze meetcampagne bevatte een duidelijke ruimtelijke component, met de keuze voor drie regio's voor de staalnames en een variatie aan bemonsterde landgebruikstypes. Op basis van de bekomen resultaten lijkt, zoals te verwachten op basis van gebruik, vooral landgebruik de onderscheidende factor te zijn, eerder dan de geografische regio's of de bodemeigenschappen. Dit heeft te maken met het feit dat voornamelijk de organochloorpesticiden boven de bepalingsgrens worden gemeten, terwijl voor de brede screeningspakketten, waarin voornamelijk de stoffen die momenteel toegelaten zijn voor gebruik opgenomen zijn, amper concentraties boven de bepalingsgrens werden gevonden. Voor organochloorpesticiden liggen de concentraties duidelijk hoger in tuinen en in mindere mate bij ander ruimtegebruik dan op landbouwpercelen. Voor de som van de organochloorpesticiden was het verschil tussen landbouw en meetlocaties met een ander landgebruik op minder dan 100 meter van landbouwgebruik statistisch significant, terwijl er geen verschil werd gevonden tussen niet-landbouwlocaties dichterbij en verder dan 100 meter van actief landbouwgebruik. Dit patroon past beter bij een historische belasting die samenhangt met de gebruikshistoriek van het perceel.

Voor een onderscheid tussen West-Vlaanderen, Noorderkempen en Haspengouw is meer terughoudendheid nodig. De hoogste DDT/DDE/DDD-concentraties werden bijvoorbeeld in de Noorderkempen gevonden, maar waren grotendeels afkomstig van twee individuele tuinen waarvan bovendien meerdere deelstalen werden onderzocht. De huidige drie clusters zijn vooral bruikbaar als eerste stratificatie naar contrasterende bodem-, landbouw- en landschapscontexten. Voor gebiedsgerichte beleidsmaatregelen zijn meer onafhankelijke locaties nodig.

5.3 TOETSINGSWAARDEN PESTICIDEN IN BODEM

In tegenstelling tot voor grond-, oppervlakte- en drinkwater, bestaat er momenteel in Vlaanderen geen normenkader voor pesticiden in bodem waaraan de gemeten concentraties pesticiden uit deze meetcampagne getoetst kunnen worden. In 2014 werd er echter door VITO een studie uitgevoerd in opdracht van OVAM (studie niet publiek) waarin toetsingswaarden werden afgeleid voor organochloorpesticiden in particuliere tuinen (Cornelis et al., 2014). Specifiek zijn er referentiewaarden beschikbaar voor de somparameter van DDT, DDE en DDD en voor de somparameter van aldrin en dieldrin. Deze waarden werden bepaald voor een Vlaamse standaardbodem (2% organische stof en 10% klei) met behulp van het S-RISK model (versie 1.0.09). In totaal werden toetsingswaarden doorgerekend voor zes verschillende scenario's met variërende consumptiehoeveelheden groenten en eieren uit de eigen (moes)tuin (Tabel 5). Hierbij dient benadrukt te worden dat deze toetsing uitgaat van een potentieel risico. Zo worden bijvoorbeeld alle stalen getoetst aan

scenario's met consumptie van eieren, ook al werden de stalen niet noodzakelijk genomen in een kippenren. Er wordt dus gefocust op het mogelijke risico, waarbij de eigenaar mogelijks zijn/haar tuin inricht met een kippenren en niet enkel op het huidige risico waar misschien geen eieren uit eigen tuin gegeten worden.

Tabel 5: Toetsingswaarden som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin volgens Cornelis et al. (2014)

Scenario zonder consumptie van eieren	**Som DDT/DDE/DDD**	**Som aldrin/dieldrin**
Moestuin met hoog aandeel groenten uit eigen tuin	27 mg/kg ds	0,33 mg/kg ds
Moestuin met gematigd aandeel groenten uit eigen tuin	25 mg/kg ds	0,2 mg/kg ds
Geen moestuin	44 mg/kg ds	2,2 mg/kg ds
Scenario met consumptie van eieren	**Som DDT/DDE/DDD**	**Som aldrin/dieldrin**
Moestuin met hoog aandeel groenten uit eigen tuin	0,61 mg/kg ds	0,03 mg/kg ds
Moestuin met gematigd aandeel groenten uit eigen tuin	1 mg/kg ds	0,05 mg/kg ds
Geen moestuin	1,02 mg/kg ds	0,06 mg/kg ds

Een hoog aandeel eigen teelt betekent dat 50% van de aardappelen en 100% van de overige groenten uit de eigen tuin komt. Bij een gematigd aandeel is dit 30% voor zowel aardappelen als groenten. Voor eieren wordt uitgegaan van 60% eigen productie, wat voor een volwassene neerkomt op ongeveer drie eieren per week. De consumptiecijfers houden rekening met een hogere consumptie bij eigen productie. Voor meer details over de scenario's en toxicologische stofeigenschappen wordt verwezen naar Cornelis et al. (Cornelis et al., 2014).

5.3.1 Toetsing van de gemeten concentraties

Voor elk van de bodemstalen waar de aanwezigheid van dieldrin of DDT en metabolieten DDD en DDE werden vastgesteld, werden de concentraties voor som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin getoetst aan de omgerekende toetsingswaarden zoals afkomstig uit Cornelis et al. (2014) (zie hierboven) op basis van het effectieve gehalte organische stof dat werd teruggevonden in het staal. Zo zal bijvoorbeeld voor een bodem met een gehalte organische stof van 4% de toetsingswaarde tweemaal zo hoog zijn als voor een standaardbodem met 2% organische stof. Deze correctie is een belangrijke tussenstap omdat organochloorpesticiden zich sterk hechten aan de organische stof in de bodem, waardoor het organische stofgehalte het gedrag sterk beïnvloedt.

Voor zes bodemstalen afkomstig uit vier verschillende tuinen wordt de locatiespecifieke toetsingswaarde overschreden (Tabel 6). Meer specifiek gaat het om de volgende resultaten:

- In de scenario's zonder eiconsumptie uit de eigen tuin zijn er in deze meetcampagne geen overschrijdingen van de toetsingswaarden voor som DDT/DDE/DDD en/of som aldrin/dieldrin.
- Locatie C2_T8: Op deze locatie werd zowel een staal in de moestuin als een staal uit de siertuin geanalyseerd. In de siertuin worden de locatiespecifieke toetsingswaarden overschreden voor alle scenario's met eiconsumptie, ongeacht de groentenconsumptie, voor zowel som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin. In de moestuin worden de toetsingswaarden overschreden voor alle scenario's met eiconsumptie voor som aldrin/dieldrin.
- Locatie C2_T7: Op deze locatie werden drie stalen geanalyseerd: de bodemtoplaag in de siertuin, de diepere bodemhorizont in de siertuin en een staal uit de moestuin. Beide stalen uit de siertuin

overschrijden de toetsingswaarde voor som DDT/DDE/DDD voor het scenario met eiconsumptie en veel consumptie van eigen groenten. Het staal uit de moestuin overschrijdt geen enkele van de toetsingswaarden.

- Locatie C2_T2: Het staal uit deze tuin overschrijdt de toetsingswaarde voor som aldrin/dieldrin voor het scenario met eiconsumptie en veel consumptie van eigen groenten.
- Locatie C1_T8: Het staal uit deze tuin overschrijdt de toetsingswaarde voor som DDT/DDE/DDD voor het scenario met eiconsumptie en veel consumptie van eigen groenten.

				staalnamelocaties (locatie-ID's)					
scenario		toetsingswaarde voor 2% organische stof		C1_T8	C2_T2	C2_T7	C2_T7 dieper staal	C2_T8	C2_T8 moestuin
DDT/DDE/DDD (som)	consumptie van eieren, veel groenten	0,61 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	0,64 mg/kg ds	1,04 mg/kg ds	1,83 mg/kg ds	1,01 mg/kg ds	1,40 mg/kg ds	3,81 mg/kg ds
			gemeten concentratie	0,75 mg/kg ds	0,057 mg/kg ds	1,90 mg/kg ds	1,10 mg/kg ds	2,40 mg/kg ds	1,6 mg/kg ds
	consumptie van eieren, gematigd groenten	1 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	2,10 mg/kg ds	1,70 mg/kg ds	3,00 mg/kg ds	3,30 mg/kg ds	2,30 mg/kg ds	6,25 mg/kg ds
			gemeten concentratie	0,75 mg/kg ds	0,057 mg/kg ds	1,90 mg/kg ds	1,10 mg/kg ds	2,40 mg/kg ds	1,6 mg/kg ds
	consumptie van eieren, geen groenten	1,02 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	1,07 mg/kg ds	1,73 mg/kg ds	3,06 mg/kg ds	1,68 mg/kg ds	2,35 mg/kg ds	6,38 mg/kg ds
			gemeten concentratie	0,75 mg/kg ds	0,057 mg/kg ds	1,90 mg/kg ds	1,10 mg/kg ds	2,40 mg/kg ds	1,6 mg/kg ds
			gemeten gehalte organische stof	2,1 % g/g ds	3,4 % g/g ds	6,0 % g/g ds	3,3 % g/g ds	4,6 % g/g ds	12,5 % g/g ds

				staalnamelocaties (locatie-ID's)					
scenario		toetsingswaarde voor 2% organische stof		C1_T8	C2_T2	C2_T7	C2_T7 dieper staal	C2_T8	C2_T8 moestuin
Aldrin + dieldrin	consumptie van eieren, veel groenten	0,03 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	0,032 mg/kg ds	0,05 mg/kg ds	0,09 mg/kg ds	0,05 mg/kg ds	0,07 mg/kg ds	0,19 mg/kg ds
			gemeten concentratie	< 0,005 mg/kg ds	0,06 mg/kg ds	0,014 mg/kg ds	0,0053 mg/kg ds	0,36 mg/kg ds	0,42 mg/kg ds
	consumptie van eieren, gematigd groenten	0,05 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	0,053 mg/kg ds	0,09 mg/kg ds	0,15 mg/kg ds	0,08 mg/kg ds	0,12 mg/kg ds	0,31 mg/kg ds
			gemeten concentratie	< 0,005 mg/kg ds	0,06 mg/kg ds	0,014 mg/kg ds	0,0053 mg/kg ds	0,36 mg/kg ds	0,42 mg/kg ds
	consumptie van eieren, geen groenten	0,06 mg/kg ds	omgerekende toetsingswaarde	0,063 mg/kg ds	0,10 mg/kg ds	0,18 mg/kg ds	0,10 mg/kg ds	0,14 mg/kg ds	0,38 mg/kg ds
			gemeten concentratie	< 0,005 mg/kg ds	0,06 mg/kg ds	0,014 mg/kg ds	0,0053 mg/kg ds	0,36 mg/kg ds	0,42 mg/kg ds
			gemeten gehalte organische stof	2,1 % g/g ds	3,4 % g/g ds	6,0 % g/g ds	3,3 % g/g ds	4,6 % g/g ds	12,5 % g/g ds

Tabel 6: Overzicht van de toetsing voor som DDT/DDE/DDD en som aldrin/dieldrin voor de S-RISK scenario's met consumptie van eieren (zie tabel 5). De tabel geeft een overzicht van de gemeten concentraties (in mg/kg droge stof) en de gehanteerde toetsingswaarden (in mg/kg droge stof). Voor elke locatie werd de toetsingswaarde lineair omgerekend naar een locatiespecifieke toetsingswaarde op basis van het gehalte organische stof van het bodemstaal. Overschrijdingen worden in het rood aangeduid.

5.4 VERGELIJKING MET ANDERE MONITORINGSTUDIES

5.4.1 Bodem

De resultaten van deze meetcampagne kunnen vergeleken worden met de beschikbare data van andere Europese monitoringscampagnes zoals de LUCAS bodemmonitoringscampagnes. In eerste instantie kan nagegaan worden hoe de variatie aan stoffen die in deze studie boven de bepalingsgrens werden gemeten zich verhoudt tot de stoffen die in andere bodemstudies worden aangetroffen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de 23 verschillende stoffen die in deze campagne op minstens één locatie de bepalingsgrens overschrijden en geeft hierbij voor de verschillende Europese monitoringsstudies aan of deze stoffen geanalyseerd werden maar niet aangetroffen werden (lichtgroen), gemeten werden boven de bepalingsgrens op minstens één meetlocatie, maar niet in België (groen) of gemeten werden boven de bepalingsgrens op meetlocaties in België (donkergroen) (tabel 7). Uit deze beschikbare studies bevat enkel de LUCAS 2015 monitoring ook meetlocaties in België.

Hieruit kunnen een aantal interessante zaken afgeleid worden. Ondanks het feit dat het screeningspakket in deze meetcampagne ruimer was dan in de andere studies zijn alle stoffen die hier boven de bepalingsgrens gemeten worden opgenomen in de analysepakketten van de andere studies. Dit kon in zekere mate ook verwacht worden aangezien beschikbare bronnen over monitoringsstudies in bodem gebruikt werden om relevante analysepakketten te selecteren. Daarnaast zijn er een aantal stoffen die in deze Vlaamse meetcampagne aangetroffen worden en niet in de andere studies: methabenzthiazuron, heptachloorepoxide en dieldrin. Voor de eerste twee stoffen gaat het om één meetlocatie in deze meetcampagne en worden de stoffen dus niet frequent teruggevonden. Dieldrin daarentegen wordt in deze studie wel in 15 stalen gevonden. Dit verschil kan te maken hebben met het feit dat de andere Europese studies sterk focussen op staalnames op landbouwpercelen, terwijl de hogere dieldrin-concentraties hier voornamelijk in tuinen werden aangetroffen. Als laatste element kan opgemerkt worden dat de meeste stoffen uit de brede screeningspakketten ook teruggevonden werden op de Belgische staalnamelocaties in de LUCAS 2018-monitoring. De twee stoffen waarvoor dit niet geldt (chloortoluron en methabenzthiazuron) werden op slechts één locatie aangetroffen. Dit geeft aan dat de groep van stoffen die in deze studie werd teruggevonden, hoewel beperkt in zijn variatie, in lijn ligt met eerdere bodemmetingen in België.

Naast deze vergelijking op basis van werkzame stoffen kan ook gekeken worden naar de frequentie waarmee één of meerdere stoffen in een bodemstaal gedetecteerd wordt. Van de 118 geanalyseerde bodemstalen in deze studie bevatten 52 stalen, ofwel 44,1%, minstens één pesticide of metaboliet boven de bepalingsgrens, terwijl in 32 stalen, ofwel 27,1%, minstens twee stoffen werden aangetroffen. Deze percentages liggen duidelijk lager dan in de studie van Silva et al. (2019) gebaseerd op de LUCAS monitoring van 2015 waar in 83% van 317 onderzochte landbouwbodems minstens één residu aanwezig was en in 58% van de bodems een mengsel van twee of meer residuen werd aangetroffen(Silva et al., 2019). Ook in de LUCAS-monitoring van 2018 lag de detectiefrequentie hoger: in 74,5% van de 3.473 onderzochte landbouwbodems werd minstens één residu aangetroffen en 57,1% van de stalen bevatte twee of meer stoffen (Vieira et al., 2023). Knuth et al. (2024)

rapporteerden de hoogste frequenties, met minstens één residu in 97% van 201 biologisch en conventioneel beheerde landbouwbodems en minstens twee residuen in 87,6% van de stalen.

Tabel 7: Overzicht van de werkzame stoffen die in deze meetcampagne worden gemeten boven de bepalingsgrens, inclusief het aantal overschrijdingen van deze grens. Voor elk van deze stoffen wordt voor de verschillende Europese monitoringsstudies aangegeven of deze stoffen geanalyseerd werden maar niet aangetroffen werden (lichtgroen), gemeten werden boven de bepalingsgrens, maar niet in België (groen) of gemeten werden boven de bepalingsgrens op meetlocaties in België (donkergroen).

	werkzame stof	aantal > BG op aantal geanalyseerd in deze studie	Vieira et al. (2023) (LUCAS 2018) (9 meetlocaties in België)	Silva et al. (2019) (LUCAS 2015) (geen Belgische meetpunten)	Knuth et al. (2024) (geen Belgische meetpunten)
brede screening	tebuconazool	1/42			
	boscalid	1/27			
	diflufenican	2/27			
	glyfosaat	4/62			
	AMPA	13/62			
	diuron	1/58			
	chloortoluron	1/58			
	methabenzthiazuron	1/58			
	pyraclostrobin	1/58			
	flufenacet	2/58			
	fluopicolide	2/58			
Organochloor-pesticiden	cis-chloordaan	1/60			
	trans-chloordaan	1/60			
	heptachloor	1/60			
	heptachloor epoxide	1/60			
	endosulfansulfaat	3/60			
	o,p'-DDT	15/60			
	o,p'-DDD	6/60			
	o,p'-DDE	5/60			
	p,p'-DDT	29/60			
	p,p'-DDD	15/60			
	p,p'-DDE	31/60			
	dieldrin	15/60			
DART-MS	Fluopyram	3/118			
	Tetraconazool	1/118			

Een eerste belangrijk verschil betreft het aantal stoffen dat per individueel staal werd onderzocht. In deze studie werd op elk staal slechts een selectie van de analysepakketten toegepast. Hoewel de vier brede screeningspakketten samen 322 verschillende stoffen omvatten, betekent dit dus niet dat elk staal op alle

stoffen uit de verschillende target-analysepakketten werd onderzocht. In de andere Europese studies werden vaste analysepakketten van 76 (Silva et al., 2019), 118 (Vieira et al., 2023) en 192 (Knuth et al., 2024) stoffen op de onderzochte stalen toegepast. De gerapporteerde percentages moeten daarom worden beschouwd als het aandeel positieve stalen binnen een variabel analyseprogramma en niet als een prevalentie op basis van één identiek stoffenpakket voor alle stalen. Ook merken de auteurs van de LUCAS-studie expliciet op dat uitbreiding van het aantal onderzochte stoffen waarschijnlijk tot hogere detectiefrequenties zou leiden (Vieira et al., 2023).

Een tweede belangrijk verschil is het tijdstip van staalname. De stalen in deze studie werden tussen 14 en 30 januari 2026 verzameld en de meetcampagne was bewust gericht op stoffen die buiten een periode van actieve toepassing nog in de bodem aanwezig waren, eerder dan op maximale concentraties kort na gebruik. Silva et al. (2019) en Vieira et al. (2023) bemonsterden daarentegen tussen april en oktober en dus grotendeels tijdens het landbouw- en toepassingsseizoen. Bij Knuth et al. (2024) vond de staalname eveneens tijdens het groeiseizoen plaats en werd de timing zo geharmoniseerd dat op de meeste locaties rond het moment van staalname behandelingen met gewasbeschermingsmiddelen plaatsvonden. Hierdoor was in deze studies de kans groter om recent toegepaste, minder persistente stoffen en hun vroege omzettingsproducten aan te treffen. De timing verklaart het verschil echter niet volledig, aangezien Knuth et al. (2024) vaststelden dat slechts 21% van de gedetecteerde residuen in het betreffende groeiseizoen op het perceel was toegepast. Eerdere toepassingen, persistente stoffen en aanvoer vanuit de omgeving leverden dus eveneens een bijdrage aan de hoge detectiefrequenties.

Tenslotte verschilt de samenstelling van de bemonsterde landgebruikstypes. Van de 100 Vlaamse staalnamelocaties waren er slechts 33 in actief landbouwgebruik en werden er ook heel wat landgebruikstypes bemonsterd waar recent pesticidegebruik waarschijnlijk beperkt is zoals natuurgebieden. Silva et al. (2019) onderzochten uitsluitend landbouwbodems en selecteerden bovendien landen en gewassen met een groot landbouwareaal, een hoog pesticidegebruik of een relatief hoge pesticide-inzet per hectare. Ook Knuth et al. (2024) beperkten de staalname tot biologisch of conventioneel beheerde landbouwvelden binnen acht teeltsystemen. Het belang van deze landgebruikssamenstelling wordt bevestigd door de LUCAS 2018 resultaten: op akkerland werd in 85,8% van de stalen minstens één residu aangetroffen, tegenover ongeveer 48% op grasland (Vieira et al., 2023). De beperking van deze studies tot landbouwpercelen impliceert echter niet dat pesticide(residuen) uitsluitend of hoofdzakelijk in landbouwbodems voorkomen. In de voorliggende studie werden ook op niet-landbouw locaties residuen aangetroffen; de hoogste concentraties van DDT-gerelateerde stoffen kwamen bijvoorbeeld voor in particuliere tuinen en, in mindere mate, bij ander ruimtegebruik.

De verschillen qua detectiefrequentie tussen deze studie en andere Europese bodemmonitoringsstudies kan dus wel in zekere mate verklaard worden, maar de lagere percentages in deze studie mogen niet zonder meer worden geïnterpreteerd als bewijs dat Vlaamse bodems in het algemeen minder met pesticideresiduen zijn belast, aangezien de onderzoeksopzet, de analysemethoden en de bemonsterde populaties verschillen.

5.4.2 Humane biomonitoring

De resultaten van deze meetcampagne in bodem vertonen overeenkomsten met de meest recente fase van de Vlaamse humane biomonitoring waarvoor de resultaten al gepubliceerd werden (FLEHS IV: 2016-2020)

(Schoeters et al., 2022). De grootste gemeenschappelijke factor is het voorkomen van de organochloorpesticiden. In bodem werden voornamelijk DDT en de metabolieten DDE en DDD, evenals dieldrin, aangetroffen, terwijl in FLEHS IV onder meer DDT, DDE en verschillende andere organochloorpesticiden in het bloed van Vlaamse jongeren werden vastgesteld. Uit de verschillende fasen van de biomonitoring blijkt voor DDE, dat in deze meetcampagne het meest frequent boven de bepalingsgrens werd gemeten, een dalende tendens vertoont.

Ook voor glyfosaat/AMPA is er een overeenkomst: beide stoffen werden in de bodem aangetroffen boven de bepalingsgrens (4x voor glyfosaat en 11x voor AMPA) en konden bij respectievelijk 41% en 56% van de onderzochte jongeren in urine worden gekwantificeerd. Voor de overige pesticiden is de overeenkomst beperkter. Zo wees FLEHS IV op een wijdverspreide blootstelling aan pyrethroïden en chloorpyrifos, terwijl deze stoffen in de bodemcampagne niet werden gemeten boven de bepalingsgrens. Deze verschillen zijn niet noodzakelijk tegenstrijdig, aangezien humane biomonitoring de totale blootstelling via verschillende routes weerspiegelt, waaronder voeding en het binnenmilieu, terwijl bodemmetingen uitsluitend informatie geven over het voorkomen van pesticiden in één milieucompartiment. Bovendien kan de timing van de staalnames hier ook een rol spelen aangezien bijvoorbeeld gebruik van chloorpyrifos sinds 2020 verboden is binnen de EU.

5.4.3 Grond- en oppervlaktewater

De resultaten van deze meetcampagne kunnen eveneens vergeleken worden met de monitoring van pesticiden in grond- en oppervlaktewater door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). De meetresultaten kunnen echter moeilijk één op één met elkaar vergeleken worden, aangezien deze meetcampagne gebaseerd is op een eenmalige staalname op een beperkt aantal locaties, terwijl monitoring van grond- en oppervlaktewater bestaat uit langlopende meetnetten waarin op verschillende tijdstippen herhaalde metingen worden uitgevoerd. Alle pesticiden die in deze studie in de bodem boven de bepalingsgrens werden aangetroffen, werden ook in de metingen in oppervlaktewater boven de bepalingsgrens vastgesteld. Gezien de omvang en de langere meetperiode van het meetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij biedt deze overeenkomst op zich echter weinig bijkomende inzichten. Wel kan worden opgemerkt dat diflufenican en flufenacet, die ook in deze bodemcampagne werden aangetroffen, behoren tot de lijst van stoffen die in oppervlaktewater het vaakst aanleiding geven tot normoverschrijdingen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2026d). Voor grondwater geldt dezelfde observatie voor AMPA, chloortoluron en diuron (Vlaamse Milieumaatschappij, 2025).

5.5 AANBEVELINGEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

De verkennende meetcampagne leverde naast informatie over het voorkomen van pesticiden ook praktische inzichten op voor toekomstige bodemmonitoring. De belangrijkste aandachtspunten hebben betrekking op de representativiteit van de locaties, de rekrutering van deelnemers, de staalnamediepte en ruimtelijke menging, de analytische dekking en het tijdstip van bemonstering.

5.5.1 Algemene aandachtspunten voor vervolgmonitoring

De huidige campagne was opgezet als een verkennende screening van ongeveer 100 locaties in drie regionale clusters. Deze opzet laat toe relevante stoffen en mogelijke verschillen tussen landgebruikstypes en regio’s te

identificeren, maar niet om statistisch representatieve uitspraken te doen over het voorkomen of gemiddelde concentraties in alle Vlaamse bodems. Bij een vervolgcampagne moet daarom eerst worden bepaald of het doel bestaat uit het opvolgen van algemene trends, het vergelijken van landgebruikstypes, het onderzoeken van verspreiding vanuit landbouwgebieden of het ondersteunen van een risico-evaluatie. Elk van deze doelstellingen vereist een andere combinatie van locaties, proefopzet, bemonsteringsfrequentie en analysemethoden.

De rekrutering van geschikte locaties vergde een aanzienlijke communicatie- en opvolgingsinspanning. Vrijwillige deelname leverde voldoende kandidaatlocaties op, maar kon ook leiden tot zelfselectie waarbij personen met een specifieke interesse in bodemkwaliteit of pesticidegebruik vaker deelnemen. Afhankelijk van de opzet van een vervolgmonitoring kan daarom een vooraf gedefinieerd steekproefkader de voorkeur krijgen.

Ook de staalnamestrategie moet worden afgestemd op het beoogde schaalniveau. In deze campagne werd per locatie een mengstaal samengesteld uit negen deelstalen binnen een proefvlak van 10 × 10 meter en over de bodemlaag van 0–30 cm. Deze aanpak beperkt de invloed van lokale heterogeniteit en levert een gemiddelde concentratie voor het proefvlak en de bodemtoplaag op. Bovendien zorgt éénzelfde bemonsteringsdiepte op alle locaties voor een betere vergelijking tussen locaties met regelmatige verstoring van de bodemtoplaag zoals akkers en andere locaties. Een nadeel van deze aanpak is dat lokale hotspots hierdoor echter ruimtelijk uitgemiddeld kunnen worden. Ook verticale concentratiegradiënten kunnen worden afgevlakt wanneer de volledige laag van 0–30 centimeter wordt gemengd. Bij het uitvoeren van meetcampagnes met een ander specifiek doel dan in deze meetcampagne (bv. focus op atmosferische depositie) kan een aanpassing aan de bemonsteringsdiepte aangewezen zijn.

Tenslotte bleek de commerciële beschikbaarheid van brede, voldoende gevoelige analysemethoden voor pesticiden in bodem beperkt. Binnen deze studie werd gewerkt met de beschikbare pakketten van één laboratorium. Doordat niet elk pakket op elk staal kon worden toegepast, varieert het aantal onderzochte stalen per stof wat een invloed kan hebben op de statistische interpretatie van de detectiefrequenties. Voor een vervolgcampagne kan ervoor worden gekozen om een vast kernpakket van prioritaire stoffen en metabolieten op alle stalen toe te passen, eventueel aangevuld met stof- of locatiegerichte pakketten.

5.5.2 Monitoring organochloorpesticiden

Op basis van de resultaten van deze meetcampagne zou de aanwezigheid van organochloorpesticiden verder onderzocht kunnen worden. Van de 60 onderzochte bodemstalen verspreid over 51 locaties bevatte 56,9% van de locaties minstens één organochloorpesticide boven de bepalingsgrens. De aangetroffen stoffen bestonden vrijwel uitsluitend uit DDT/DDD/DDE en dieldrin. De hoogste concentraties werden gemeten in particuliere tuinen, terwijl de concentraties op landbouwpercelen doorgaans slechts beperkt boven de bepalingsgrens lagen. De resultaten wijzen dus op een relatief frequente aanwezigheid van historische residuen, maar een detectie boven de bepalingsgrens betekent op zichzelf niet dat sprake is van een gezondheidsrisico. De gemeten concentraties werden daarom indicatief getoetst aan de risicogebaseerde referentiewaarden die in 2014 door VITO werden afgeleid voor organochloorpesticiden in particuliere tuinen. De toetsingswaarden voor scenario's met consumptie van eigen eieren liggen aanzienlijk lager dan de waarden voor scenario's zonder eiconsumptie (Cornelis et al., 2014). De resultaten van deze toetsing wijzen niet op een algemene overschrijding, maar wel op

een mogelijke relevantie van de overdracht van organochloorpesticiden vanuit de bodem naar eieren op een beperkt aantal locaties.

Een eerste en relatief efficiënte vervolgstap zou daarom bestaan uit het alsnog analyseren van de 58 bodemstalen waarop de organochloorpesticiden nog niet werden gemeten. De oorspronkelijke selectie van 60 stalen werd evenwichtig verdeeld over de staalnamelocaties. Daardoor vormt deze selectie een bruikbare steekproef, maar blijven de aantallen binnen afzonderlijke subgroepen beperkt. Door ook de resterende stalen te analyseren, kan met grotere zekerheid worden nagegaan of de detectiefrequentie wordt bevestigd. Van alle locaties werd een back-up staal gekoeld bewaard, al is de bewaringstermijn van deze stalen overschreden.

Een bredere, specifiek op particuliere tuinen gerichte meetcampagne zou aangewezen kunnen zijn wanneer men de prevalentie van verhoogde concentraties en mogelijke risico's in meer detail op Vlaams niveau wil nagaan. De huidige studie had een verkennend karakter, was geconcentreerd in drie regionale clusters en was niet opgezet om de pesticidenbelasting van alle Vlaamse bodems statistisch representatief te kwantificeren. Bovendien berusten de zes stalen die de toetsingswaarden overschrijden op slechts vier tuinen, waarbij van sommige tuinen meerdere zones of dieptes werden onderzocht. Op basis van deze resultaten kan bijgevolg niet worden bepaald welk aandeel van de Vlaamse tuinen vergelijkbare concentraties bevat. Omdat alle overschrijdingen van de indicatieve toetsingswaarden samenhangen met scenario's waarin eigen eieren worden geconsumeerd, zou een gerichte vervolgcampagne zich explicieter kunnen richten op locaties waar kippen gehouden worden, eventueel in combinatie met de analyse van eieren om de in S-RISK gemodelleerde blootstellingsroute te onderbouwen met bijkomende metingen. Een mogelijke databron waaruit binnenkort bijkomende informatie verkregen kan worden is de nieuwe fase van de humane biomonitoring. In de vijfde fase van deze monitoring (FLEHS-V: 2022-2027) zijn pesticiden, waaronder organochloorpesticiden, opgenomen als te onderzoeken parameters, zowel in het lichaam als in de omgeving (bv. tuinen van deelnemers). Deze studie zal bijkomende informatie opleveren die zal helpen om eventuele vervolgstappen op te starten.

5.5.3 Andere pesticiden

Ook voor de overige pesticiden kan worden nagegaan in welke mate bijkomende metingen aangewezen zijn. De argumentatie verschilt echter van die voor organochloorpesticiden. Waar deze laatste vooral wijzen op historische en persistente residuen, speelt bij glyfosaat/AMPA en veel andere, nog toegelaten pesticiden uit de brede screeningspakketten, ook het tijdstip van toepassing een belangrijke rol. De huidige meetcampagne werd bewust buiten het groeiseizoen gehouden, aangezien dit de periode is waarin de meeste stoffen worden toegepast, en was in de eerste plaats gericht op stoffen en metabolieten die langere tijd na toepassing in de bodem aanwezig kunnen blijven. De resultaten geven daardoor vooral een beeld van residuen die tijdens de winterperiode nog aanwezig waren en niet van de mogelijk hogere concentraties tijdens of kort na de toepassingsperiode.

Voor deze stoffen lijkt een temporele uitbreiding van de monitoring daarom minstens even relevant als een onmiddellijke geografische verbreding. Het analyseren van bijkomende al verzamelde stalen kan het huidige winterbeeld verder vervolledigen, maar biedt weinig informatie over de variatie doorheen het jaar. Een meer informatief vervolgonderzoek zou bestaan uit herhaalde staalnames op een beperkter aantal zorgvuldig

geselecteerde locaties. Als vervolgens uitspraken over het voorkomen op Vlaamse schaal worden beoogd, kan dit temporele meetontwerp worden uitgebreid naar meer regio's, bodemtypes en landgebruiksvormen.

Deze temporele component is ook relevant voor de interpretatie van de brede screening. Hoewel de vier screeningspakketten samen 322 verschillende werkzame stoffen omvatten, werden slechts op acht locaties negen stoffen boven de bepalingsgrens aangetroffen. Deze lage detectiefrequentie wijst erop dat veel stoffen tijdens de winterse staalname niet of slechts in zeer lage concentraties aanwezig waren, maar betekent niet noodzakelijk dat ze gedurende het jaar volledig afwezig zijn. Stoffen die relatief snel worden afgebroken of vooral kort na toepassing detecteerbaar zijn, kunnen door de gekozen staalnameperiode ondervertegenwoordigd zijn. Het omgekeerde kan gesteld worden voor staalnames tijdens de toepassingsperiode. Voor een verdere beoordeling van deze stoffen lijkt het daarom zinvoller om de brede screening gericht te herhalen op relevante momenten in de toepassingscyclus, inclusief de registratie van de gebruikte stoffen in de voorgaande jaren, in plaats van uitsluitend het aantal eenmalig bemonsterde locaties uit te breiden. Zo kan ook een beter beeld gevormd worden van de variatie aan concentraties die doorheen het jaar kan optreden.

Aangezien in deze studie enkel bodemstalen werden geanalyseerd, kunnen er moeilijk specifieke geformuleerd worden voor monitoring van pesticiden in andere milieumedia zoals grond- of oppervlaktewater. Het voorkomen van een stof in de bodem kan niet rechtstreeks vertaald worden naar het voorkomen in water en omgekeerd kan een niet-detectie in de bodem niet worden geïnterpreteerd als een aanwijzing voor uitloging naar het grondwater. Wel kan worden geadviseerd om bij vervolgonderzoek met een uitgebreide monitoring, zoals bijvoorbeeld in het kader van de Soil Monitoring Law, de bodemresultaten te vergelijken met de al beschikbare meetgegevens voor pesticiden in grond- en oppervlaktewater. Zo kan over een grotere dataset worden nagegaan of stoffen en metabolieten die in de bodem worden aangetroffen ook in het watersysteem worden teruggevonden en omgekeerd. Daarbij zijn vooral stoffen met een relatief hoge mobiliteit en persistentie relevant, aangezien voor deze stoffen de bodemconcentratie op zichzelf slechts een beperkt beeld kan geven van eventuele verspreiding.

5.5.4 Soil Monitoring Law

De Soil Monitoring Law voorziet dat lidstaten een selectie maken van pesticiden die relevant zijn voor bodemmonitoring. Deze selectie van pesticiden moet niet op alle meetlocaties geanalyseerd worden, waarbij er geen minimum aantal vastgelegd is. Op basis van deze verkennende meetcampagne wordt niet aanbevolen om de gekozen selectie aan pesticiden op een willekeurige set van alle Vlaamse SML-meetpunten te analyseren. Een gestratificeerde selectie op basis van landgebruik en potentiële blootstelling lijkt meer aangewezen. Voor de historische organochloorpesticiden bijvoorbeeld, zijn particuliere tuinen en andere bodems zonder actueel landbouwgebruik relevant, aangezien in deze meetcampagne juist daar nog residuen werden vastgesteld.

Ook voor de keuze van de te analyseren stoffen kunnen enkele elementen uit deze meetcampagne richtinggevend zijn. De uiteindelijke selectie zal grotendeels bestaan uit stoffen of metabolieten waarvoor op basis van de beschikbare Vlaamse informatie aanwijzingen bestaan voor frequent voorkomen, persistentie, mobiliteit of relevante blootstelling. Glyfosaat/AMPA komt hiervoor in aanmerking vanwege het omvangrijke

gebruik over verschillende landgebruikstypes heen en het voorkomen in bodem. Voor de historische pesticiden zouden bij voorkeur ten minste de meest relevante organochloorverbindingen, waaronder DDT (met metabolieten DDE en DDD), kunnen worden overwogen. Voor de overige actuele pesticiden kan op basis van deze studie weinig bijkomend inzicht gegeven worden. Bij de praktische uitwerking moet echter wel rekening worden gehouden met het tijdstip van staalname. Voor persistente pesticiden kan een bemonstering steeds een bruikbaar beeld geven, maar voor stoffen die relatief snel verdwijnen na toepassing kan een staalname buiten het toepassingsseizoen tot een onderschatting van het voorkomen leiden en vice versa. De combinatie van een ruimtelijk representatief SML-netwerk met een beperktere, temporeel intensievere pesticidenmonitoring kan zo, indien gewenst, zowel de ruimtelijke verspreiding als de variatie in concentraties doorheen het jaar in beeld brengen.

5.6 BELEIDSIMPLICATIES VAN PESTICIDERESIDUEN IN VLAAMSE BODEMS

De aanwezigheid van een pesticide boven de bepalingsgrens in de bodem kan niet zonder meer worden gelijkgesteld aan een gezondheidskundig risico. De bepalingsgrens is een analytische grens en geen toxicologische of risicogebaseerde toetsingswaarde. Aangezien er voor pesticiden in Vlaanderen geen geldende bodemsaneringsnormen zijn in bodems kan dus op basis van deze resultaten geen uitspraak worden gedaan over een eventueel risico voor mens of milieu. Voor de specifieke groep van de organochloorpesticiden ligt dit anders gezien de beschikbaarheid van de door Cornelis et al. (2014) afgeleide toetsingswaarden, waaraan de concentraties uit deze meetcampagne getoetst konden worden, wat leidde tot een overschrijding van de locatiespecifieke toetsingswaarde in vier tuinen, maar uitsluitend in scenario's waarin eieren van eigen kippen worden geconsumeerd.

Dat deze blootstellingsroute via eieren uit eigen tuin plausibel is wordt ondersteund door eerder Belgisch onderzoek. Daarin werden in eieren van particuliere kippenhouders hogere gehalten aan verschillende persistente contaminanten gevonden dan in eieren van commerciële bedrijven (Van Overmeire et al., 2006). Voor DDT/DDD/DDE bedroeg het verschil een factor twee tot acht. Dit onderzoek bewijst niet dat de eieren op de vier onderzochte locaties momenteel verontreinigd zijn, maar bevestigt wel dat de bodem–kip–ei-route voor persistente organochloorverbindingen relevant kan zijn, vooral in particuliere tuinen. Voor tuinen zonder consumptie van eigen eieren geven de gebruikte toetsingsscenario's geen aanwijzing voor een overschrijding op basis van de (beperkte) steekproef in deze studie. Een algemene waarschuwing tegen groenten of eieren uit Vlaamse tuinen wordt door de huidige resultaten niet onderbouwd. Op basis van de resultaten van deze meetcampagne lijkt de ontwikkeling van nieuwe bodemsaneringsnormen of formele toetsingswaarden voor pesticiden op dit moment niet prioritair. Een verdere opvolging kan wel aangewezen zijn, gezien de vastgestelde concentraties en de overschrijding van de locatiespecifieke toetsingswaarde in een aantal tuinen. Hierbij kan de situatie eerst verder worden verduidelijkt door bijkomende bodemstalen te analyseren en, wanneer de blootstellingsroute via eigen kippeneieren relevant is, ook eieren te analyseren.

Voor een eerste beoordeling kan bovendien, zoals in deze studie, gebruik gemaakt worden van de bestaande toetsingswaarden uit Cornelis et al. (2014). Bovendien gelden er momenteel al preventieve adviezen rond de consumptie van eieren uit eigen tuin. Binnen de Vlaamse "Gezond uit eigen grond"-campagne wordt aandacht besteed aan de invloed van bodemkwaliteit op eieren. Daarbij geldt als voorzorgsadvies om de consumptie van

eieren uit eigen tuin te beperken en af te wisselen met eieren uit de winkel. Voor de algemene bevolking wordt maximaal twee eieren uit eigen tuin per week geadviseerd.

5.6.1 Grondverzet

Zoals eerder aangehaald zijn er momenteel geen geldende bodemsaneringsnormen voor pesticiden in bodem. Voor het gebruik van uitgegraven bodem bestaan daarentegen wel waarden vrij gebruik (WVG). Bijlage V van het VLAREBO bevat onder meer waarden van 0,05 mg/kg droge stof voor de afzonderlijke DDT-, DDE- en DDD-isomeren en voor dieldrin, en 0,10 mg/kg droge stof voor aldrin. Bodemmaterialen die aan deze waarden voldoen, kunnen vrij als bodem worden gebruikt. Bij overschrijding gelden aanvullende voorwaarden, waaronder het vermijden van bijkomende grondwaterverontreiniging en aanvullende blootstellingsrisico's.

De grondverzetsregeling bevat in principe instrumenten om verspreiding van bekende pesticideverontreiniging tegen te gaan. Een technisch verslag moet een historisch onderzoek bevatten, verdachte parameters motiveren en gebruikmaken van representatieve bemonstering. Organochloorpesticiden maken echter geen deel uit van het standaardanalysepakket voor gewone bodemmaterialen met een gekende of onbekende historiek. Chloorhoudende bestrijdingsmiddelen worden wel bijkomend onderzocht bij baggerspecie en waterbodems. Voor gewone landbodems worden ze alleen bepaald wanneer zij op basis van de voorstudie als verdachte stof worden geïdentificeerd. De huidige meetresultaten wijzen daarmee op een mogelijke blinde vlek: historische OCP-residuen werden vooral in tuinen en andere niet-landbouwkundige bodems aangetroffen, terwijl dergelijke percelen niet noodzakelijk een geregistreerde risicoactiviteit of goed gedocumenteerde pesticidenhistoriek hebben. Daardoor kan een bodemsaneringsdeskundige op basis van de gebruikelijke historische informatie onvoldoende aanleiding hebben om OCP's als verdachte parameters te selecteren. Bij grondverzet uit oudere tuinen kan historische verontreiniging daardoor onopgemerkt worden verplaatst. Er zou dus overwogen kunnen worden om de criteria voor het aanduiden van OCP's als verdachte parameters te verfijnen, waarbij in OVAM-richtlijnen en de inventaris van verdachte stoffen explicieter aandacht wordt gevraagd voor locaties waar op basis van historische activiteiten of landgebruik verhoogde OCP-concentraties mogelijk zijn.

5.6.2 Inzamelactie pesticiden

De resultaten van deze meetcampagne tonen aan dat residuen van historische organochloorpesticiden nog steeds in particuliere tuinen kunnen worden aangetroffen. Hoewel deze aanwezigheid grotendeels het gevolg kan zijn van historisch gebruik en de persistentie van deze stoffen, kan niet worden uitgesloten dat bij particulieren nog oude voorraden aanwezig zijn. Daarnaast is ook het gebruik van het frequent toegepaste glyfosaat sinds enkele jaren verboden voor particulieren. Daarom wordt aanbevolen om een inzamelactie voor niet langer toegelaten pesticiden bij particulieren te organiseren. Dergelijke acties werden in het verleden al uitgevoerd en geven particulieren de mogelijkheid om oude voorraden van inmiddels verboden stoffen op een veilige manier af te voeren. Deze maatregel is relatief laagdrempelig en kan worden gekoppeld aan communicatie over het verbod op het gebruik van deze middelen en de correcte afvoer er van.

6 CONCLUSIE

Deze verkennende meetcampagne geeft een eerste beeld van het voorkomen van pesticiden en pesticideresiduen in Vlaamse bodems. In totaal werden 118 bodemstalen onderzocht, afkomstig van 100 locaties verspreid over drie Vlaamse regio's met contrasterende bodemtypes en verschillende ruimtegebruiken. De resultaten tonen aan dat pesticideresiduen in beperkte mate voorkomen in concentraties boven de bepalingsgrens, maar dat het beeld sterk verschilt tussen stofgroepen. Voor de brede screeningspakketten was het aantal vastgestelde pesticiden laag: van de 322 onderzochte stoffen werden slechts negen stoffen op acht locaties boven de bepalingsgrens aangetroffen. Door deze lage detectiefrequenties en beperkt beschikbare gebruikshistoriek kon de relatie met landgebruikstypes niet in detail geanalyseerd worden. Deze beperkte detectiefrequentie mag echter niet worden geïnterpreteerd als bewijs dat deze stoffen doorheen het jaar afwezig zijn. Een belangrijk deel van de stoffen in de brede screeningspakketten betreft pesticiden met een erkend gebruik, waarvan de aanwezigheid in de bodem sterk kan samenhangen met het tijdstip van toepassing. De staalname vond plaats in januari, buiten de belangrijkste toepassingsperiode, en de pakketten werden niet op alle stalen in dezelfde samenstelling toegepast. De resultaten geven geen aanwijzing dat stoffen uit deze brede screeningspakketten zich in dezelfde mate ophopen in de bodemmatrix als persistente organochloorpesticiden. Gezien het verkennende karakter van de studie en het eenmalige bemonsteringstijdstip laten de resultaten echter geen definitieve uitspraken toe over accumulatieprocessen.

Organochloorpesticiden werden relatief frequent aangetroffen: in 37 van de 60 onderzochte stalen werd minstens één stof uit deze stofgroep boven de bepalingsgrens gemeten. Het ging daarbij hoofdzakelijk om DDT/DDD/DDE en dieldrin. Deze stoffen zijn al decennia niet meer toegelaten voor gebruik, maar hun aanwezigheid is verklaarbaar door hun hoge persistentie en sterke binding aan de bodemdeeltjes. De meetcampagne bevestigt daarmee dat historische pesticiden nog steeds relevant kunnen zijn voor Vlaamse bodems, in het bijzonder in particuliere tuinen. AMPA werd in 13 van de 62 onderzochte stalen aangetroffen boven de bepalingsgrens, terwijl glyfosaat zelf slechts in vier stalen werd gemeten. Dit bevestigt het belang om niet alleen de oorspronkelijke werkzame stof, maar ook relevante metabolieten in bodemonderzoek op te nemen. De ruimtelijke interpretatie wijst vooral op het belang van landgebruik en gebruikshistoriek. Voor organochloorpesticiden lagen de concentraties bijvoorbeeld duidelijk hoger in tuinen dan op landbouwpercelen.

De indicatieve toetsing aan beschikbare referentiewaarden voor organochloorpesticiden in particuliere tuinen geeft geen aanwijzing voor een algemene risico-overschrijding in de onderzochte tuinen. Wel werden op zes stalen uit vier tuinen overschrijdingen vastgesteld in scenario's waarin eieren van eigen kippen worden geconsumeerd. Zonder consumptie van eigen eieren werden geen overschrijdingen vastgesteld. De resultaten wijzen daarmee op de mogelijke relevantie van de bodem–kip–ei-route voor persistente organochloorverbindingen op specifieke locaties.

Voor vervolgonderzoek zijn drie sporen prioritair. Ten eerste kan het nuttig zijn om de resterende al verzamelde bodemstalen alsnog op organochloorpesticiden te analyseren, zodat de detectiefrequentie en de verdeling over landgebruikstypes robuuster kunnen worden beoordeeld. Ten tweede kan voor actuele pesticiden en

metabolieten een temporele meetstrategie aangewezen zijn, met staalnames op relevante momenten in en buiten de toepassingsperiode, meer gericht op eventuele blootstelling. Ten derde verdienen particuliere tuinen met kippen verdere aandacht, eventueel in combinatie met eianalyses, om de mogelijke blootstellingsroute via eigen eieren beter te onderbouwen.

Beleidsmatig wijst deze meetcampagne vooral op het belang van een gedifferentieerde aanpak. Voor persistente historische stoffen, zoals organochloorpesticiden, ligt de nadruk op herkenning van mogelijke hotspots, risicogebaseerde opvolging en aandacht bij grondverzet. Voor actuele pesticiden en metabolieten is vooral een beter inzicht nodig in temporele variatie en toepassingscontext. Een toekomstige bodemmonitoring kan daarom best vertrekken vanuit een combinatie van gerichte targetanalyses voor prioritaire stoffen, voldoende lage rapportagegrenzen, herhaalde staalnames en een doordachte verdeling over landgebruik, regio en bodemtype.

7 BIBLIOGRAFIE

Adriaanse, P. I., Van Leerdam, R. C., & Boesten, J. J. T. I. (2017). The effect of the runoff size on the pesticide concentration in runoff water and in FOCUS streams simulated by PRZM and TOXSWA. *Science of The Total Environment*, *584-585*, 268–281. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.001

Agentschap Landbouw & Visserij. (2026). *Biociden: Waarmee moet ik rekening houden als landbouwer?* Retrieved 22/05/2026 from https://lv.vlaanderen.be/dier/runderen/dierengezondheid-en-dierenwelzijn-runderen/ziektes-parasieten-en-giftige-planten-0

Agentschap Landbouw & Zeevisserij. (2026a). *Gewasbescherming: risico (HRI1)*. Retrieved 02/10/2026 from http://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/gewasbescherming-risico-hri1

Agentschap Landbouw & Zeevisserij. (2026b). *Landbouwcijfers Vlaanderen: landbouwareaal*. Retrieved 25/08/2026 from https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/landbouwareaal

Agentschap Landbouw & Zeevisserij. (2026c). *Landbouwcijfers voor onderzoek en beleid. Gewasbescherming: kerngetallen.* Retrieved 12/08/2026 from https://landbouwcijfers.vlaanderen.be/landbouw/totale-landbouw/gewasbescherming-gebruik

Aqua Flanders. (2023). *Procesbenchmark bij de Vlaamse waterbedrijven. Proces "bronbewaking".*

Assoumani, A., Lestremau, F., Ferret, C., Lepot, B., Le Gall, M., Salomon, M., Budzinski, H., Dévier, M. H., Labadie, P., Le Menach, K., Pardon, P., Wiest, L., Vulliet, E., & Staub, P. F. (2024). Nation-wide monitoring campaign of 49 biocides and surfactants in surface waters and wastewaters. *Science of The Total Environment*, *954*, 176624. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176624

Barbero-López, A., Akkanen, J., Lappalainen, R., Peräniemi, S., & Haapala, A. (2021). Bio-based wood preservatives: Their efficiency, leaching and ecotoxicity compared to a commercial wood preservative. *Science of The Total Environment*, *753*, 142013. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142013

Bollmann, U. E., Fernández-Calviño, D., Brandt, K. K., Storgaard, M. S., Sanderson, H., & Bester, K. (2017). Biocide Runoff from Building Facades: Degradation Kinetics in Soil. *Environmental Science & Technology*, *51*(7), 3694–3702. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b05512

Brouns, J. (2025). Antwoord op schriftelijke vraag nr. 330 van 29 januari 2025 betreffende zuiveringsslib - gebruik als meststof. In (pp. 4).

Bucheli, T. D., Barmettler, E., Bartolomé, N., Hilber, I., Hornak, K., Meuli, R. G., Reininger, V., Riedo, J., Rösch, A., Sutter, P., van der Heijden, M. G. A., Wächter, D., & Walder, F. (2023). Pesticides in Agricultural Soils: Major Findings from Various Monitoring Campaigns in Switzerland. *CHIMIA*, *77*(11), 750–757. https://doi.org/10.2533/chimia.2023.750

Carvalho, R., Guedes, P., Mateus, E. P., Silva, V., Tyrologou, P., Koukouzas, N., Ribeiro, A. B., & Couto, N. (2025). Soil contamination in Europe unveiled: A review of pesticides and metabolites to watch. *Open Res Eur*, *5*, 257. https://doi.org/10.12688/openreseurope.20475.2

Claus, G., & Spanoghe, P. (2020). Quantification of pesticide residues in the topsoil of Belgian fruit orchards: terrestrial environmental risk assessment. *Pest Management Science*, *76*(10), 3495–3510. https://doi.org/10.1002/ps.5811

Cornelis, C., Colles, A., & Van Holderbeke, M. (2014). *Onderbouwing van referentiewaarden voor verontreinigende stoffen in bodems van particuliere tuinen en van consumptie-adviezen voor eieren van door particulieren gehouden kippen met vrije uitloop.*

De Schampheleire, M., Spanoghe, P., Brusselman, E., & Sonck, S. (2007). Risk assessment of pesticide spray drift damage in Belgium. *Crop Protection*, *26*(4), 602–611. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05.013

De Troeyer, K., Casas, L., Bijnens, E. M., Bruckers, L., Covaci, A., De Henauw, S., Den Hond, E., Loots, I., Nelen, V., Verheyen, V. J., Vos, S., Schoeters, G., Hoppe, H. W., Köster, H. D., & Nawrot, T. S. (2022). Higher proportion of agricultural land use around the residence is associated with higher urinary concentrations of AMPA, a glyphosate metabolite. *Int J Hyg Environ Health*, *246*, 114039. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114039

Debler, F., Abrantes, N., Harkes, P., Campos, I., & Gandrass, J. (2024). Occurrence and distribution of pesticides and transformation products in ambient air in two European agricultural areas. *Science of The Total Environment*, *940*, 173705. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173705

Deneer, J. W., & Kruijne, R. (2010). *Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003.* (Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Issue Werkdocument 161).

ECHA. (2026). *Biocidal active substances: information on biocides*. Retrieved 08/10/2026 from https://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals/biocidal-active-substances

EFSA. (2017). EFSA Guidance Document for predicting environmental concentrations of active substances of plant protection products and transformation products of these active substances in soil. *EFSA Journal*, *15*(10), e04982. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4982

EMIS. (2023a). *Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/2/II/A.1 (Water- en droge stof gehalte).*

EMIS. (2023b). Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/2/II/A.7 (Totaal organisch koolstofgehalte - TOC). In (pp. 5).

EMIS. (2024a). Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/1/A.1 (Vaste deel van de aarde). In.

EMIS. (2024b). Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/2/II/A.20 (pH in bodem en waterbodem). In (pp. 2).

EMIS. (2024c). *Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/3/I (Organochloorpesticiden, polychloorbifenylen en hogere chloorbenzenen).*

EMIS. (2025). Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet: procedure CMA/2/II/A.6 (Kleigehalte - pipetmethode van Robinson-Köhn). In (pp. 3).

European Commission. (2021). Guidance document on the assessment of the relevance of metabolites in groundwater of substances regulated under regulation (EC) No 1107/2009. In Health and Food Safety Directorate-General (Ed.), (pp. 18).

Directive establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides., (2009a).

Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC., (2009b).

Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the council of 22 May 2012 concerning the making available on the market and use of biocidal products, (2012).

Directive (EU) 2025/2360 of the European Parliament and of the Council of 12 November 2025 on soil monitoring and resilience (Soil Monitoring Law), (2025). http://data.europa.eu/eli/dir/2025/2360/oj

FAVV. (2019). *Residuen van bestrijdingsmiddelen.* . Retrieved 22/05/2026 from https://www.static.favv.be/activiteitenverslag/2019/monsternemingenanalyses/bestrijdingsmiddelen/

FAVV. (2024). *Pesticide residue control results national summary report.*

FAVV Wetenschappelijk comité. (2022). *Chronische blootstelling van de Belgische bevolking aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen via de consumptie van groenten en fruit (periode 2014-2020).*

Figueiredo, D. M., Duyzer, J., Huss, A., Krop, E. J. M., Gerritsen-Ebben, M. G., Gooijer, Y., & Vermeulen, R. C. H. (2021). Spatio-temporal variation of outdoor and indoor pesticide air concentrations in homes near agricultural fields. *Atmospheric Environment*, *262*, 118612. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118612

FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. (2025). *Kennis over gewasbeschermingsmiddelen en alternatieve methoden voor het onderhoud van een tuin.*

FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. (2026a). *Biocide.be: Regelgeving en procedures*. Retrieved 02/10/2026 from https://biocide.be/nl/regelgeving-en-procedures

FOD Volksgezondheid Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. (2026b). *Biociden voor professionals: verplichtingen en best practices.* Retrieved 22/05/2026 from https://www.health.belgium.be/nl/professionals/ondernemingen/leefmilieu/chemische-stoffen-producten-regelgeving/biociden-professionals-verplichtingen-best-practices.

Franco, A., Vieira, D., Clerbaux, L. A., Orgiazzi, A., Labouyrie, M., Koninger, J., Silva, V., van Dam, R., Carnesecchi, E., Dorne, J., Vuaille, J., Lobo Vicente, J., & Jones, A. (2024). Evaluation of the ecological risk of pesticide residues from the European LUCAS Soil monitoring 2018 survey. *Integrated Environmental Assessment and Management*, *20*(5), 1639–1653. https://doi.org/10.1002/ieam.4917

Fytoweb. (2026a). *De geharmoniseerde Europese risico-indicatoren*. Retrieved 02/10/2026 from https://fytoweb.be/nl/reductieplan/waakzaamheid/overzicht-van-gewasbeschermingsmiddelen/de-geharmoniseerde-europese-risico

Fytoweb. (2026b). *Gewasbeschermingsmiddelen: Toelatingsprocedure*. Retrieved 25/08/2026 from https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/toelatingsprocedure

Fytoweb. (2026c). *Over gewasbeschermingsmiddelen.* Retrieved 22/05/2026 from https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/gebruik/over-gewasbeschermingsmiddelen

Fytoweb. (2026d). *PFAS.* FAVV,. Retrieved 25/08/2026 from https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/gebruik/professionele-gebruiker/pfas

Fytoweb. (2026e). *Toelatingen van gewasbeschermingsmiddelen raadplegen.* Retrieved 22/05/2026 from https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/toelatingen-van-gewasbeschermingsmiddelen-raadplegen

Ganzelmeier, H., Rautmann, D., Spangenberg, R., Streloke, M., Herrmann, M., Wenzelburger, H. J., & Walter, H. F. (1995). Studies on the spray drift of plant protection products. *Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt fur Land Und Forstwirtschaft*.

Gommers, G., & Ryckebusch, Y. (2024). *SOS slaapkamer. Burgeronderzoek naar pesticiden in Nederlandse en Belgische slaapkamers*.

Gorteman, D., & Van Geert, K. (2021). *Diffuse bodemverontreiniging – inventarisatie van gegevensbronnen en voorstel van aanpak. Studie in opdracht van OVAM.* (D/2021/5024/10).

Gross, J. H. (2014). Direct analysis in real time—a critical review on DART-MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *406*(1), 63–80. https://doi.org/10.1007/s00216-013-7316-0

Joint Research Centre: Institute for Environment and Sustainability. (2015). *Soil threats in Europe*. Publications Office of the European Union.

Knuth, D., Gai, L., Silva, V., Harkes, P., Hofman, J., Sudoma, M., Bilkova, Z., Alaoui, A., Mandrioli, D., Paskovic, I., Polic Paskovic, M., Baldi, I., Bureau, M., Alcon, F., Contreras, J., Glavan, M., Abrantes, N., Campos, I., Norgaard, T.,…Geissen, V. (2024). Pesticide Residues in Organic and Conventional Agricultural Soils across Europe: Measured and Predicted Concentrations. *Environmental Science & Technology*, *58*(15), 6744–6752. https://doi.org/10.1021/acs.est.3c09059

Kosubová, P., Škulcová, L., Poláková, Š., Hofman, J., & Bielská, L. (2020). Spatial and temporal distribution of the currently-used and recently-banned pesticides in arable soils of the Czech Republic. *Chemosphere*, *254*, 126902. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126902

Köthe, S., Bakanov, N., Brühl, C. A., Gemeinholzer, B., Hörren, T., Mühlethaler, R., Sorg, M., Sumser, H., Swenson, S. J., & Lehmann, G. U. C. (2023). Negative spill-over effects of agricultural practices on plant species conservation in nature reserves. *Ecological Indicators*, *149*. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110170

Leyva-Morales, J. B., Cabrera, R., Bastidas-Bastidas, P. D., Valenzuela-Quintanar, A. I., Pérez-Camarillo, J. P., González-Mendoza, V. M., Perea-Domínguez, X. P., Márquez-Pacheco, H., Amillano-Cisneros, J. M., Badilla-Medina, C. N., Ontíveros-García, L. A., & Cruz-Acevedo, E. (2023). Validation and Application of Liquid Chromatography Coupled with Tandem Mass Spectrometry Method for the Analysis of Glyphosate, Aminomethylphosphonic Acid (AMPA), and Glufosinate in Soil. *Agriculture*, *13*(6), 1131.

Li, H., Huo, L., Zhang, R., Gu, X., Chen, G., Yuan, Y., Tan, W., Hui, K., & Jiang, Y. (2025). Effect of soil-groundwater system on migration and transformation of organochlorine pesticides: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *290*, 117564. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117564

Mackay, D., Shiu, W. Y., Ma, K.-C., & Lee, S. C. (2006). *Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals. Volume IV. Nitrogen and Sulfur Containing Compounds and Pesticides.* CRC Press Taylor and Francis Group.

Majewski, M., & Capel, P. (1995). *Pesticides in the atmosphere; distribution, trends, and governing factors* [Report](94-506). (Open-File Report, Issue. U. S. G. Survey & O.-F. R. S. Earth Science Information Center. https://pubs.usgs.gov/publication/ofr94506

McGinley, J., Healy, M. G., Ryan, P. C., Harmon O'Driscoll, J., Mellander, P. E., Morrison, L., & Siggins, A. (2023). Impact of historical legacy pesticides on achieving legislative goals in Europe. *Science of The Total Environment*, *873*, 162312. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162312

Navarro, I., de la Torre, A., Sanz, P., Abrantes, N., Campos, I., Alaoui, A., Christ, F., Alcon, F., Contreras, J., Glavan, M., Paskovic, I., Paskovic, M. P., Norgaard, T., Mandrioli, D., Sgargi, D., Hofman, J., Aparicio, V., Baldi, I., Bureau, M.,…Martinez, M. A. (2024). Assessing pesticide residues occurrence and risks in water systems: A Pan-European and Argentina perspective. *Water Research*, *254*, 121419. https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121419

Nuyttens, D., De Schampheleire, M., Verboven, P., Brusselman, E., & Dekeyser, D. (2009). Droplet Size and Velocity Characteristics of Agricultural Sprays. *Transactions of the ASABE*, *52*(5), 1471–1480. https://doi.org/10.13031/2013.29127

Ockleford, C., Adriaanse, P., Berny, P., Brock, T., Duquesne, S., Grilli, S., Hernandez-Jerez, A. F., Bennekou, S. H., Klein, M., Kuhl, T., Laskowski, R., Machera, K., Pelkonen, O., Pieper, S., Stemmer, M., Sundh, I., Teodorovic, I., Tiktak, A., Topping, C. J.,…Rob, S. (2017). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms. *EFSA Journal*, *15*(2), e04690. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4690

Oorts, K., Amery, F., Lettens, S., Josipovic, D., De Vos, B., D'Hose, T., Luts, D., Vandekerckhove, G., Vercruyssen, M., & Salomez, J. (2025). *Bodemkoolstofmonitoringsnetwerk Cmon - jaarrapport werkjaar 4 (1 juli 2024 - 30 juni 2025).*

Rautmann, D., Streloke, M., & Winkler, R. (1999). New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products.

Reis de Carvalho, A., Hanozin, E., Jacobs, G., Jordens, J., Tirez, K., Voorspoels, S., Van Keer, I., & Colles, A. (2026). *Non target analysetechnieken (NTA)*.

Riedo, J., Wächter, D., Gubler, A., Wettstein, F. E., Meuli, R. G., & Bucheli, T. D. (2023). Pesticide residues in agricultural soils in light of their on-farm application history. *Environmental Pollution*, *331*, 121892. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121892

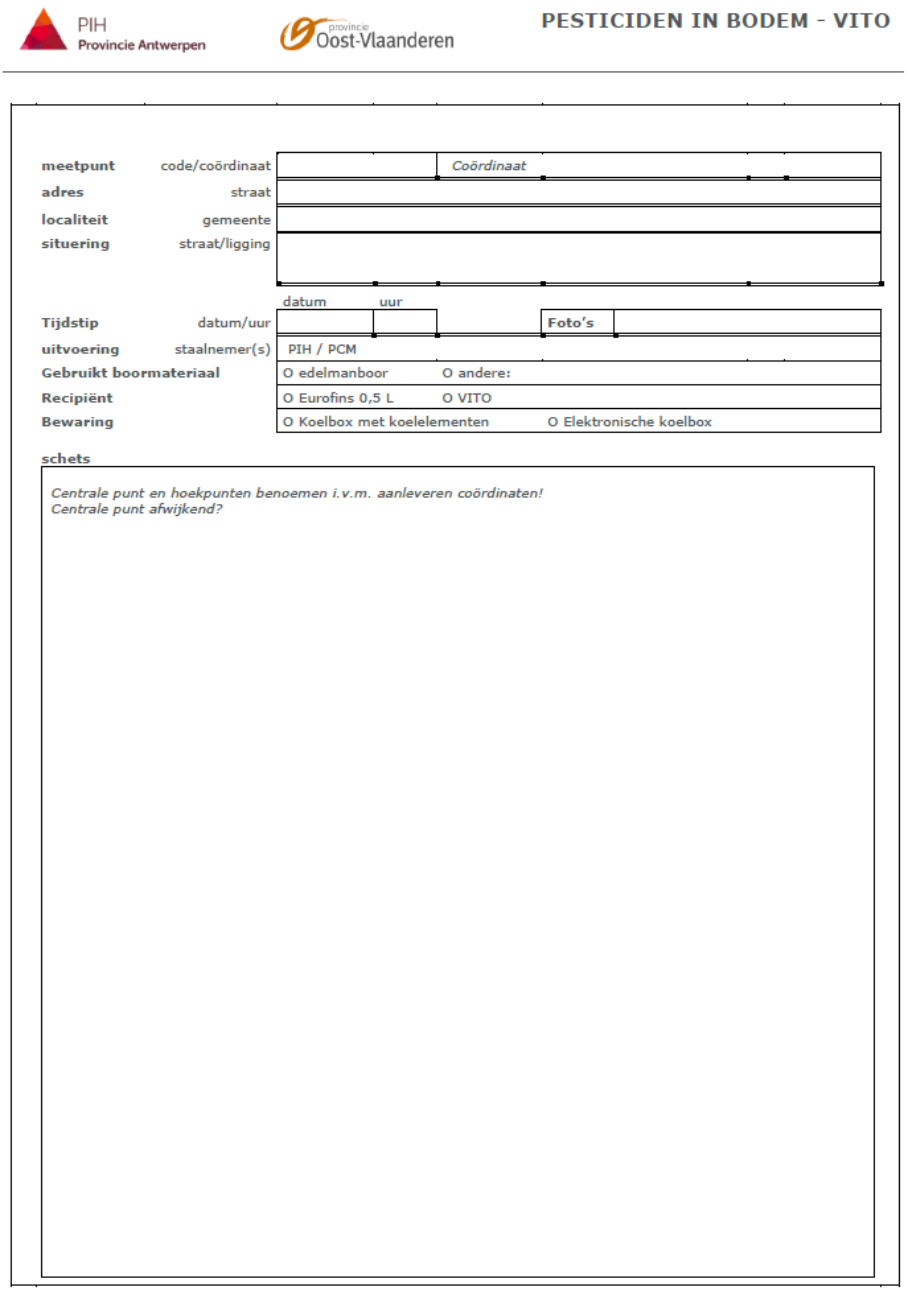
Rösch, A., Wettstein, F. E., Wächter, D., Reininger, V., Meuli, R. G., & Bucheli, T. D. (2023). A multi-residue method for trace analysis of pesticides in soils with special emphasis on rigorous quality control.

Analytical and Bioanalytical Chemistry, *415*(24), 6009–6025. https://doi.org/10.1007/s00216-023-04872-8
Schoeters, G., Verheyen, V. J., Colles, A., Remy, S., Martin, L. R., Govarts, E., Nelen, V., Den Hond, E., De Decker, A., Franken, C., Loots, I., Coertjens, D., Morrens, B., Bastiaensen, M., Gys, C., Malarvannan, G., Covaci, A., Nawrot, T., De Henauw, S.,…Bruckers, L. (2022). Internal exposure of Flemish teenagers to environmental pollutants: Results of the Flemish Environment and Health Study 2016-2020 (FLEHS IV). *Int J Hyg Environ Health*, *242*, 113972. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113972
Silva, V. (2022). *Pesticide residues in EU soils and related risks* Wageningen University & Research]. Wageningen.
Silva, V., Mol, H. G. J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils - A hidden reality unfolded. *Science of The Total Environment*, *653*, 1532–1545. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441
Silva, V., Riedo, J., Vieira, D., Ustinov, S., Kotschik, P., Geissen, V., Bispo, A., Froger, C., & Sabzevari, S. (2025). Pesticide residues as contaminants in agricultural soils. In *Contaminants in agricultural soils: Challenges and solutions.* Burleigh Dodds Science Publishing. https://doi.org/10.19103/AS.2025.0151.07
Singh, B. R., Grobelak, A., Almås, Å. R., Spinosa, L., Kowalska, A., Nitkiewicz, T., Tesfamariam, E., Krueger, O., Kucbel, M., & Švédová, B. (2026). Chapter Five - Implication of sewage sludge use for sustainable soil management: Soil health and carbon sequestration under the EU 'Soil Deal for Europe'. In D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 195, pp. 231–289). Academic Press. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2025.10.001
US EPA. (2026). *Pesticide Science and Assessing Pesticide Risks: Guidance for Reporting on the Environmental Fate and Transport of the Stressors of Concern in Problem Formulations*. Retrieved 05/2026 from https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/guidance-reporting-environmental-fate-and-transport
van de Zande, J. C., Huijsmans, J. F. M., Porskamp, H. A. J., Michielsen, J. M. G. P., Stallinga, H., Holterman, H. J., & de Jong, A. (2008). Spray techniques: how to optimise spray deposition and minimise spray drift. *The Environmentalist*, *28*(1), 9–17. https://doi.org/10.1007/s10669-007-9036-5
van de Zande, J. C., Michielsen, J. M. G. P., & Stallinga, H. (2017). *Spray drift exposure of bystanders and residents when spraying field crops.*
van den Berg, S., Droge, S., Holterman, H. J., & Buddenhof, B. (2026). *Pesticiden in terrestrische Natura 2000-gebieden. Verkennende beoordeling op aanwezigheid, blootstellingsroutes en potentiële ecologische risico's voor bodemorganismen en niet-doelwit geleedpotigen.*
Van Overmeire, I., Pussemier, L., Hanot, V., De Temmerman, L., Hoenig, M., & Goeyens, L. (2006). Chemical contamination of free-range eggs from Belgium. *Food Addit Contam*, *23*(11), 1109–1122. https://doi.org/10.1080/02652030600699320
Veloso, A., Silva, V., Osman, R., Simões, M. P., do Carmo Horta, M., & Geissen, V. (2025). Dynamics of pesticide residues in soils during the growing season: a case study in peach orchards, east-central Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, *197*(3), 285. https://doi.org/10.1007/s10661-025-13698-z
Vieira, D., Franco, A., De Medici, D., Martin Jimenez, J., Wojda, P., & Jones, A. (2023). *Pesticides residues in European agricultural soils - Results from LUCAS 2018 soil module.* (JRC133940). Publications Office of the European Union. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16088260
Vlaamse Milieumaatschappij. (2017). *De Vlaamse tuin met of zonder pesticiden. Onderzoek naar omgang met pesticiden in 2017.* (D/2017/6871/035).
Vlaamse Milieumaatschappij. (2022). *Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen*. Retrieved 25/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/kwaliteit-waterlopen/lozingen/indicator-gebruik-van-gewasbeschermingsmiddelen

Vlaamse Milieumaatschappij. (2023a). *Pesticiden in oppervlaktewater: toestand, grafieken en evolutie doorheen de jaren.* Retrieved 22/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/kwaliteit-waterlopen/fysisch-chemische-toestand/indicator-pesticiden-in-oppervlaktewater
Vlaamse Milieumaatschappij. (2023b). *Pesticiden in waterbodems. Toestand, grafieken en evolutie doorheen de jaren.* Retrieved 23/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/kwaliteit-waterlopen/waterbodem/indicator-pesticiden-in-waterbodems
Vlaamse Milieumaatschappij. (2025). *Pesticiden in grondwater: Toestand, grafieken en evolutie doorheen de jaren.* Retrieved 17/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/grondwater/kwaliteit-hoe-proper-is-ons-grondwater/indicator-pesticiden-grondwater
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026a). *Drinkwaterplan: zorgen voor genoeg en gezond water*. https://vmm.vlaanderen.be/beleid/waterbeleid/drinkwater/drinkwaterplan-zorgen-voor-genoeg-en-gezond-drinkwater
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026b). *Grondwatermeetnetten*. Retrieved 25/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/grondwater/grondwatermeetnet
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026c). *Oppervlaktewatermeetnetten*. Retrieved 19/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/beleid/waterbeleid/kwaliteit-waterlopen/oppervlaktewatermeetnetten
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026d). *Pesticiden in oppervlaktewater: Toestand, grafieken en evolutie doorheen de jaren.* Retrieved 25/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/kwaliteit-waterlopen/fysisch-chemische-toestand/indicator-pesticiden-in-oppervlaktewater
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026e). *Pesticidengebruik openbare diensten. Toestand, grafieken en evolutie doorheen de jaren.* Retrieved 25/08/2026 from https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/water/kwaliteit-waterlopen/lozingen/pesticidengebruik-openbare-diensten
Vlaamse Milieumaatschappij. (2026f). *Zonder is gezonder: synthetische herbiciden*. Retrieved 25/08/2026 from https://www.zonderisgezonder.be/pesticiden-gebruiken/Synthetische_Herbiciden
Decreet houdende duurzaam gebruik van pesticiden in het Vlaamse Gewest, (2013).
Besluit van de Vlaamse Regering houdende de toepassing van geïntegreerde gewasbescherming door professionele gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen, (2014).
Vlaeminck, K., Briels, N., Viaene, J., Vangheluwe, M., & Verdonck, F. (2025). *Verkennend onderzoek naar de relatie tussen TFA en het gebruik van PFAS-pesticiden. Deel 2: Oppervlaktewater en grondwater*.
Wohde, M., Berkner, S., Junker, T., Konradi, S., Schwarz, L., & Düring, R.-A. (2016). Occurrence and transformation of veterinary pharmaceuticals and biocides in manure: a literature review. *Environmental Sciences Europe*, *28*(1), 23. https://doi.org/10.1186/s12302-016-0091-8
Yu, H. Y., Li, F. B., Yu, W. M., Li, Y. T., Yang, G. Y., Zhou, S. G., Zhang, T. B., Gao, Y. X., & Wan, H. F. (2013). Assessment of organochlorine pesticide contamination in relation to soil properties in the Pearl River Delta, China. *Sci Total Environ*, *447*, 160–168. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.12.070

8 BIJLAGEN

8.1 BIJLAGE 1: VELDFORMULIER STAALNAME



PIH Provincie Antwerpen — provincie Oost-Vlaanderen — **PESTICIDEN IN BODEM - VITO**

meetpunt	code/coördinaat		*Coördinaat*
adres	straat		
localiteit	gemeente		
situering	straat/ligging		
		datum	uur
Tijdstip	datum/uur		**Foto's**
uitvoering	staalnemer(s)	PIH / PCM	
Gebruikt boormateriaal		O edelmanboor	O andere:
Recipiënt		O Eurofins 0,5 L	O VITO
Bewaring		O Koelbox met koelelementen	O Elektronische koelbox

schets

Centrale punt en hoekpunten benoemen i.v.m. aanleveren coördinaten!
Centrale punt afwijkend?

Omgeving

Huidige landgebruik op perceel	O Land-bouw	O Tuin	O Openbaar domein	O Natuurgebied	O Andere
Specificering	O Akker	O Tuin	O Park	O Grasland	
	O Weide	O moestuin	O Sportterrein	O Bos	
	O Grasland	O Perk/border	O Andere	O Wild	
	O Boom-gaard	O Bos		O Andere	
	O Braak	O Andere			
	O Andere				
Verduidelijking					
Vegetatie binnen het proefvlak	O Gras	O Kruiden	O Groenten	O Verwilderde begroeiing	
	O Bomen	O Braak	O Andere:		

Bodemeigenschappen staal

Kleur	intensiteit	O zeer licht	O licht	O donker	
	hoofdkleur	O bruin	O geel	O grijs	O zwart
	nevenkleur	O geel	O bruin	O groen	O zwart
Textuur					
Organisch gehalte	O laag	O matig	O hoog		
Vochtgehalte	O droog	O vochtig	O nat/kleverig	O zeer nat/waterig	
puin	O geen O matig	O weinig O veel	Beschrijving:		
Bodemvreemde elementen	O geen O matig	O weinig O veel	Beschrijving:		
Diepe boring	O ja, zie volledige boorbeschrijving				

Staalname

Homogeniseren	O ja	O nee
Kwarteren	O ja	O nee
Puntstaal/mengstaal Diepte (cm)	O mengstaal van uit 9 deelstalen	O puntstaal uit diepere boring
Afwijkingen staal-nameprotocol		
Overige opmerkingen		

8.2 BIJLAGE 2: SAMENSTELLING ANALYSEPAKKETTEN

8.2.1 Bodemeigenschappen

Tabel: Overzicht van de gemeten bodemeigenschappen en de bijbehorende éénheden.

Parameter	Eénheid
droge stofgehalte	% g/g
kleigehalte	%
gehalte organische stof	% g/g droge stof
totaal organische koolstof	g C/kg droge stof
pH-KCl	
meettemperatuur pH-KCl	°C
Korrelgrootte <16 µm	% minerale delen
Korrelgrootte < 50 µm	% minerale delen
Korrelgrootte < 63 µm	% minerale delen
Korrelgrootte < 125 µm	% minerale delen
Korrelgrootte < 250 µm	% minerale delen
Korrelgrootte < 500 µm	% minerale delen
Korrelgrootte <1000 µm	% minerale delen
Korrelgrootte <2000 µm	% minerale delen

8.2.2 Analysepakketten pesticiden

Tabel: Overzicht van de verschillende componenten, inclusief somparameters, in de pesticiden-analysepakketten, met de bijbehorende cas-nummers en kwantificatielimiet (LOQ). Voor elke stof, behalve voor de organochloorpesticiden, is ook steeds aangegeven of deze aanwezig is in de bibliotheek met detecteerbare stoffen van de DART-MS analyse.

Analysepakket Organochloorpesticiden		
Component	Cas-nummer	Kwantificatielimiet/LOQ (mg/kg ds)
Aldrin	309-00-2	0,005
alfa-HCH	319-84-6	0,005
beta-HCH	319-85-7	0,005
delta-HCH	319-86-8	0,005
gamma-HCH	58-89-9	0,005
o,p'-DDD	53-19-0	0,005
p,p'-DDD	72-54-8	0,005
o,p'-DDE	3424-82-6	0,005
p,p'-DDE	72-55-9	0,005
o,p'-DDT	789-02-6	0,005

p,p'-DDT	50-29-3	0,005
alfa-Endosulfan	959-98-8	0,005
beta-Endosulfan	33213-65-9	0,005
Isodrin	465-73-6	0,005
cis-Chloordaan	5103-71-9	0,002
trans-Chloordaan	5103-74-2	0,002
Hexachloorbenzeen	118-74-1	0,005
Heptachloor	76-44-8	0,005
Heptachloor epoxide	1024-57-3	0,005
Dieldrin	60-57-1	0,005
Endrin	72-20-8	0,005
Endosulfansulfaat	1031-07-8	0,005
Hexachloorbutadieen	87-68-3	0,005
Telodrin	297-78-9	0,005
HCH (som)		0,005
DDT/DDE/DDD (som)		0,005
Drins (som)		0,005
OCP (som)		0,005

Analysepakket Glyfosaat/AMPA			
Component	**Cas-nummer**	**Kwantificatielimiet/LOQ (mg/kg ds)**	**aanwezig in DART-MS bibliotheek**
Aminomethylfosfor zuur (AMPA)	1066-51-9	0,01 - 0,08	
glufosinaat	51276-47-2	0,01	
glyfosaat	1071-83-6	0,01 - 0,02	

Analysepakket GCMS-1			
Component	Cas-nummer	Kwantificatielimiet/ LOQ (mg/kg ds)	aanwezig in DART-MS bibliotheek
alachloor	15972-60-8	0,01	x
allethrin	584-79-2	0,1	x
ametryn	834-12-8	0,02	x
atrazine	1912-24-9	0,01	x
azinfos-ethyl	2642-71-9	0,01	x
azinfos-methyl	86-50-0	0,05 - 0,1	x
bifenthrin	82657-04-3	0,05	
broompropylaat	18181-80-1	0,01	
bupirimaat	41483-43-6	0,02	x
chloorfenvinfos	470-90-6	0,01	x
chloorprofam	101-21-3	0,02	
chloorpyrifos	2921-88-2	0,01	x
chloorpyrifos-methyl	5598-13-0	0,01	x
chloorthalonil	1897-45-6	0,05	
coumafos	56-72-4	0,01	x
cyanazine	21725-46-2	0,05	x
cyfluthrin	68359-37-5	0,1	
cypermethrin	52315-07-8	0,1	
deltamethrin	52918-63-5	0,1	
demeton-o/s	8065-48-3	0,02	
demeton-s-methyl	919-86-8	0,05	x
desethylatrazine	6190-65-4	0,02	x
desmetryn	1014-69-3	0,02	x
diazinon	333-41-5	0,01 - 0,03	x
dichlobenil	1194-65-6	0,05	
dichlofluanide	1085-98-9	0,1	
dichloorvos	62-73-7	0,01	x
diethyltoluamide (DEET)	134-62-3	0,01 - 0,05	x
difenoconazool	119446-68-3	0,03	x
dimethoaat	60-51-5	0,01	x
disulfoton	298-04-4	0,02	
dodemorf	1593-77-7	0,1	x
ethoprofos	13194-48-4	0,01	x
etridiazool	2593-15-9	0,05	
fenamifos	22224-92-6	0,05	x

fenarimol	60168-88-9	0,05	x
fenitrothion	122-14-5	0,02	
fenoxycarb	72490-01-8	0,01	x
fenpropathrin	39515-41-8	0,05	
fenpropimorf	67564-91-4	0,05 - 0,1	x
fenthion	55-38-9	0,01	x
fenvaleraat	51630-58-1	0,05	
fluazifop-p-butyl ester	79241-46-6	0,01	x
fonofos	944-22-9	0,01	x
fosfamidon (som e+z)	13171-21-6	0,05	x
furalaxyl	57646-30-7	0,01	x
gamma - HCH (lindaan)	58-89-9	0,01	
heptenofos	23560-59-0	0,02	x
hexachloorbenzeen	118-74-1	0,01	
malathion	121-75-5	0,01	x
metalaxyl	57837-19-1	0,02	x
metazachloor	67129-08-2	0,01	x
methidathion	950-37-8	0,01	x
metolachloor	51218-45-2	0,01	x
metribuzin	21087-64-9	0,02 - 0,05	x
mevinfos (som e+z)	7786-34-7	0,01	
parathion-ethyl	56-38-2	0,01	x
parathion-methyl	298-00-0	0,01	x
penconazool	66246-88-6	0,02	x
pentachloorbenzeen	608-93-5	0,01	
permethrin	52645-53-1	0,05	
pirimicarb	23103-98-2	0,01	x
pirimifos-methyl	29232-93-7	0,01	x
prochloraz	67747-09-5	0,2	x
procimidon	32809-16-8	0,01	
profam	122-42-9	0,03	
propachloor	1918-16-7	0,01	x
propazine	139-40-2	0,01	x
propiconazool	60207-90-1	0,03	x
propyzamide	23950-58-5	0,01	x
prosulfocarb	52888-80-9	0,01	x
pyrazofos	13457-18-6	0,01	x
pyrifenox	88283-41-4	0,03	x
pyrimethanil	53112-28-0	0,01	x

simazine	122-34-9	0,01 - 0,01	x
tebuconazool	107534-96-3	0,02	x
terbutryn	886-50-0	0,02	x
terbutylazine	5915-41-3	0,01	x
tetrachloorvinfos	22248-79-9	0,01	x
tetramethrin	7696-12-0	0,05	x
tolclofos-methyl	57018-04-9	0,01	x
tolylfluanide	731-27-1	0,1	
triadimefon	43121-43-3	0,01	x
tri-allaat	2303-17-5	0,01	x
triazofos	24017-47-8	0,03	x
trifluraline	1582-09-8	0,01	x
vinclozolin	50471-44-8	0,02	

Analysepakket GCMS-234			
Component	**Cas-nummer**	**Kwantificatielimiet/ LOQ (mg/kg ds)**	**aanwezig in DART-MS bibliotheek**
aclonifen	74070-46-5	0,02	x
acridine	260-94-6	0,05	
atraton	1610-17-9	0,02	x
benfluralin	1861-40-1	0,01	x
benzofenon	119-61-9	0,05	
bifenox	42576-02-3	0,01 - 0,05	
boscalid	188425-85-6	0,05	x
bromofos-ethyl	4824-78-6	0,01	
bromofos-methyl	2104-96-3	0,01	
butachlor	23184-66-9	0,01	
butralin	33629-47-9	0,02	
cadusafos	95465-99-9	0,01	x
carbofenthion	786-19-6	0,01	x
carfentrazone-ethyl	128639-02-1	0,01	x
chloorfenson	80-33-1	0,01	
chloormefos	24934-91-6	0,01	
chloorthiofos	60238-56-4	0,01	x
cinidon-ethyl	142891-20-1	0,01 - 0,05	x
clodinafop-propargyl	105512-06-9	0,05	x
clomazon	81777-89-1	0,02 - 0,05	x
cycloaat	1134-23-2	0,01	x

cyhalothrin (lambda)	91465-08-6	0,02	x
desethylterbutylazine	30125-63-4	0,01	x
diallaat	2303-16-4	0,05	
dichlofenthion	97-17-6	0,01	x
dicloran	99-30-9	0,01 - 0,1	
dicrotovos	141-66-2	0,1	x
diflufenican	83164-33-4	0,01 - 0,05	x
dimethachlor	50563-36-5	0,02	x
dimethomorf	110488-70-5	0,01	x
ethion	563-12-2	0,01	x
fenamidon	161326-34-7	0,01	x
fenchloorfos	299-84-3	0,01	
fenothrin	26002-80-2	0,05	x
fenthoaat	254642	0,01	
flumioxazine	103361-09-7	0,01	x
fluvalinaat (tau)	102851-06-9	0,05	
furathiocarb	65907-30-4	0,02	x
hexazinon	51235-04-2	0,03	x
imiprothrin	72963-72-5	0,1	x
iodofenfos	18181-70-9	0,01	
isofenfos	25311-71-1	0,02	x
mecarbam	2595-54-2	0,05	x
mestranol	72-33-3	0,05	
methoprotryn	841-06-5	0,03	x
methoxychlor	72-43-5	0,02	
mirex	2385-85-5	0,01 - 0,02	
napropamide	15299-99-7	0,01	x
oxadixyl	77732-09-3	0,03	x
pendimethalin	40487-42-1	0,02	x
pentachloornitrobenzeen (quintozeen)	82-68-8	0,02	
phosalone	2310-17-0	0,01	x
phosmet	732-11-6	0,02	x
picolinafen	137641-05-5	0,05	x
piperonyl-butoxide	51-03-6	0,01	x
pirimifos-ethyl	23505-41-1	0,01	x
prallethrin	23031-36-9	0,1	x
profenofos	41198-08-7	0,02	x
prometon	1610-18-0	0,02	x

prometryn	7287-19-6	0,02	x
propetamfos	31218-83-4	0,01	x
pyrethrine (1 2 3)	8003-34-7	0,2	
pyridaben	96489-71-3	0,01	x
pyriproxyfen	95737-68-1	0,01	x
sebutylazine	7286-69-3	0,01	x
sulfotep	3689-24-5	0,01 - 0,03	x
tecnazeen	117-18-0	0,01	
tefluthrin	79538-32-2	0,1	
terbufos	13071-79-9	0,01	x
terbumeton	33693-04-8	0,02	x
tetradifon	116-29-0	0,03	
tetrasul	2227-13-6	0,01	
thiometon	640-15-3	0,01	
transfluthrin	118712-89-3	0,1	
triazamate	112143-82-5	0,01	x
trichlorfon	52-68-6	0,01	x
trietazine	1912-26-1	0,01	x

Analysepakket LCTQ-1			
Component	Cas-nummer	Kwantificatielimiet/ LOQ (mg/kg ds)	aanwezig in DART-MS bibliotheek
2,6-dichloorbenzamide (BAM)	2008-58-4	0,07	x
abamectine	71751-41-2	0,01	
acetamiprid	135410-20-7	0,01	
aldicarb	116-06-3	0,05	x
aldicarb-sulfon	1646-88-4	0,05	x
aldicarb-sulfoxide	1646-87-3	0,05	x
amidosulfuron	120923-37-7	0,05	x
anthranile zuur iso-propylamide	30391-89-0	0,01	
anthraquinone	84-65-1	0,4	
azaconazool	60207-31-0	0,05	x
azoxystrobin	131860-33-8	0,01	x
bitertanol	55179-31-2	0,07	x
brodifacoum	56073-10-0	0,01	
bromacil	314-40-9	0,01	x
bromadiolon	28772-56-7	0,05	
buprofezin	69327-76-0	0,01	x
butocarboxim	34681-10-2	0,05	x
butocarboxim-sulfoxide	34681-24-8	0,05	
carbaryl	63-25-2	0,05	x
carbendazim	10605-21-7	0,02	x
carbetamide	16118-49-3	0,02	x
carbofuran	1563-66-2	0,01	x
carboxin	5234-68-4	0,02	x
chloorbromuron	13360-45-7	0,01	x
chloorsulfuron	64902-72-3	0,05	
chloortoluron	15545-48-9	0,01	x
chloridazon	1698-60-8	0,02	x
chloroxuron	1982-47-4	0,01	x
cloquintocet-mexyl	99607-70-2	0,01	x
cyazofamid	120116-88-3	0,01	x
cyproconazool	94361-06-5	0,05	x
cyprodinil	121552-61-2	0,02	x
cyromazin	66215-27-8	0,02	x
difenacoum	56073-07-5	0,02	
difenoxuron	14214-32-5	0,02	x

diflubenzuron	35367-38-5	0,01	x
dikegulac	18467-77-1	0,05	
dimethenamide	87674-68-8	0,03	x
dimethyltolylsulfamide (DMST)	66840-71-9	0,03	x
diuron	330-54-1	0,01	x
dodine	2439-10-3	0,02	
epoxiconazool	133855-98-8	0,1	x
ethiofencarb	29973-13-5	0,05	
ethofumesaat	26225-79-6	0,05	x
ethoxysulfuron	126801-58-9	0,05	x
ethyldipropylcarbamothioaat (EPTC)	759-94-4	0,05	x
etoxazool	153233-91-1	0,01	x
etrimfos	38260-54-7	0,03	x
fenamidone	161326-34-7	0,01	x
fenhexamid	126833-17-8	0,02	x
fenoxaprop-p-ethyl ester	71283-80-2	0,05	x
fenpropidin	67306-00-7	0,05	x
fenuron	101-42-8	0,01	x
flonicamid	158062-67-0	0,01	x
flufenacet	142459-58-3	0,01	x
fluopicolide	239110-15-7	0,01	x
fluoxastrobin	361377-29-9	0,01	x
flurtamone	96525-23-4	0,01	x
flutolanil	66332-96-5	0,01	x
foramsulfuron	173159-57-4	0,02	
formothion	2540-82-1	0,05	
fosthiazaat	98886-44-3	0,01	x
furmecyclox	60568-05-0	0,02	x
haloxyfop-p-methyl	72619-32-0	0,05	x
hexythiazox	78587-05-0	0,02	x
imazalil	35554-44-0	0,01	x
imidacloprid	138261-41-3	0,05	x
indoxacarb	144171-61-9	0,05	
iodocarb	55406-53-6	0,05	
iodosulfuron-methyl	144550-36-7	0,02	
iprodion	36734-19-7	0,05	x
isoproturon	34123-59-6	0,01	x
isoxaben	82558-50-7	0,01	x

kresoxim-methyl	143390-89-0	0,05	x
lenacil	2164-08-01	0,01	
linuron	330-55-2	0,02	x
lufenuron	103055-07-8	0,01	x
mesosulfuron-methyl	208465-21-8	0,02	
mesotrion	104206-82-8	0,02	x
metamitron	41394-05-2	0,02	x
metconazool	125116-23-6	0,01	x
methabenzthiazuron	18691-97-9	0,01	x
methiocarb	2032-65-7	0,02	
methomyl	16752-77-5	0,05	x
methoxyfenozide	161050-58-4	0,01	x
metobromuron	3060-89-7	0,02	x
metoxuron	19937-59-8	0,01	x
monocrotofos	6923-22-4	0,02	x
monolinuron	1746-81-2	0,01	x
monuron	150-68-5	0,01	x
nicosulfuron	111991-09-4	0,04	
nuarimol	63284-71-9	0,02	x
omethoaat	1113-02-6	0,05	x
oxamyl	23135-22-0	0,05	x
oxasulfuron	144651-06-9	0,05	
oxydemeton-methyl	301-12-2	0,01	x
pencycuron	66063-05-6	0,01	x
phthalimide	85-41-6	0,05	
picoxystrobin	117428-22-5	0,01	x
pirimicarb-desmethyl	30614-22-3	0,01	x
propoxur	114-26-1	0,05	x
prosulfuron	94125-34-5	0,05	x
pymetrozine	123312-89-0	0,03	x
pyraclostrobin	175013-18-0	0,01	x
pyroxsulam	422556-08-9	0,01	x
quinoxyfen	124495-18-7	0,02	x
quizalofop-ethyl	76578-14-8	0,01	x
quizalofop-P	94051-08-8	0,05	
rimsulfuron	122931-48-0	0,02	x
spinosad A	131929-60-7	0,01	
spinosad D	131929-63-0	0,01	
spirodiclofen	148477-71-8	0,01	x

spiromesifen	283594-90-1	0,02	x
sulcotrione	99105-77-8	0,01	x
sulfosulfuron	141776-32-1	0,01	
tebufenpyrad	119168-77-3	0,01	x
thiacloprid	111988-49-9	0,02	x
thiamethoxam	153719-23-4	0,01	
thifensulfuron-methyl	79277-27-3	0,05	
topramezon	210631-68-8	0,05	x
triadimenol	55219-65-3	0,02	x
triasulfuron	82097-50-5	0,01	
triclocarban	101-20-2	0,01	
trifloxystrobin	141517-21-7	0,01	x
triflusulfuron-methyl	126535-15-7	0,05	
triforine	26644-46-2	0,03	
trinexapac-ethyl	95266-40-3	0,1	x
tritosulfuron	142469-14-5	0,02	x
vamidothion	2275-23-2	0,04	x
zoxamide	156052-68-5	0,01	x

Analysepakket LCTQ-2			
Component	**Cas-nummer**	**Kwantificatielimiet/LOQ (mg/kg ds)**	**aanwezig in DART-MS bibliotheek**
2,4,5-T	93-76-5	0,05	
2,4,5-TP (fenoprop)	93-72-1	0,05	
2,4-D	94-75-7	0,05	
2,4-DB	94-82-6	0,05	
2,4-DNF	51-28-5	0,05	
2,4-DP (dichlorprop)	120-36-5	0,05	
4-CPA	122-88-3	0,05	
bentazon	25057-89-0	0,01	x
bromoxynil	1689-84-5	0,01	
chloroxynil	1891-95-8	0,01	
cycloxidim	101205-02-1	0,05	x
dinoseb	88-85-7	0,01	
dinoterb	1420-07-1	0,01	
DNOC	534-52-1	0,02	
fipronil	120068-37-3	0,01	x
fluazinam	79622-59-6	0,01	x

fluroxypyr	69377-81-7	0,05	x
haloxyfop	69806-34-4	0,05	x
HTI	28343-61-5	0,01	
ioxynil	1689-83-4	0,02	
MCPA	94-74-6	0,05	
MCPB	94-81-5	0,05	
MCPP	7085-19-0	0,05	
metsulfuron-methyl	74223-64-6	0,05	x
pentachloorfenol	87-86-5	0,01 - 0,03	
sethoxydim	74051-80-2	0,05	x
teflubenzuron	83121-18-0	0,05	x
triclopyr	55335-06-3	0,05	x

8.3 BIJLAGE 3: ANALYSERESULTATEN

Een overzichtstabel met de analyseresultaten per bodemstaal is opgenomen als bijlage bij dit rapport in een afzonderlijke tabel.

8.4 BIJLAGE 4: OVERZICHT STOFFEN OPGENOMEN IN DART-MS BIBLIOTHEEK

Tabel: Overzicht van de detecteerbare stoffen, inclusief cas-nummer, die opgenomen zijn in de DART-MS bibliotheek.

Component	Cas-nummer	Component	Cas-nummer
Cyromazine	66215-27-8	dichlorvos	62-73-7
Methamidofos	10265-92-6	metribuzin	21087-64-9
Formetanaat HCl	23422-53-9	demeton-s-methyl	919-86-8
Omethoaat	1113-02-6	azamethipos	35575-96-3
Aldicarb Sulfoxide	1646-87-3	propoxur	114-26-1
Dinotefuran	165252-70-0	bentazon	25057-89-0
Butoxycarboxim	34681-23-7	fenamifos sulfon	31972-44-8
Carbendazim	10605-21-7	1-(4-nitrofenyl)-3-propylure	13141-86-1
Thiabendazool	148-79-8	fenthion sulfoxide	3761-41-9
Monocrotofos	6923-22-4	flurenol-methyl	1216-44-0
Fuberidazool	3878-19-1	fosthiazaat	98886-44-3
Pirimicarb-desmethyl	30614-22-3	climbazol	38083-17-9
Mexacarbaat	315-18-4	flutriafol	76674-21-0
Flonicamid	158062-67-0	sulfentrazone	122836-35-5
Ethiofencarb-sulfoxide	53380-22-6	metalaxyl	57837-19-1

Trichlorfon	52-68-6	azaconazool	60207-31-0
Vamidothion	2275-23-2	fenfuram	24691-80-3
Fenuron	101-42-8	cyprofuram	69581-33-5
Ethirimol	23947-60-6	Pyrimethanil	53112-28-0
3-hydroxycarbofuran	16655-82-6	Foraat-oxon	2600-69-3
imazamox	114311-32-9	dialifos	10311-84-9
desethyl atrazine	6190-65-4	heptenofos	23560-59-0
Chloridazon	1698-60-8	2,3,5-trimethacarb	2655-15-4
Imidacloprid	138261-41-3	Fensulfothion	115-90-2
Pirimicarb	23103-98-2	Fenpropimorph 2	67564-91-4
Dioxacarb	6988-21-2	Propachloor	1918-16-7
Aldicarb sulfone	1646-88-4	metazachloor	67129-08-2
Atraton	1610-17-9	dimethachloor	50563-36-5
Tricyclazool	41814-78-2	difenamid	957-51-7
Cymoxanil	57966-95-7	command	81777-89-1
Butocarboxim	34681-10-2	terbufos	10548-10-4
Quinclorac	84087-01-4	propanil	709-98-8
Aldicarb	116-06-3	paclobutrazol	76738-62-0
Thiaclorpid	111988-49-9	disulfoton sulfon	2497-06-5
Tebuthiuron	34014-18-1	flurprimidol	56425-91-3
Metoxuron	19937-59-8	isocarbofos	24353-61-5
Simetryn	1014-70-6	fenthion	55-38-9
Imazamethabenz-methyl	81405-85-8	Triticonazool	131983-72-7
Carbetamide	16118-49-3	Fenmedifam	13684-63-4
Allidochloor	93-71-0	Cyproconazool	94361-06-5
Fosfamidon	13171-21-6	famphur	52-85-7
Methacrifos	62610-77-9	spirotetramat	203313-25-1
Simazine	122-34-9	guthion	86-50-0
Mefosfolan	950-10-7	dimethenamid	87674-68-8
Terbumeton	33693-04-8	chlorpyrifos-methyl	5598-13-0
Prometon	1610-18-0	fensulfothion-sulfone	14255-72-2
Monuron	150-68-5	fenarimol	60168-88-9
Desmethyl-formamido-primicarb	27218-04-8	benoxacor	98730-04-2
Thidiazuron	51707-55-2	fenamifos	22224-92-6
Metolcarb	1129-41-5	Prothioconazool-desthio	120983-64-4
Methyl Paraoxon	950-35-6	dimethylvinfos	2274-67-1
Bladex	21725-46-2	etaconazool	60207-93-4
Terbuthylazine-desethyl	30125-63-4	molinaat	2212-67-1

Lenacil	2164-08-1	triadimefon	43121-43-3
Metsulfuron-methyl	74223-64-6	epoxiconazool	133855-98-8
Malaoxon	1634-78-2	ethoprofos	13194-48-4
Cinosulfuron	94593-91-6	fenhexamid	126833-17-8
Carbofuran	1563-66-2	fipronil	120068-37-3
Imazalil	35554-44-0	propyzamide	23950-58-5
Bendiocarb	22781-23-3	bupirimare	41483-43-6
Methoprotryne	841-06-5	fluquinxconazool	136426-54-5
Ametryne	834-12-8	tetraconazool	112281-77-3
Methabenzthiazuron	18691-97-9	terbufos-sulfon	56070-16-7
Pyracarbolid	24691-76-7	napropamide	15299-99-7
Cycluron	2163-69-1	dichlobutrazool	75736-33-3
atrazine	1912-24-9	prochloraz	67747-09-5
Carbaryl	63-25-2	Flamprop-methyl (metavane)	52756-25-9
Thiofanox	39196-18-4	Flurenol-butyl	2314-09-2
Forchlorfenuron	68157-60-8	Fenbuconazool	114369-43-6
Dmst	66840-71-9	Lambda Cyhalothrin	91465-08-6
N,n-diethyl-m-toluamide	134-62-3	Hexaconazool	79983-71-4
Carboxine	5234-68-4	Penconazool	66246-88-6
Dichlormid	37764-25-3	Isoprothiolane	50512-35-1
Monolinuron	1746-81-2	Tebutam	35256-85-0
Ofurace	58810-48-3	S-metolachloor	87392-12-9
Diuron	330-54-1	Chromafenozide	143807-66-3
Isoprocarb	2631-40-5	Metconazool	125116-23-6
Paraoxon Ethyl	311-45-5	Oryzalin	19044-88-3
Metobromuron	3060-89-7	Alachloor	15972-60-8
Spiroxamine	118134-30-8	Ditalimfos	5131-24-8
Terbutryne	886-50-0	Flufenacet	142459-58-3
Prometryn	7287-19-6	Dimoxystrobin	149961-52-4
Fenthion-sulfone	3761-42-0	Propafos	7292-16-2
Nuarimol	63284-71-9	Diniconazool	83657-24-3
Bensulfuron-methyl	83055-99-6	Haloxyfop	69806-34-4
Propazine	139-40-2	Propiconazol	60207-90-1
Buturon	3766-60-7	Guthion ethyl	2642-71-9
Terbuthylazine	5915-41-3	Neburon	555-37-3
Thionazine	297-97-2	Pyraflufen-ethyl	129630-19-9
Chlorantraniliprool	500008-45-7	Bixafen	581809-46-3
Triadimenol	55219-65-3	Furmecyclox	60568-05-0
Siduron	1982-49-6	Edifenfos	17109-49-8

Dimethomorph	110488-70-5	Diflubenzuron	35367-38-5
Benthiavalicarb-isopropyl	177406-68-7	Isazofos	42509-80-8
Sebuthylazin	7286-69-3	Beflubutamid	113614-08-7
Ethiprool	181587-01-9	Carfentrazone-ethyl	128639-02-1
Furalaxyl	57646-30-7	Bromofenvinfos-ethyl	33399-00-7
fenoxycarb	72490-01-8	Chinomethionaat	2439-01-2
Methidathion	950-37-8	Kresoxim Methyl	143390-89-0
Diethofencarb	87130-20-9	Triflumizool	68694-11-1
Prosulfuron	94125-34-5	Cyanofos	2636-26-2
Linuron	330-55-2	Difenoconazool	119446-68-3
Ethoxysulfuron	126801-58-9	Isoxadifen-ethyl	163520-33-0
Fenamidone	161326-34-7	Picoxystrobin	117428-22-5
Tepraloxydim	149979-41-9	Ipconazool	125225-28-7
Mandipropamid	374726-62-2	Cadusafos	95465-99-9
Methoxyfenozide	161050-58-4	Etrimfos	38260-54-7
Dipropetryn	4147-51-7	Cyanofenfos	13067-93-1
Flumioxazin	103361-09-7	Flamprop Isopropyl	52756-22-6
Trietazine	1912-26-1	Diazinon	333-41-5
Pyridafenthion	119-12-0	Benzoylprop ethyl	22212-55-1
Chlorbromuron	13360-45-7	pyraclostrobin	175013-18-0
Chloroxuron	1982-47-4	coumafos	56-72-4
Foraat	298-02-2	Clofentezine	74115-24-5
Isoxaben	82558-50-7	Mefenpyr-diethyl	135590-91-9
Fosmet	732-11-6	Oxadiargyl	39807-15-3
Isoxaflutool	141112-29-0	Resmethrin	10453-86-8
Tridemorph	81412-43-3	Hexaflumuron	86479-06-3
Mepanipyrim	110235-47-7	Dichlofenthion	97-17-6
Flusilazool	85509-19-9	Teflubenzuron	83121-18-0
Boscalid	188425-85-6	Fenchlorazol-ethyl	103112-35-2
Azoxystrobin	131860-33-8	Haloxyfop-methyl	69806-40-2
Cyprodinil	121552-61-2	Prallethrin	23031-36-9
Ametoctradin	865318-97-4	Metrafenone	220899-03-6
Fenobucarb	3766-81-2	Isofenfos	25311-71-1
Iprovallicarb	140923-17-7	Imibenconazool	86598-92-7
Promecarb	2631-37-0	Fluacrypyrim	229977-93-9
Tebuconazool	107534-96-3	Cycloxidim	101205-02-1
Acibenzolar-s-methyl	135158-54-2	quizalofop-p-ethyl	100646-51-3
Mefenacet	73250-68-7	Cloquintocet-mexyl	99607-70-2
Halofenozide	112226-61-6	Haloxyfop-2-ethoxyethyl	87237-48-7

Cyazofamid	120116-88-3	Tolfenpyrade	129558-76-5
Benalaxyl	71626-11-4	Cinidon-ethyl	142891-20-1
Rotenone	83-79-4	chloorpyrifos	2921-88-2
Bitertanool	55179-31-2	Picolinafen	137641-05-5
Famoxadone	131807-57-3	Tetramethrin	7696-12-0
Quinalfos	13593-03-8	Lufenuron	103055-07-8
Terbufos	13071-79-9	Flurochloridon	61213-25-0
Triazofos	24017-47-8	Furathiocarb	65907-30-4
Tetraethyl Dithiopyrofosfaat	3689-24-5	Fluazinam	79622-59-6
Pyrazofos	13457-18-6	Cyfenotrin	39515-40-7
Pencycuron	66063-05-6	Allethrin	584-79-2
Triflumuron	64628-44-0	Oxadiazon	19666-30-9
Pirimifos Methyl	29232-93-7	Tralkoxydim	87820-88-0
Mecarbam	2595-54-2	Pendimethalin	40487-42-1
Fenthoaat	2597-03-7	Trifenyl Fosforothionaat	597-82-0
Fosalone	2310-17-0	Ethion	563-12-2
Malathion	121-75-5	Fenazaquin	120928-09-8
Foxim	14816-18-3	Fluroxypyr-meptyl	81406-37-3
Propetamfos	31218-83-4	Triallaat	2303-17-5
Flutolanil	66332-96-5	Thiocarbazyl	36756-79-3
Zoxamide	156052-68-5	Proquinazid	189278-12-4
Fluoxastrobin	361377-29-9	2-ethylhexyl difenyl fosfaat	1241-94-7
Flubendiamide	272451-65-7	Chlorthiofos	60238-56-4
Orbencarb	34622-58-7	Aclonifen	74070-46-5
Thiobencarb	28249-77-6	Pyridaben	96489-71-3
Clodinafop-propargyl	105512-06-9	Carbofenothion	786-19-6
Spinetoram	935545-74-7	Tribufos	78-48-8
Chlorbufam	1967-16-4	Empenthrin	54406-48-3
Tebufenozide	112410-23-8	Epn	2104-64-5
Butafenacil	134605-64-4	Fenothrin	26002-80-2
Fluazifop-p-butyl	79241-46-6	Pyridalyl	179101-81-6
Propaquizafop	111479-05-1	nitroguanidine	556-88-7
Pyriproxyfen	95737-68-1	daminozide	1596-84-5
Fenpyroximaat	134098-61-6	N,n'-ethylenethiourea	96-45-7
Etoxazool	153233-91-1	butocarboxim sulfoxide	34681-14-8
Clethodim	99129-21-2	quinoline	91-22-5
Hexythiazox	78587-05-0	asulam	3337-71-1
Systhane	88671-89-0	Fenylurea	64-10-8
Buprofezin	69327-76-0	sulfamerizane	127-79-7

Tetrachloorvinfos	22248-79-9	atrazine desisopropyl	1007-28-9
Abaat	3383-96-8	dimefox	115-26-4
Tolclofos-methyl	57018-04-9	imidacloprid-olefin	115086-54-9
Novaluron	116714-46-6	simetone	673-04-1
Flufenoxuron	101463-69-8	topramezone	210631-68-8
Pirimifos-ethyl	23505-41-1	Foraat-oxon sulfoxide	2588-05-8
Tokuthion	34643-46-4	chlothianidin	21880-92-2
Profenofos	41198-08-7	fention oxon sulfoxide	6552-13-2
Piperofos	24151-93-7	ethidimuron	30043-49-3
Chlorfluazuron	71422-67-8	crimidine	535-89-7
Piperonyl Butoxide	51-03-6	dimetilan	644-64-4
Tebufenpyrad	119168-77-3	cymiazool	61676-87-7
Trifloxystrobin	141517-21-7	fosfolan	947-02-4
Indoxacarb	173584-44-6	Foraat-oxon sulfone	2588-06-9
Diflufenicen	83164-33-4	flupyradifurone	951659-40-8
Prosulfocarb	52888-80-9	imazethapyr	81335-77-5
Quizalofop-ethyl	76578-14-8	sebutylazin-desethyl	37019-18-4
Fenoxaprop-p-ethyl	71283-80-2	cyclohexamide	66-81-9
Benzoximaat	29104-30-1	benzthiazuron	1929-88-0
Ethofenprox	80844-07-1	benazolin	3813-05-6
Spirodiclofen	148477-71-8	desmetryn	1014-69-3
Mepronil	55814-41-0	amicarbazone	129909-90-6
Iprodione	36734-19-7	tetraethylpyro fosfaat	107-49-3
Moxidectin	113507-06-5	bromacil	314-40-9
Spiromesifen	283594-90-1	chlorthiamid	1918-13-4
acefaat	30560-19-1	isouron	55861-78-4
oximino oxamyl	30558-43-1	thiazafluron	25366-23-8
oxydemeton-methyl	301-12-2	imazaquin	81335-37-7
oxamyl	23135-22-0	quinoclamine	2797-51-5
methomyl	16752-77-5	procyazine	32889-48-8
dementon-s-methyl-sulfone	17040-19-6	Karbutilaat	4849-32-5
dicrotofos	141-66-2	sulcotrione	99105-77-8
thiofanox-sulfoxide	39184-27-5	cythioaat	115-93-5
methiocarb sulfoxid	2635-10-1	methyl parathion	298-00-0
metamitron	41394-05-2	mefluidide	53780-34-0
dimethoaat	60-51-5	pyroxsulam	422556-08-9
thiofanox-sulfone	39184-59-3	tris(2-chloroethyl) fosfaat	115-96-8
fensulfothion-oxon	6552-21-2	aconitine	302-27-2
mehtiocarb sulfone	2179-25-1	desmethyl norflurazon	23576-24-1

ethiofencarb-sulfone	53380-23-7	benfuresaat	68505-69-1
hexazinone	51235-04-2	cyprazine	22936-86-3
Spirotetramat-mono-hydroxy	1172134-12-1	rimsulfuron	122931-48-0
fenamifos sulfoxide	31972-43-7	Foraat sulfoxide	2588-03-6
fensulfothion-oxon-sulfone	6132-17-8	probenazool	27605-76-1
oxadixyl	77732-09-3	diazinon-o-analog	962-58-3
metalaxyl-m	70630-17-0	Sulfamonomethoxine	1220-83-3
primifos-methyl-n-desethyl	67018-59-1	Imazapic	104098-48-8
dodemorph	1593-77-7	Pyridafol	40020-01-7
isonoruron	28805-78-9	Flumestulam	98967-40-9
pyrifenox	88283-41-4	Oxycarboxin	5259-88-1
flumorf	211867-47-9	Sulfoxaflor	946578-00-3
norflurazon	27314-13-2	3-ketocarbofuran	16709-30-1
3,4,5-trimethacarb	2686-99-9	Pyroquilon	57369-32-1
fenthion oxon	6552-12-1	Fosmet Oxon	3735-33-9
demeton o	298-03-3	Fluroxypyr	69377-81-7
fenthoxon sulfone	14086-35-2	Ferimzone	89269-64-7
inabenfide	82211-24-3	Ancymidol	12771-68-5
dibrom naled	300-76-5	Triazoxid	72459-58-6
cloransulam-methyl	147150-35-4	Naptalam	132-66-1
penoxsulam	219714-96-2	Metominostrobin	133408-50-1
thiofanaat-ethyl	23564-06-9	Lontrel	1702-17-6
ethoxyquin	91-53-2	Piperalin	3478-94-2
coumafos oxon	321-54-0	3,4-dichloroaniline	95-76-1
flurilazool	121776-33-8	1-(3,4-dichlorofenyl)-3-methyl Urea	3567-62-2
benodanil	15310-01-7	Ethaboxam	162650-77-3
naphthalofos	1491-41-4	Ethiozin	64529-56-2
cyclanidile	113136-77-9	Cyantraniliprool	736994-63-1
foraat-sulfone	2588-04-7	Noruron	18530-56-8
clodinafop	114420-56-3	Ethyclozaat	27512-72-7
fluridone	59756-60-4	1,3-difenylurea	102-07-8
fenpiclonil	74738-17-3	2,6-diethylaniline	579-66-8
fluazifop	69335-91-7	Ketoprofen	22071-15-4
isofenfos-oxon	31120-85-1	Trinexapac-ethyl	95266-40-3
barban	101-27-9	Metominostrobin (z-type)	133408-51-2
4-bromo-3,5-dimethylfenyl-n-	672-99-1	Diclosulam	145701-21-9
flurtamone	96525-23-4	Indaziflam	950782-86-2
pyrazosulfuron-ethyl	93697-74-6	Irgarol	28159-98-0

sludioxonil	131341-86-1	Methfuroxam	28730-17-8
simeconazool	149508-90-7	Dimethametryn	22936-75-0
tembotrione	335104-84-2	Triaziflam	131475-57-5
2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one	26530-20-1	Aziprotryne	4658-28-0
bromuconazool	116255-48-2	Orysastrobin	248593-16-0
uniconazool	83657-22-1	Sulprofos Sulfoxide	34643-47-5
crufomaat	299-86-5	Nitrapyrin	1929-82-4
parathion	56-38-2	Fluopyram	658066-35-4
cumyluron	99485-76-4	Oxyfluorfen	42874-03-3
fenchlorfos-oxon	3983-45-7	Imiprothrin	72963-72-5
tiadinil	223580-51-6	Cafenstrool	125306-83-4
daimuron	42609-52-9	Difenylamine	122-39-4
fluopicolide	239110-15-7	Fenclorim	3740-92-9
Chlorpyrifos-oxon	5598-15-2	Trifloxystrobin metabolit	252913-85-2
trifluralin	1582-09-8	Diclocymet	139920-32-4
benfluralin	1861-40-1	Silthiofam	175217-20-6
iprobenfos	26087-47-8	Isomethiozin	57052-04-7
pethoxamid	106700-29-2	Fluthiacet-methyl	117337-19-6
propisochloor	86763-47-5	Pyrazoxyfen	71561-11-0
metolachloor	51218-45-2	Indanofan	133220-30-1
triazamaat	112143-82-5	Diethatyl Ethyl	38727-55-8
thenylchloor	96491-05-3	Tdcpp	13674-87-8
diniconazool	70217-36-6	Alloxysim sodium	55635-13-7
chlorobenzuron	57160-47-1	fenazox	495-48-7
fenothiocarb	62850-32-2	flamprop-m-isopropyl	63782-90-1
penfluron	35367-31-8	fipronil-desulfinyl	205650-65-3
dazomet	533-74-4	secbumeton	26259-45-0
eptc	759-94-4	mgk-264	113-48-4
chlorfenvinfos	470-90-6	s-hydroprene	65733-18-8
pentanochloor	2307-68-8	bentazon-methyl	61592-45-8
thifluzamide	130000-40-7	clomeprop	84496-56-0
fenoxanil	115852-48-7	fluoglycofene-ethyl	77501-90-7
nitralin	4726-14-1	flumiclorac-pentyl	87546-18-7
hymexazool	10004-44-1	esbiol	28434-00-6
penthiopyrad	183675-82-3	lactofen	77501-63-4
carpropamid	104030-54-8	akton	1757-18-2
pyraclofos	89784-60-1	cycloprothrin	63935-38-6
anilofos	64249-01-0	fluorodifen	15457-05-3
fluchloralin	33245-39-5	alfa-cypermethrin	67375-30-8

bensulide	741-58-2	bioresmethrin	28434-01-7
dinitramine	29091-05-2	fenpropathrin	64257-84-7
sulfallaat	95-06-7	Pymetrozine	123312-89-0
etobenzanid	79540-50-4	Aminocarb	2032-59-9
thiazopyr	117718-60-2	Chlordimeform	6164-98-3
isofenfos-methyl	99675-03-3	Isocarbamide	30979-48-7
dyfonaat	944-22-9	Mesotrione	104206-82-8
fipronil sulfinyl	120067-83-6	Thiofanaat methyl	23564-05-8
pyrazolynaat	58011-68-0	chlorotoluron	15545-48-9
terbutol	1918-11-2	Fluometuron	2164-17-2
vernolaat	1929-77-7	Amidosulfuron	120923-37-7
pebulaat	1114-71-2	isoproturon	34123-59-6
cycloaat	1134-23-2	Azimsulfuron	120162-55-2
haloxyfop-p methyl	72619-32-0	Difenoxuzone	14214-32-5
isoxathion	18854-01-8	Fenpropidin	67306-00-7
cyflufenamid	180409-60-3	Demeton S	126-75-0
dimepiperaat	61432-55-1	Dimefuron	34205-21-5
dithiopyr	97886-45-8	Cyhalofop-butyl	122008-85-9
butylaat	2008-41-5	Tritosulfuron	142469-14-5
penthion-ethyl	1716-09-2	Halosulfuron-methyl	100784-20-1
fluazuron	86811-58-7	Primisulfuron-methyl	86209-51-0
oxaziclomefone	153197-14-9	Ethofumesaat	26225-79-6
espocarb	85785-20-2	Prothioconazool	178928-70-6
Sethoxydim	74051-80-2	Quinoxyfen	124495-18-7
2,4-dimethylaniline	95-68-1	Pyridaat	55512-33-9
fluazifop-butyl	69806-50-4	Vamidothion Sulfoxide	20300-00-9
butroxydim	138164-12-2	Nitenpyrami(iso)	150824-47-8
tebupirimfos	96182-53-5	Fosfolan-methyl	5120-23-0
pyributicarb	88678-67-5	2,6-dichlorbenzamide	2008-58-4
tris(o-cresyl)fosfaat	78-30-8	1,2-benzisothiazol-3(2h)-one	2634-33-5
flumetralin	62924-70-3	methomyl-oxime	13749-94-5
sulfuramide	4151-50-2	Dimethirimol	5221-53-4
isopropalin	33820-53-0	Quinmerac	90717-03-6
aspon	3244-90-4	Schradan	152-16-9
Deoxynivalenol	51481-10-8	Prohydrojasmon	158474-72-7
Z-mevinfos	338-45-4	Terbumeton-desethyl	30125-64-5