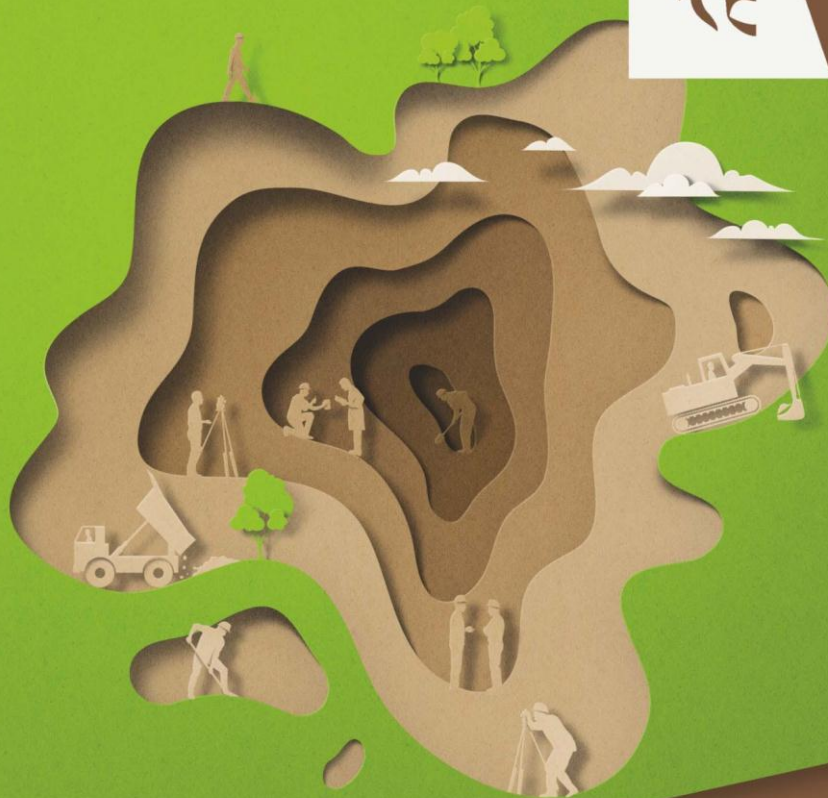




Vlaanderen
is bodembewust



RICHTLIJNEN VOOR ONDERZOEK VAN MOESTUIN OF KIPPENREN

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

CODE VAN GOEDE PRAKTIJK

WWW.OVAM.BE

////////////////////////////////////

RICHTLIJNEN VOOR **ONDERZOEK VAN** **MOESTUIN OF** **KIPPENREN**

Code van goede praktijk
Publicatiedatum: december 2017

////////////////////////////////////

DOCUMENTBESCHRIJVING

- 1 *Titel publicatie:*
Code van Goede Praktijk
Richtlijnen voor onderzoek van
moestuin of kippenren
- 2 *Verantwoordelijke Uitgever:*
Danny Wille, OVAM
- 3 *Wettelijk Depot nummer:* 2017
- 4 *Trefwoorden:*
Bodemverontreiniging, moestuin, kippenren, S-risk, gerichte metingen, gewasanalyse, eieranalyse
- 5 *Samenvatting:*
Deze brochure is een ondersteunend en adviserend document dat op 'vrijwillige' basis kan geraadpleegd en toegepast worden bij het uitvoeren van een gedetailleerd bodemonderzoek in een moestuin en/of kippenren.
- 6 *Aantal bladzijden:* 78
- 7 *Aantal tabellen en figuren:*
13 tabellen / 6 figuren
- 8 *Datum publicatie:*
december 2017
- 9 *Prijs*:* /
- 10 *Begeleidingsgroep en/of auteur:* Kaat Touchant en Ilse Van Keer (VITO) – Nele Bal en Griet Van Gestel (OVAM)
- Contactperso(n)en:
Nele Bal, Griet van Gestel
- 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: <http://www.ovam.be>

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Inleiding | 5 |
| 1.1 | Reden totstandkoming CvGP | 5 |
| 1.2 | Situatieschets | 5 |
| 2 | Samenvatting | 8 |
| 3 | Wanneer groenten en/of eieren analyseren? | 11 |
| 3.1 | Brononderzoek | 16 |
| 3.2 | Scenario met en zonder woonfunctie | 16 |
| 3.2.1 | Scenario met woonfunctie (moestuin/kippenren) | 17 |
| 3.2.2 | Scenario zonder woonfunctie (volkstuin) | 17 |
| 3.2.3 | Standaard modelberekening (S-Risk) | 17 |
| 3.3 | Impact omvang volkstuin/moestuin en mate van zelfvoorziening op het risico | 18 |
| 3.3.1 | Volkstuin – hoog percentage groenten uit eigen tuin | 18 |
| 3.3.2 | Particuliere moestuinen – sterk variërend percentage groenten uit eigen tuin | 19 |
| 3.3.3 | Kleine moestuin – laag percentage groenten uit eigen tuin | 20 |
| 3.4 | Impact leeflaagsanering (schone laag teelaarde) op het risico | 21 |
| 3.4.1 | Impact leeflaagsanering moestuin | 21 |
| 3.4.2 | Impact leeflaagsanering kippenren | 22 |
| 3.4.3 | Impact leeflaagsanering volkstuin | 22 |
| 3.5 | Afwegen kosten ‘gerichte’ metingen versus leeflaagsanering | 22 |
| 3.5.1 | Kostprijs ‘gerichte’ metingen | 23 |
| 3.5.2 | Kostprijs leeflaagsanering | 24 |
| 3.6 | Potentiële moestuin ter hoogte van particuliere tuin (potentieel scenario in BBO) | 25 |
| 4 | Richtlijnen voor gewas- en ei-onderzoek | 26 |
| 4.1 | Gekoppelde metingen | 29 |
| 4.1.1 | Bodemstalen moestuin | 29 |
| 4.1.2 | Bodemstaal kippenren | 30 |
| 4.2 | Referentiekader | 30 |
| 4.2.1 | Limietwaarden | 30 |
| 4.2.2 | Referentiewaarden | 31 |
| 4.3 | Gewasonderzoek | 32 |
| 4.3.1 | Selectie van (moes)tuinen | 33 |
| 4.3.2 | Inplannen en opzetten gewasonderzoek | 33 |
| 4.3.3 | Standaard groentepakket voor analyse | 34 |
| 4.3.4 | Richtwaarden representatieve staalname/steekproef | 34 |
| 4.3.5 | Voorbehandelingen | 37 |
| 4.3.6 | Analysepakket | 38 |
| 4.3.7 | Bemonstering (veldwerk) | 38 |
| 4.3.8 | Transport naar laboratorium | 39 |
| 4.4 | Ei-onderzoek | 39 |
| 5 | Evaluatie kwaliteit van de tuin als moestuin/kippenren | 41 |
| 5.1 | Toetsen aan limietwaarden (stap 1) | 45 |
| 5.2 | Toetsen aan referentiewaarden (stap 2) | 45 |
| 5.3 | Risicobeoordeling met S-risk (stap 3) | 46 |
| 5.3.1 | Moestuin/volkstuin | 46 |
| 5.3.2 | Kippenren | 49 |
| 5.4 | Relatie bodemconcentraties en gewas- /ei-concentraties (stap 4) | 50 |
| 6 | Algemene conclusie gewas- en/of ei-onderzoek | 53 |
| 7 | Bijlage A: Gewasonderzoek via proefvlakken of potproeven | 55 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.1 | Uitvoeren van een veldonderzoek via proefvlakken | 55 |
| 7.2 | Uitvoeren van potproeven | 55 |
| 8 | Bijlage B: Overdracht van stoffen van bodem naar planten/eieren..... | 56 |
| 8.1 | Overdracht naar groenten | 57 |
| 8.2 | Welke groentegroepen domineren de blootstelling voor benzo(a)pyreen, Cr, Hg, Pb en Ni? | 57 |
| 8.3 | Overdracht naar eieren | 59 |
| 9 | Bijlage C: bemonsteringswijze bodem | 61 |
| 10 | Bijlage D: Vervuilende stoffen m.b.t. moestuin of kippenren | 62 |
| 10.1 | Deel 1 – vervuilende stoffen m.b.t. de moestuin | 62 |
| 10.1.1 | Zware metalen | 62 |
| 10.1.2 | Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's) | 63 |
| 10.1.3 | Dioxines en pcb's | 63 |
| 10.1.4 | Pesticiden | 64 |
| 10.1.5 | Minerale olie | 64 |
| 10.2 | Deel 2 – Vervuilende stoffen m.b.t. de kippenren | 65 |
| 10.2.1 | Dioxines en pcb's | 65 |
| 10.2.2 | Pesticiden | 66 |
| 11 | Bijlage E: relevante parameters en hun verontreinigingsbronnen..... | 67 |
| 11.1 | Zware metalen | 67 |
| 11.1.1 | Historische activiteiten | 68 |
| 11.1.2 | Primaire productie van non-ferrometalen | 68 |
| 11.1.3 | Bewerking van metalen | 68 |
| 11.1.4 | Houtverduurzaming | 69 |
| 11.1.5 | Storten van afvalstoffen/toepassen van vervuilde secundaire grondstoffen | 69 |
| 11.1.6 | Gebruik van meststoffen | 69 |
| 11.1.7 | Schietoefeningen | 69 |
| 11.1.8 | Lozingen van afvalwater | 69 |
| 11.1.9 | Corrosie van metalen | 69 |
| 11.1.10 | Diffuse verontreinigingsbronnen van metalen | 69 |
| 11.2 | Dioxines en PAK's (polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen) | 70 |
| 11.3 | Pcb's, gebromeerde vlamvertragers en perfluorchemicaliën | 70 |
| 11.4 | Bestrijdingsmiddelen | 71 |
| 11.5 | BTEX | 72 |
| 11.6 | VOCl's | 73 |
| 11.7 | Minerale olie | 74 |

1 INLEIDING

1.1 REDEN TOTSTANDKOMING CVGP

De code van goede praktijk is een ondersteunend en adviserend document dat op 'vrijwillige' basis kan geraadpleegd en toegepast worden en vormt geen onderdeel van de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek.

De aanleiding voor het opstellen van deze richtlijnen is het bieden van ondersteuning bij:

- Het verfijnen van de risico-evaluatie in een beschrijvend bodemonderzoek voor het scenario “wonen met moestuin” en dit wanneer uit de humane risico-evaluatie blijkt dat blootstelling via de inname van gewassen en/of eieren aanleiding geeft tot het optreden van een humaan risico. Deze verfijning situeert zich bijgevolg meestal in een officieel onderzoekstraject dat wordt uitgevoerd in het juridische kader van het bodemdecreet. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 3.
- Het uitvoeren van een uitbreiding op het 'vrijwillig' bodemonderzoek in een particuliere moestuin of volkstuin, eventueel een kippenren. In de meeste gevallen beperkt een vrijwillig moestuinonderzoek zich tot een bodemstaalname. In een aantal gevallen kan het aangewezen zijn om 'gerichte' metingen met bv. staalname van gewassen uit te voeren. Omdat dit onderzoek meestal gebeurt op een niet-risico grond, wordt het op vrijwillige basis uitgevoerd, buiten het juridische kader van het bodemdecreet.

De voorliggende 'code van goede praktijk' is een handleiding die toelaat te bepalen wanneer '**gerichte metingen**' nodig zijn en op welke wijze een staalnamecampagne wordt uitgewerkt waarbij extra aandacht uitgaat naar de te bemonsteren groenten als indicatie voor gezondheidsrisico's, de benodigde hoeveelheid van elke groente, de bemonsteringswijze, de analyse, ... De essentie van het bijkomend onderzoek op gewassen en/of eieren is dat op basis van de extra informatie (gewas- en ei-concentraties) en een stapsgewijze evaluatie (toetsing aan limietwaarden, referentiemetingen en of een 'verfijnde' humane risicoberekening) de eBSD de adviezen louter gebaseerd op bodemconcentraties kan bevestigen dan wel een aangepast advies over de geschiktheid van de tuin als moestuin en/of kippenren kan formuleren.

1.2 SITUATIESCHETS

Op de website “Gezond uit eigen grond” (<http://www.gezonduiteigengrond.be/>) - die LNE samen met de OVAM ontwikkelde, wordt een leidraad en een webtool ter beschikking gesteld om na te gaan of je tuingrond al dan niet geschikt is voor het kweken van eigen groenten en/of het houden van kippen.

Naast een praktijkgids voor gezond tuinieren met richtlijnen over de inrichting van je tuin en/of kippenren is eveneens een webtool opgenomen om zelf de eventuele aanwezigheid van verontreiniging na te gaan. Deze webtool start met een vragenlijst waarbij gepolst wordt naar de voorgeschiedenis en de omgeving van het perceel waarop de moestuin en/of kippenren zich bevindt of zal ingericht worden.

Op basis van de resultaten van de vragenlijst wordt een advies geformuleerd met betrekking tot het uitvoeren van bijkomende bodemstaalname en -analyse. Het staalname protocol (Bijlage C) geeft aan op welke wijze een bodemstaal genomen dient te worden en er wordt ook vermeld welke labs deze analyses kunnen uitvoeren. Ter hoogte van elke moestuin en kippenren wordt 1 mengstaal samengesteld en geanalyseerd.

De tuinder kan zelf zijn analyseresultaten invoeren in de webtool en ontvangt een advies op maat. Bij de adviesverlening wordt een onderscheid gemaakt tussen **privétuinen** en **volkstuinten**. Bij volkstuinten wordt de consumptie van eieren van eigen kippen niet meegenomen. Voor privétuinen kan indien relevant rekening gehouden worden met de aanwezigheid van een **kippenren**. Na vergelijking van de aangetroffen bodemconcentraties met **referentiewaarden voor bodemkwaliteit**¹ worden **adviezen** gegeven **voor het telen van groenten door particulieren (Tabel 1) en /of de consumptie van eieren (Tabel 2)**.

In de huidige labtool² worden enkel de **zware metalen** (m.u.v. koper en zink) en benzo(a)pyreen (**B(a)P**) getoetst aan berekende referentiewaarden. Hoge concentraties aan koper en zink in de bodem houden immers geen risico in voor de menselijke gezondheid. Het consumptie-advies van eieren is gebaseerd op concentraties aan **PCDD/F's en dioxineachtige PCB's** in de bodem. Indien verhoogde concentraties worden aangetroffen voor andere verontreinigende parameters, dan kan OVAM gecontacteerd worden voor advies op maat.

Wanneer in de adviezen wordt aangeraden om de bovenste 60 cm te vervangen door schone teelaarde om groenten te telen of kippen te houden of wanneer het telen van groenten of houden van kippen wordt afgeraden in afwachting van advies van OVAM (klasse C bij de groenten en klasse D bij de eieren), kan **aanvullend locatiespecifiek onderzoek** nuttig zijn om het advies te bevestigen of af te zwakken. Of anders gezegd, het kan zinvol zijn om na te gaan of bodemverontreiniging effectief aanleiding geeft tot verhoogde blootstelling als gevolg van consumptie van groenten en/of eieren geteeld in eigen moestuin/kippenren. Dit kan door middel van **'gerichte' metingen** zoals het meten van **gehalten in groenten en/of eieren**.

Voor klasse D bij de groenten en/of eieren, zijn 'gerichte' metingen **niet** relevant, aangezien er naast de inname van gewassen en/of eieren nog andere blootstellingsroutes optreden (bv. ingestie van bodemdeeltjes) die aanleiding geven tot een humaan risico. Dan neemt men bijgevolg best eerst andere maatregelen specifiek gericht op het vermijden van deze blootstelling.

Gerichte metingen in groenten of eieren kunnen ook nuttig zijn in een **beschrijvend bodemonderzoek** (naar aanleiding van risicogronden) wanneer blijkt dat de belangrijkste bijdrage aan het humane risico te wijten is aan de blootstellingsweg 'inname via groenten' en/of 'inname via eieren'.

Een moestuinonderzoek neemt, rekening houdend met het groeiseizoen, de nodige tijd in beslag en dient ook 'tijdig' ingepland te worden.

In deze Code van Goede Praktijk worden richtlijnen aangereikt:

- om na te gaan wanneer er effectief 'gerichte' metingen nodig zijn (HOOFDSTUK 3),
- voor het uniformiseren van de staalname en analyse van groenten en eieren uit moestuinten, kippenrennen of volkstuinten (HOOFDSTUK 4),
- met betrekking tot de wijze waarop de bijkomende informatie (meetresultaten) geïnterpreteerd moet worden (HOOFDSTUK 5).

Deze richtlijnen kunnen op vrijwillige basis geraadpleegd en opgevolgd worden.

Het produceren van primaire producten (i.e. dierlijke producten zoals vlees, vis, eieren, ... en groenten en fruit) door de landbouw voor verkoop valt **buiten** het toepassingsgebied van deze code van goede praktijk. De controle op voedselveiligheid gebeurt in België door het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV).

¹ De referentiewaarden voor bodemkwaliteit die aan de basis liggen van de adviezen werden door VITO afgeleid o.b.v. het blootstellingsmodel S-Risk.

² "Resultaten analyses groententuin" en "Resultaten analyses kippenren"


LAAG
RISICO



HOOG
RISICO

| Adviezen groentetuin | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | <p>Je kan zonder beperking genieten van je tuin. Er wordt steeds aangeraden om na het werken in de tuin je handen te wassen en om groenten uit eigen tuin altijd goed te wassen of te schillen. Bekijk ook de tips op http://www.gezonduiteigengrond.be/download die voor alle groentetuinen nuttig zijn.</p> |
| B | <p>De resultaten tonen aan dat in je tuin één of meerdere stoffen wat hoger zijn, zoals op vele plaatsen in Vlaanderen. Je kan groenten telen in je tuin, maar je neemt best volgende maatregelen in acht:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumptie van maximaal één derde van de totale groenten uit eigen tuin. 2. Handen wassen na het tuinieren (ook omwille van algemene hygiëne). 3. Zorg voor variatie in groenten en afwisseling tussen groenten uit eigen tuin en winkel. 4. Zorg voor een goede zuurtegraad (pH) door te bekalken en organisch stofgehalte door te bemesten of compost toe te dienen. 5. Vermijd om grond/stof uit je tuin in huis te brengen en poets regelmatig met nat. 6. Was groenten uit je eigen tuin altijd goed of schil ze eventueel. |
| C | <p>De resultaten van je tuinonderzoek tonen aan dat een of meerdere stoffen wat hoger zijn, zoals op vele plaatsen in Vlaanderen. Door een aantal maatregelen te nemen, kan je groenten telen in je tuin:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vervang in de moestuin de bovenste 60 cm door een propere laag teelaarde of kweek je groenten in bakken waarin propere teelaarde zit. Ook groenten telen in verhoogde teeltbedden is mogelijk. Je legt dan eerst een geschikte folie of doek op de vervuilde grond en daarop komt zuivere teelaarde. Op deze manier komen je groenten niet in contact met de verontreiniging in de bodem. Tuinieren in potten met propere teelaarde kan natuurlijk altijd. Ook diepwortelende fruitbomen vormen geen risico. 2. Handen wassen na het tuinieren (ook omwille van algemene hygiëne). 3. Zorg voor variatie in groenten en afwisseling tussen groenten uit eigen tuin en winkel. 4. Zorg voor een goede zuurtegraad (pH) door te bekalken en organisch stofgehalte door te bemesten of compost toe te dienen. 5. Vermijd om grond/stof uit je tuin in huis te brengen en poets regelmatig met nat. 6. Was groenten uit je eigen tuin altijd goed of schil ze eventueel <p>In geval van een 'nieuwe' volkstuint wordt aanbevolen om te zoeken naar een meer geschikte locatie.</p> |
| D | <p>De resultaten tonen aan dat in je tuin één of meerdere stoffen in te hoge gehalten voorkomen, vergeleken met gezondheidskundige richtlijnen. <u>Er wordt afgeraden om groenten te kweken in afwachting van een advies op maat van je moestuin door OVAM, tenzij de bovenste 60 cm van de moestuin vervangen wordt door een propere laag teelaarde.</u> Tuinieren in potten met propere teelaarde kan natuurlijk altijd.</p> <p>Je kan de OVAM contacteren via bodem@ovam.be (bij voorkeur) of 015 28 41 38. Zorg dat je het nummer van het kadastrale perceel bij de hand hebt.</p> <p>Best neem je volgende 'preventieve' maatregelen, zeker als je kinderen in de tuin spelen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Handen wassen na tuinieren of spelen in de tuin (ook omwille van algemene hygiëne). 2. Vermijd om grond/stof uit je tuin in huis te brengen en poets regelmatig met nat. 3. Zorg dat de bodem in je tuin zoveel mogelijk bedekt of begroeid is, zodat er zo weinig mogelijk contact met onbedekte grond mogelijk is. Indien er onverharde stroken grond aanwezig zijn, zorg er dan voor dat er zo weinig mogelijk contact is door er niet te spelen of te tuinieren. <p>In geval van een 'nieuwe' volkstuint wordt aanbevolen om te zoeken naar een meer geschikte locatie.</p> |

Tabel 1: Advies voor tuinders betreffende het kweken van groenten op basis van de bodemconcentraties aan zware metalen (As, Cd, Cr, Hg, Pb & Ni) en B(a)P ingevoerd in de labtool (website "Gezond uit eigen grond").

| | | Advies consumptie eieren i.f.v. leeftijd ³ | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| | | > 12 jaar | 6-12 jaar | < 6 jaar |
| LAAG RISICO  HOOG RISICO | A² | 3 ei/week | 2 ei/week | 1 ei/week |
| | B | 2 ei/week | 1 ei/week | 1 ei/2 weken |
| | C | 1 ei/week | 1ei/2 weken | Afgeraden ³ |
| | D | <p>Op basis van de meetresultaten in de bodem van de kippenren blijkt dat in de bodem van je kippenren één of meerdere stoffen in een verhoogde concentratie voorkomen. <u>Er wordt afgeraden om eieren van eigen kippen te consumeren in afwachting van een advies op maat van je kippenren door OVAM</u>, tenzij de bovenste 60 cm van de kippenren wordt vervangen door zuivere grond.</p> <p>Je kan OVAM contacteren via bodem@ovam.be (bij voorkeur) of 015 28 41 38. Zorg dat je het nummer van het kadastrale perceel bij de hand hebt.</p> <p>Best neem je volgende ‘preventieve’ maatregelen, zeker als er kinderen in je tuin spelen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Handen wassen na tuinieren of spelen in de tuin (ook omwille van algemene hygiëne). 2. Vermijd om grond/stof uit je tuin in huis te brengen en poets regelmatig met nat. 3. Zorg dat de bodem in je tuin zoveel mogelijk bedekt of begroeid is, zodat er zo weinig mogelijk contact met onbedekte grond mogelijk is. Indien er onverharde stroken grond aanwezig zijn, zorg er dan voor dat er zo weinig mogelijk contact is door er niet te spelen of te tuinieren. | | |

Tabel 2: Advies voor personen in functie van de leeftijd betreffende de consumptie van eieren uit een eigen kippenren op basis van de bodemconcentraties aan dioxines en PCB's ingevoerd in de labtool (website "Gezond uit eigen grond").

2 SAMENVATTING

In het kader van deze code van goede praktijk voor onderzoek van moestuin of kippenren wordt steeds vertrokken vanuit de vaststelling dat ter hoogte van de moestuin/kippenren verhoogde bodemconcentraties zijn vastgesteld en er aanwijzingen zijn dat deze verhoogde concentraties aanleiding kunnen geven tot een risico als gevolg van de consumptie van groenten of eieren uit eigen tuin.

Om na te gaan of de vastgestelde bodemverontreiniging ‘effectief’ aanleiding geeft tot verhoogde blootstelling als gevolg van consumptie van groenten en/of eieren geteeld in eigen tuin/kippenren kunnen ‘gerichte’ metingen zoals het meten van **gehalten in groenten en/of eieren** uitgevoerd worden. Dergelijk onderzoek geeft aan in welke mate de in de bodem aangetroffen stoffen opgenomen worden door gewassen/eieren en moet uitsluitel bieden of er werkelijk humane risico's bestaan ten gevolge van het eten van groenten uit eigen tuin (moestuin/volkstuin) of eieren uit eigen kippen.

De richtlijnen die in deze code van goede praktijk aan bod komen alsook de risicoberekeningen houden rekening met het **S-Risk blootstellingsmodel** en de bestaande **OVAM-procedures voor beschrijvend bodemonderzoek en het uitvoeren van een humane risico-evaluatie**.

Alvorens ‘gerichte’ metingen uit te voeren is het zinvol om eerst na te gaan of de oorzaak/bron van de bodemverontreiniging nog aanwezig is, hoe groot de onzekerheid is bij de risicoberekening die louter gebaseerd is op bodemconcentraties en wat de kostprijs is voor het aanbrengen van een schone laag teelaarde van 60 cm op doek/folie (leeflaagsanering ter hoogte van de moestuin/kippenren).

³ - Kijk ook even op www.gezonduiteigengrond.be/kippen-houden voor hoe je je kippenren best inricht.

- Om een te hoog cholesterolgehalte te vermijden, eet je best niet teveel eieren. Vandaar dat ook bij klasse A de consumptie van eieren beperkt wordt.
 - Tenzij de bovenste 60cm in de kippenren wordt vervangen door zuivere grond.

Dit komt aan bod in hoofdstuk 3. In het slechtste geval is immers ook het besluit op basis van de ‘gerichte’ metingen dat het telen van groenten of houden van kippen wordt afgeraden en dan dient alsnog een schone laag teelaarde van 60 cm op geotextiel/kunststoffolie aangebracht te worden alvorens men groenten in eigen tuin mag kweken of kippen mag houden.

Wanneer de extra risicoberekeningen aantonen dat er na het aanbrengen van een schone laag teelaarde (leeflaagsanering ter hoogte van de moestuin/kippenren) nog steeds een risico is, dan dient nagegaan te worden welke blootstellingsroute verantwoordelijk is voor dit risico en op welke wijze deze kan weggenomen of verhinderd worden.

Wanneer de extra risicoberekeningen aantonen dat er na het aanbrengen van een schone laag teelaarde geen risico meer is, dan worden de **kosten** voor het aanbrengen van een **schone laag teelaarde** van 60 cm op doek/folie (leeflaagsanering) afgewogen ten opzichte van de **kosten** van ‘gerichte’ metingen.

Voor **particuliere tuinen** die volgens de webtool ‘gezonduiteigengrond’ niet geschikt zijn voor het kweken van groenten (klassen C en D) of het houden van kippen (klassen C en D), wordt deze **kosten-baten analyse** uitgevoerd door **OVAM**. Voor **regionale onderzoeken, volkstuintcomplexen** of in geval het onderzoek gerelateerd is aan **risicogronden** (BBO), wordt een **eBSD** aangesteld voor het uitvoeren van de **kosten-baten analyse**.

Kortweg kan gesteld worden dat een meetcampagne slechts zinvol is wanneer het technisch onmogelijk is om een schone laag teelaarde aan te brengen of de kostprijs voor het aanbrengen van een schone laag teelaarde minstens dubbel zo duur is.

In een **beschrijvend bodemonderzoek** wordt naast het actueel humaan risico ook steeds het **potentieel humaan risico** nagegaan. Vaak wordt de vraag gesteld op basis van welk woonscenario het potentieel humaan risico berekend dient te worden wanneer er actueel geen moestuin is. Is m.a.w. het scenario ‘wonen met moestuin’ realistisch? Wat de **kans op een moestuin** is, wordt toegelicht in § 3.6.

Wanneer op basis van de kosten-baten analyse (schematisch weergegeven in figuren 1 en 2) beslist wordt om over te gaan tot ‘gerichte’ metingen, dan wordt een eBSD aangesteld voor het uitwerken van een gedetailleerde staalnamecampagne ter hoogte van de betrokken moestuin(en) en/of kippenren(nen). Het **meten van representatieve concentraties in groenten** is zeer complex, omwille van de grote heterogeniteit van concentraties in de bodem en dus ook in groenten en omwille van de vele keuzes die gemaakt dienen te worden bij het uitwerken van een staalnamecampagne (§ 4.3). Het **meten van representatieve concentraties in eieren** is minder complex (§ 4.4).

Wanneer het **verband** met de **bodemkwaliteit** dient nagegaan te worden, is het belangrijk om ‘gekoppelde’ metingen uit te voeren (i.e. analyse van extra bodemstalen - § 4.1).

Om na te gaan of de **opname** door de mens van verontreinigende stoffen door de consumptie van eigen geteelde groenten/eieren **normaal of eerder verhoogd** is, kunnen de gemeten gehalten getoetst worden aan ‘limietwaarden’ (wettelijke normen) en/of ‘referentiemetingen’ (§ 4.2).

1. De bodemverontreiniging geeft **geen** aanleiding tot een **gezondheidsrisico**. De tuin mag (zonder beperkingen) gebruikt worden als moestuin, volkstuin of kippenren. Deze conclusie geldt wanneer:
 - de gemeten concentraties in ‘ongewassen’ groenten \leq limietwaarden (stap 1);
 - de gemeten concentraties in ‘ongewassen’ groenten \leq referentiemetingen (stap 2);
 - risico-index verfijnde risicoberekening ‘ongewassen’ groenten ≤ 1 (stap 3).

2. De bodemverontreiniging geeft ook **geen** aanleiding tot een **gezondheidsrisico** bij gebruik van de tuin als moestuin of volkstuin, **mits de gebruiksaanbevelingen zoals het ‘grondig’ wassen en/of schillen van groenten in acht genomen worden**. Deze conclusie geldt wanneer:
 - de gemeten concentraties in groenten ‘na voorbehandeling’ \leq limietwaarden (stap 1);
 - de gemeten concentraties in groenten ‘na voorbehandeling’ \leq referentiemetingen (stap 2);
 - risico-index verfijnde risicoberekening groenten ‘na voorbehandeling’ ≤ 1 (stap 3).

3. De bodemverontreiniging geeft aanleiding tot een **onaanvaardbaar gezondheidsrisico** bij gebruik van de tuin als moestuin, volkstuin of kippenren, tenzij er maatregelen genomen worden om de blootstelling via groenten en eieren weg te nemen of voldoende te beperken. Deze conclusie geldt wanneer:
 - risico-index verfijnde risicoberekening groenten ‘na voorbehandeling’/eieren > 1 (stap 3).

Enkel wanneer op basis van stap 4 een ‘eenduidige’ relatie met de bodem kan aangetoond worden, mogen toch groenten geteeld worden of kippen gehouden worden van zodra de oorzaak van de bodemverontreiniging (bv. atmosferische depositie) niet meer aanwezig is EN een laag ‘schone’ teelaarde van 60 cm wordt aangebracht ter hoogte van de moestuin, volkstuin of kippenren.

3 WANNEER GROENTEN EN/OF EIERN ANALYSEREN?

In de code van goede praktijk voor onderzoek van moestuin of kippenren wordt steeds vertrokken vanuit de vaststelling dat ter hoogte van de moestuin/kippenren verhoogde bodemconcentraties zijn vastgesteld. Verder wordt er een onderscheid gemaakt tussen moestuin en volkstuin:

- De **moestuin** is bestemd voor het kweken van groenten en kruiden voor eigen gebruik en wordt beschouwd als een onderdeel van de particuliere tuin horende bij de eigen woning. De rest van de tuin is als siertuin ingericht.
- De **volkstuin** is ook bestemd voor niet-commerciële groenteteelt en sierteelt, maar is niet bij de eigen woning gelegen. Volkstuinen zijn er in vele soorten en maten: van traditionele moestuinen met voornamelijk groenten, kruiden en fruit, tot siertuinen en allerlei tussenvormen waarin nutsgewassen en siergewassen door elkaar worden geteeld. Volkstuinen liggen zelden solitair, maar meestal met enkele tientallen tot honderden verzameld in een volkstuincomplex of volkstuinpark. De volkstuinders vormen dan vaak een tuinvereniging (met inbegrip van een ‘huishoudelijk reglement’).

Voor particulieren (moestuin/volkstuin) wordt een webtool ter beschikking gesteld (via de website <http://www.gezonduiteigengrond.be/>) die op basis van gemeten bodemconcentraties aangeeft of je tuingrond al dan niet geschikt is voor het kweken van eigen groenten en/of het houden van kippen.

Wanneer volgens deze webtool je tuingrond niet geschikt is voor het kweken van groenten of het houden van kippen (klassen C en D), dan wordt aanbevolen om na te gaan of ‘gerichte’ metingen (i.e. meten van gehalten in groenten of eieren) zinvol zijn.

Ter hoogte van risicogronden - gronden met (voormalige) risico-activiteiten - wordt op basis van de **humane risico-evaluatie in het beschrijvend bodemonderzoek** aangegeven wanneer ‘gerichte’ metingen voor groenten of eieren nuttig kunnen zijn, i.e. wanneer blijkt dat de belangrijkste bijdrage aan het humane risico te wijten is aan de blootstellingsweg ‘inname via groenten’ of ‘inname via eieren’ (zie standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek; OVAM-website). Op basis van de extra informatie kunnen de resultaten van de risico-evaluatie verfijnd worden.

In beide gevallen (particulieren en risicogronden) is de beslissing tot het uitvoeren van ‘gerichte’ metingen **louter** gebaseerd op **humaan toxicologische risicoberekeningen** en **bodemconcentraties**.

In Vlaanderen wordt voor het uitvoeren van deze risicoberekeningen voornamelijk het **blootstellingsmodel S-Risk** gehanteerd. In de ‘Basisinformatie voor risico-evaluaties: Uitvoeren van een humaan toxicologische locatiespecifieke risico-evaluatie’ (OVAM-website) worden de algemene principes toegelicht, gevolgd door een meer specifieke toelichting in geval van bodemverontreiniging.

Alvorens aanvullende metingen op groenten of eieren uit te voeren, wordt aangeraden om een afweging te maken van de kosten en baten van de volgende stappen in de risico-evaluatie (zie figuren 1 en 2). De kosten voor het uitvoeren van gerichte metingen lopen namelijk snel op daar niet alleen extra analyses op bodem, groenten en/of eieren nodig zijn, maar ook het advies van een erkende bodemsaneringsdeskundige (met S-Risk expertise). Bovendien moet men er ook rekening mee houden dat voor het uitvoeren van gerichte metingen de nodige tijd ingecalculeerd dient te worden. Kortweg wordt gesteld dat een meetcampagne slechts zinvol is wanneer het aanbrengen van een schone laag teelaarde technisch onmogelijk is of de kostprijs ervan minstens dubbel zo duur is.

Eerst en vooral wordt nagegaan wat de **oorzaak/bron van de bodemverontreiniging** is en of deze nog aanwezig is. Zolang de bron/oorzaak nog aanwezig is, wordt aangeraden om deze – indien realistisch – te verwijderen of de impact op de bodem te beperken (§ 3.1). Er zijn immers situaties denkbaar waarbij de bron/oorzaak niet kan geïdentificeerd worden en/of deze niet kan weggenomen worden wegens te duur of niet realiseerbaar.

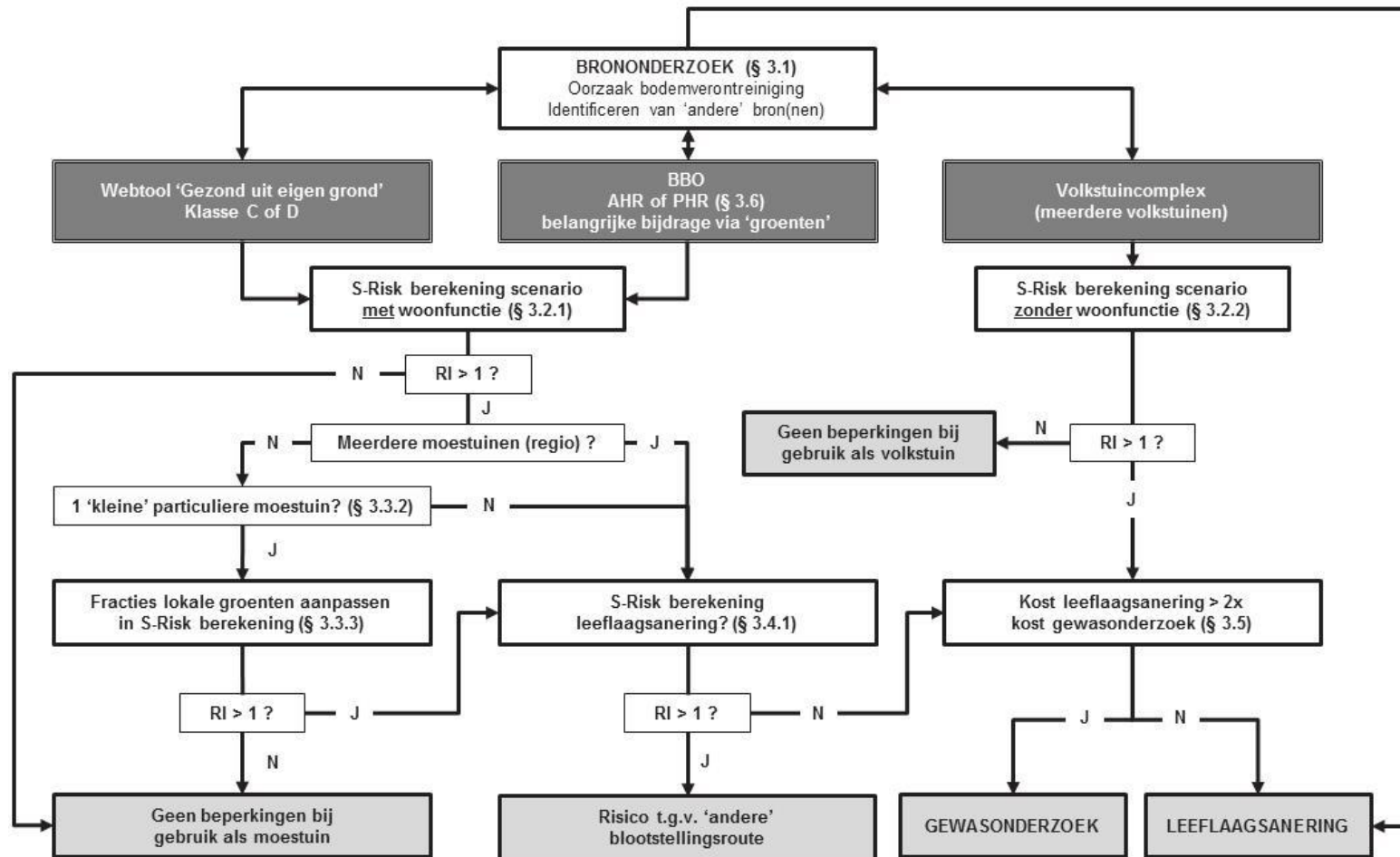
Om de **onzekerheid** van de **modelberekening** verder te onderzoeken kunnen extra risico-berekeningen met het S-Risk model uitgevoerd worden om de **impact** van de **omvang van de moestuin** en de **mate van zelfvoorziening** (% groenten uit eigen tuin) op het risico te evalueren (§ 3.3) en de **impact** van een **schone laag teelaarde** ter hoogte van de moestuin/kippenren op het risico (§ 3.4). Voorafgaand aan deze berekeningen worden de **scenario's** gehanteerd voor de risicoberekeningen ter hoogte van de moestuin, kippenren en volkstuin toegelicht (§ 3.2).

Voor **volkstuinten** wordt steeds uitgegaan van een hoog percentage groenten uit eigen tuin. Bij vaststelling van verhoogde bodemconcentraties ter hoogte van een volkstuintcomplex (klasse C) wordt aanbevolen om na een grondig brononderzoek (§ 3.1) ‘gerichte’ metingen uit te voeren, tenzij er onmiddellijk wordt overgegaan tot het aanbrengen van een propere laag teelaarde. Ter hoogte van een terrein bestemd voor het aanleggen van een ‘nieuw’ volkstuintcomplex, wordt in eerste instantie zelfs aangeraden om te zoeken naar een meer geschikte locatie.

Wanneer de extra risicoberekeningen aantonen dat er na het aanbrengen van een schone laag teelaarde (leeflaagsanering ter hoogte van de moestuin/kippenren) **nog steeds een risico** is, dan is een andere blootstellingsroute verantwoordelijk voor het risico en dienen andere maatregelen genomen te worden om het risico weg te nemen of te verhinderen (§ 3.4).

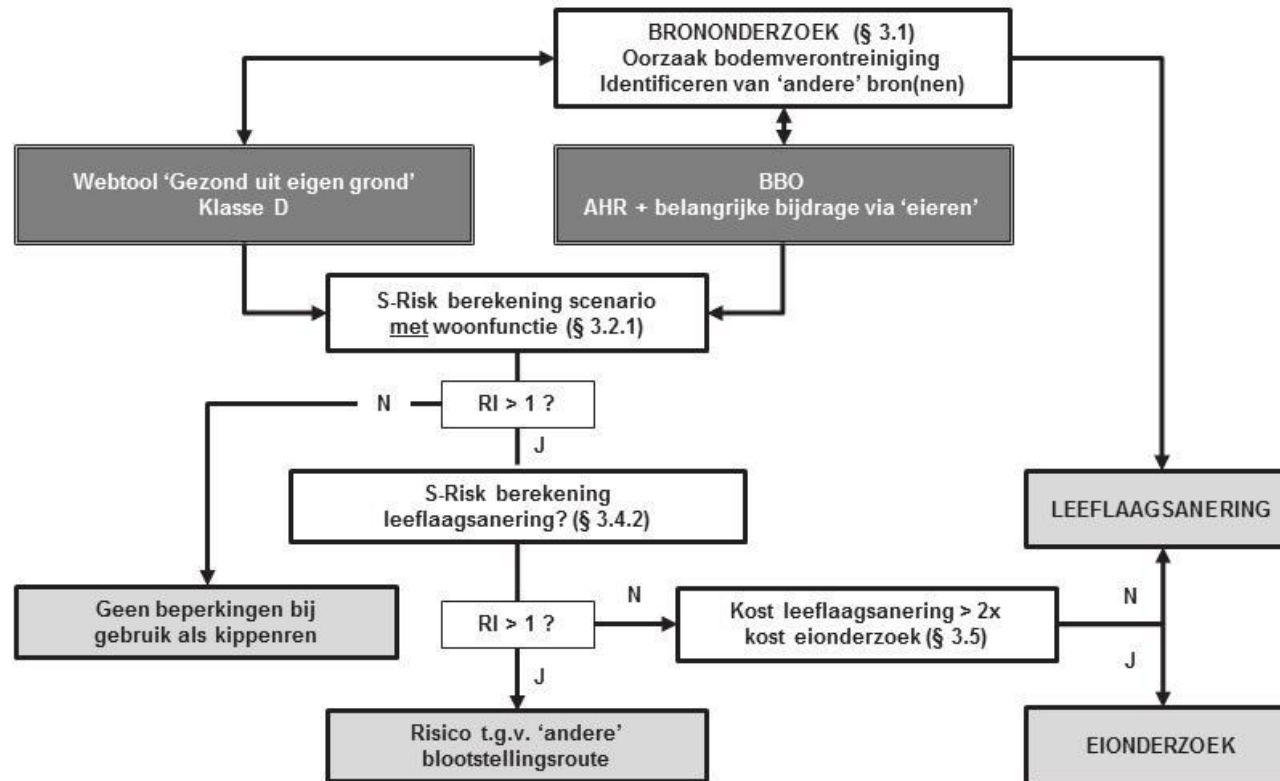
Wanneer deze extra risicoberekeningen aantonen dat er na het aanbrengen van een schone laag teelaarde **geen risico** meer is, dan worden de **kosten** voor het aanbrengen van een **schone laag teelaarde** van 60 cm op doek/folie (leeflaagsanering) afgewogen ten opzichte van de **kosten** van ‘gerichte’ metingen (§ 3.5). Indien technisch en financieel haalbaar, wordt zelfs aangeraden om te opteren voor de meest duurzame oplossing namelijk ‘volledige’ verwijdering van de bodemverontreiniging via ontgraving, alvorens een leeflaagsanering (gedeeltelijke ontgraving of ophoging en aanbrengen van schone laag teelaarde van 60 cm) te overwegen. Voor **particuliere tuinen** die volgens de webtool [‘gezonduiteigengrond’](#) niet geschikt zijn voor het kweken van groenten of het houden van kippen, wordt de **kosten-baten analyse** uitgevoerd **door OVAM**. De eigenaar wordt ingelicht over de resultaten. In geval van een ‘leeflaagsanering’ of indien ‘gerichte’ metingen wenselijk zijn, wordt dit duidelijk vermeld. Dit advies is een aanbeveling, geen verplichting. Voor **regionale onderzoeken, volkstuintcomplexen** of in geval het onderzoek gerelateerd is aan **risicogronden (BBO)**, wordt de **kosten-baten analyse** uitgevoerd **door een eBSD**

NOODZAAK GEWASONDERZOEK BIJ BODEMVERONTREINIGING IN MOESTUIN



Figuur 1: Noodzaak tot gewasonderzoek bij bodemverontreiniging in moestuin (schema van toepassing zijnde kader met donkergrijze achtergrond en witte tekst).

NOODZAAK EIONDERZOEK BIJ BODEMVERONTREINIGING IN KIPPENREN



Figuur 2: Noodzaak tot ei-onderzoek bij bodemverontreiniging in kippenren (schema start bij de van toepassing zijnde kader met donkergrijze achtergrond en witte tekst).

In een beschrijvend bodemonderzoek (BBO) wordt naast het actueel humaan risico ook het **potentieel humaan risico** nagegaan. Vaak wordt de vraag gesteld op basis van welk woonscenario het potentieel humaan risico berekend dient te worden wanneer er actueel geen moestuin is. Is ‘wonen met moestuin’ realistisch of anders gezegd, wat is de kans op een moestuin (§ 3.6).

3.1 BRONONDERZOEK

Zolang de **oorzaak/bron** van de bodemverontreiniging nog **aanwezig** is, wordt aanbevolen om – indien realistisch – eerst maatregelen te nemen om de bron weg te nemen of de impact op de bodem te beperken of te verhinderen, alvorens na te gaan of het zinvol is om ‘gerichte’ metingen uit te voeren of onmiddellijk over te gaan tot het aanbrengen van een schone laag teelaarde. Een voorbeeld is het vervangen van een oud kippenhok behandeld met persistente pesticiden. Voor meer informatie over de bronnen en maatregelen wordt verwezen naar bijlage D. In het kader van risicogronden zit dit vervat in de standaardprocedures ‘oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek’ (OVAM-website).

Uiteraard zijn er situaties denkbaar waarbij de bron/oorzaak van de bodemverontreiniging **niet** kan **geïdentificeerd** worden en/of **niet** kan **weggenomen/verhindert** worden. Denk maar aan diffuse bodembelasting door atmosferische depositie ten gevolge van verkeer of dicht bebouwde regio’s of wanneer de maatregelen voor het wegnemen/beperken van de oorzaak/bron van de bodemverontreiniging te duur zijn of niet realiseerbaar.

Na het brononderzoek kunnen extra risicoberekeningen uitgevoerd worden om de onzekerheid van de modelberekening op het risico verder te onderzoeken (§3.2, § 3.3 en 3.4) en worden indien nodig de kosten van ‘gerichte’ metingen versus sanering afgewogen (§ 3.5).

3.2 SCENARIO MET EN ZONDER WOONFUNCTIE

Om de onzekerheid van de modelberekening verder te onderzoeken kunnen extra risico-berekeningen met het S-Risk model uitgevoerd worden om de impact van de omvang van de moestuin en de mate van zelfvoorziening op het risico te evalueren (§ **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) en de impact van een schone laag teelaarde ter hoogte van de moestuin/kippenren op het risico (§ **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Voorafgaand aan deze berekeningen worden de **scenario’s** die gehanteerd worden voor moestuin, kippenren en volkstuin toegelicht. Voor de risicoberekeningen worden 2 verschillende scenario’s gehanteerd, die zijn afgeleid van de standaardscenario’s opgenomen in het S-Risk model. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen **moestuin/kippenren - scenario met woonfunctie** (§ 3.2.1) en **volkstuin - scenario zonder woonfunctie** (§ 3.2.2). Gebaseerd op deze scenario’s worden de standaard modelberekeningen uitgevoerd voor moestuin, kippenren en/of volkstuin (§ 3.2.3).

3.2.1 Scenario met woonfunctie (moestuin/kippenren)

Voor het scenario met woonfunctie (particuliere moestuin/kippenren) wordt in eerste instantie uitgegaan van een uniforme concentratie over het gehele perceel (zowel in moestuin, kippenren als bij en onder het gebouw). Er wordt aangenomen dat de moestuin/kippenren een onderdeel is van de particuliere tuin grenzend aan de eigen woning. De blootstelling is dus het gevolg van de blootstellingswegen buitenshuis en binnenshuis en van consumptie van lokale voeding. Bij de scenario's met woonfunctie is er dagelijks blootstelling. Indien er ook informatie beschikbaar is over bodemconcentraties gemeten buiten de moestuin of kippenren (i.e. in geval van een BBO), kan hier - indien relevant - ook rekening mee gehouden worden (bv. differentiatie in bodemconcentratie 'onder' de woning (uitdamping naar binnenlucht) en routespecifieke bodemconcentraties bv. bodem - plant (moestuin), bodem - contact & resuspensie (inhalatie van stofdeeltjes, ...)).

De blootstellingsweg 'inname via lokaal geproduceerde eieren' is nooit actief in de standaardscenario's. Deze blootstellingsweg moet dus geactiveerd worden om de berekening te kunnen uitvoeren. Momenteel zijn in S-Risk maar voor een beperkt aantal zware metalen biotransferfactoren voor eieren opgenomen. Daar deze BTF-factoren onvoldoende onderbouwd zijn en voor vele parameters zelfs ontbreken, is er momenteel geen goede berekening mogelijk. Alvorens S-Risk berekeningen uit te voeren voor een kippenren om de blootstelling via eieren te verifiëren, wordt aangeraden om contact op te nemen met OVAM voor bijkomend advies rond de te hanteren BTF-waarden.

3.2.2 Scenario zonder woonfunctie (volkstuin)

In het scenario zonder woonfunctie (volkstuin) is de blootstelling het gevolg van de consumptie van lokale voeding afkomstig uit de volkstuin, inademing van buitenlucht en inname van bodemdeeltjes tijdens het tuinieren. Er wordt aangenomen dat de volkstuin op enige afstand van de woning gelegen is en dat het perceel waarop gewoond wordt niet verontreinigd is. De tijdsbesteding voor volkstuin wordt vastgelegd op 8 h/d gedurende 1 dag per week en 9 maanden per jaar.

Bij een risicoberekening voor een volkstuin wordt vertrokken van het scenario 'wonen met moestuin' waarbij de blootstellingsroutes 'inname via grondwater of drinkwater', 'absorptie vanuit water', 'blootstelling via binnenlucht' en 'blootstelling via badkamerlucht' gedeactiveerd worden. Vervolgens wordt de tijdsbesteding in S-Risk aangepast via de uitgebreide modus in het tabblad 'scenario' en het 'aanklikken' van de knop 'tijdspatronen op de site'. Kinderen van 0-3 jaar worden niet meegenomen (alles op '0'). Verder wordt voor alle leeftijden 'slapen' en 'wakker binnen' op '0' gezet en 'buiten' op 8h/d. De wekelijkse en jaarlijkse blootstellingsfrequenties wordt aangepast naar 1 d/wk en 36 wk/j.

3.2.3 Standaard modelberekening (S-Risk)

De 'standaard' modelberekeningen worden uitgevoerd met het S-Risk model aan de hand van bovenstaande scenario's, de locatiespecifieke bodemeigenschappen (organisch stof, klei en pH) en de gemeten gehalten in de bodem.

De risico-index van de 'standaard' modelberekeningen zal normaal gezien groter zijn dan 1, daar deze code van goede praktijk pas wordt opgestart nadat de webtool 'gezond uit eigen grond' afraadt om groenten te telen (in afwachting van advies van OVAM) of nadat uit de humane risico-evaluatie van het beschrijvend bodemonderzoek blijkt dat de belangrijkste bijdrage te wijten is aan 'inname via groenten' of 'inname via eieren'.

3.3 IMPACT OMVANG VOLKSTUIN/MOESTUIN EN MATE VAN ZELFVOORZIENING OP HET RISICO

Het percentage groenten dat mensen uit eigen tuin eten, is niet goed gedocumenteerd met reële data. Bovendien is dit een onregelmatige verdeling: veel mensen eten helemaal niets uit eigen tuin en de mensen die bewust kiezen voor een moestuin, eten juist een aanzienlijk gedeelte van hun totale groenteconsumptie uit eigen tuin. Het is daarom te overwegen een percentage te benoemen dat "redelijkerwijs uit eigen tuin gegeten moet kunnen worden".

Om –bijna – het hele jaar door je eigen verse groenten te oogsten (100 % groenten uit eigen tuin), moet je ongeveer 50 m² oppervlakte per persoon voorzien (informatie op <http://www.mijntuin.org/articles/beginnen-met-een-moestuin>; geraadpleegd in 07/2016). Dit stemt overeen met een oppervlakte van ~ 200 m² voor een gezin van 4 personen.

Er dient dus een duidelijk onderscheid gemaakt te worden tussen tuinen die duidelijk bedoeld zijn voor het telen van grote hoeveelheden groenten voor eigen gebruik zoals volkstuinen en grotere moestuinen in het buitengebied en tuinen met een lager percentage groenten uit eigen tuin zoals stadstuinen en kleinere tuinen in het buitengebied.

3.3.1 Volkstuin – hoog percentage groenten uit eigen tuin

In 2007 werd in het kader van de BeNeKempens-studie⁴ voor de beoordeling van gezondheidsrisico's door bodemverontreiniging in de Kempenregio gekeken naar de afmetingen van volkstuinen in Vlaanderen en de relatie opbrengst-oppervlakte. Hierbij werd vastgesteld dat:

- er weinig variatie is in de oppervlakte van volkstuinen,
- de oppervlakte van een volkstuin bedraagt ongeveer 150 – 200 m².

Volgens de studie 'Toestandsbeschrijving van de volkstuinen in Vlaanderen vanuit een sociologische en ruimtelijke benadering (2007)' bedraagt een mediaangrootte van een perceel in Vlaanderen 200 m².

Als vuistregel wordt gesteld dat een oppervlakte van ~ 200 m² voldoende is om een gezin van 4 personen te voorzien van de totale hoeveelheid te consumeren groenten (met uitzondering van bewaaraardappelen).

Hieruit wordt geconcludeerd dat de meeste volkstuinen geschikt zijn om in de behoefte van het grootste gedeelte van de benodigde groenten voor een gezin van 4 personen te voldoen.

⁴ Ontwikkeling van een geharmoniseerde methode voor beoordeling van gezondheidsrisico's door bodemverontreiniging in de Kempenregio (2007, VITO en RIVM)

Bij vaststelling van verhoogde bodemconcentraties ter hoogte van een bestaand volkstuincomplex worden na het nemen van de nodige maatregelen op basis van het brononderzoek (§ 3.1) ‘gerichte’ metingen aanbevolen, tenzij onmiddellijk geopteerd wordt voor het aanbrengen van een propere laag teelaarde. Daar een volkstuin niet gelegen is nabij de particuliere woning, kan ‘de facto’ gesteld worden dat er na het aanbrengen van een schone laag teelaarde geen risico meer is ten gevolge van de consumptie van eigen geteelde groenten en ingestie van bodemdeeltjes tijdens het tuinieren (§ 3.4). Een meetcampagne is enkel zinvol wanneer het technisch niet mogelijk is om een schone laag teelaarde aan te brengen of wanneer de kostprijs ervan minstens dubbel zo duur is dan het uitvoeren van ‘gerichte’ metingen (§ 3.5).

Ter hoogte van een terrein bestemd voor het aanleggen van een ‘nieuw’ volkstuincomplex, wordt in eerste instantie aangeraden om te zoeken naar een meer geschikte locatie. ‘Gerichte’ metingen zijn in dit geval enkel mogelijk via proefvlakken (§ 4.3) en dit wordt slechts opgestart indien niet uitgeweken kan worden naar een andere locatie, op basis van het brononderzoek (§ 3.1) de nodige maatregelen zijn genomen en de kostprijs voor het aanbrengen van een schone laag teelaarde minstens het dubbele is van de kostprijs van ‘gerichte’ metingen (§ 3.5).

3.3.2 Particuliere moestuinen – sterk variërend percentage groenten uit eigen tuin

De moestuin wordt beschouwd als een onderdeel van de particuliere tuin horende bij de eigen woning. De omvang van een moestuin kan sterk variëren naargelang de beschikbare ruimte (grootte van het woonperceel) en de gewenste opbrengst. De fractie groenten die uit eigen tuin komt en per persoon geconsumeerd wordt, in functie van de oppervlakte van de moestuin en de samenstelling van het gezin (zie voorbeeld Tabel 3).

De benodigde oppervlakte voor een volledige voorziening voor een gezin van 4 personen (i.e. 100 % groenten uit eigen tuin en 50% aardappelen uit eigen tuin) bedraagt ongeveer 200 m².

Indien een beperktere fractie groenten uit eigen tuin komt, dan vermindert de benodigde oppervlakte ongeveer lineair, namelijk:

- voor 25 % groenten uit eigen tuin is 50 m² moestuin nodig,
- voor 10 % groenten uit eigen tuin is 20 m² moestuin nodig.

| | 100 % | 25 % | 10 % |
|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Vier personen | 200 m ² | 50 m ² | 20 m ² |
| Twee personen | 100 m ² | 25 m ² | 10 m ² |

Tabel 3: Oppervlakte moestuin in functie van fractie groenten uit eigen tuin en samenstelling gezin.

Voor een ‘kleine’ moestuin (i.e. moestuin met een oppervlakte kleiner of gelijk aan een oppervlakte overeenstemmend met 10 % groenten uit eigen tuin), is de kans groot dat het risico via consumptie van groenten uit eigen moestuin door het S-Risk model **overschat** wordt.

In het S-Risk model wordt voor het scenario wonen met moestuin immers verondersteld dat een aanzienlijk deel van de groenten (ongeveer één derde of 33%) uit eigen tuin komt. Om de impact van de zelfvoorziening op het risico nauwkeuriger te kunnen begroten voor een ‘kleine’ moestuin, wordt een ‘verfijnde’ risico-berekening uitgevoerd waarbij de fracties lokale groenten in het S-Risk model worden aangepast (§ 3.3.3).

Voor 'middelgrote tot grote' moestuinen is een dergelijke risicoberekening niet nodig en wordt onmiddellijk de impact van een leeflaagsanering (schone laag teelaarde) op het risico nagegaan (§ 3.4).

3.3.3 Kleine moestuin – laag percentage groenten uit eigen tuin

Voor een kleine moestuin (zie definitie § 3.3.2) kan een 'verfijnde' risicoberekening uitgevoerd worden door de **fracties lokale groenten** in het S-Risk model te **reduceren**.

De kans dat in een kleine moestuin aardappelen worden geteeld is zeer klein en bijgevolg mag de fractie aardappel op 0 % gezet, tenzij er indicaties zijn dat er toch aardappelen gekweekt worden. In dit laatste geval wordt naargelang de situatie een % ingevuld. De overige fracties worden gehalveerd. In Tabel 4 worden naast de fracties voor een 'kleine' moestuin ook de fracties voor een standaard moestuin (i.e. conform het standaard scenario 'wonen met moestuin') weergegeven.

| Totaal % | Standaard moestuin ~ 33 % | Kleine moestuin ~ 15 % |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| Aardappel | 39 % | 0 % |
| Wortel- en knolgewassen | 36 % | 18 % |
| Bolgewassen | 52 % | 26 % |
| Vruchtgroenten | 39 % | 20 % |
| Kolen | 21 % | 11 % |
| Bladgroenten | 36 % | 18 % |
| Peulgewassen | 42 % | 21 % |
| Stengelgewas | 10 % | 5 % |

Tabel 4: Fracties lokale groenten voor een 'standaard' en 'kleine' moestuin.

De fracties lokale groenten worden in het S-Risk model aangepast door in het tabblad 'blootstelling' naar de uitgebreide modus over te schakelen en dan via de knop 'fractie lokale groenten' de fracties voor een kleine moestuin in te voeren.

Wanneer deze risicoberekening aantoont dat er **geen risico** uitgaat van de vastgestelde bodemverontreiniging ter hoogte van de kleine moestuin (i.e. $RI \leq 1$), dan kan gesteld worden dat er ondanks de verhoogde bodemconcentraties **geen beperkingen zijn voor het gebruik van de tuin als moestuin** en zijn geen verdere inspanningen (gerichte metingen, teeltadvies of sanering) nodig.

Wanneer deze risicoberekening aantoont dat er nog steeds **een risico** is ($RI > 1$), dan wordt:

- de impact van een schone laag teelaarde op het risico nagegaan (§ 3.4);
- geverifieerd of 'inname via lokaal geproduceerde groenten' nog steeds dominant is.

Als 'inname via lokaal geproduceerde groenten' **niet** meer de **dominante blootstellingsroute** is, dan zijn andere maatregelen nodig/mogelijk om deze blootstellingsroute weg te nemen of te beperken (inclusief impact op het risico). Een meetcampagne voor de moestuin is enkel zinvol wanneer het technisch niet mogelijk is om een schone laag teelaarde aan te brengen of wanneer de kostprijs ervan minstens dubbel zo duur is dan het uitvoeren van een 'gerichte' metingen (§ 3.5).

3.4 IMPACT LEEFLAAGSANERING (SCHONE LAAG TEELAARDE) OP HET RISICO

De impact van een schone laag teelaarde ter hoogte van de moestuin, kippenren of volkstuin op het risico kan geëvalueerd worden aan de hand van een extra risicoberekening of via een bespreking van de relevante blootstellingsroutes. Hierbij speelt het onderscheid tussen moestuin/kippenren (scenario met woonfunctie) en volkstuin (scenario zonder woonfunctie) een belangrijke rol. De scenario's werden in detail toegelicht onder § 3.2.

Voor een moestuin dient de impact van een leeflaagsanering op het risico steeds berekend te worden (§ 3.4.1). Wanneer de S-Risk berekening aangeeft dat er geen risico meer uitgaat van de bodemverontreiniging ($RI \leq 1$) mogen groenten uit eigen tuin geconsumeerd worden na het aanbrengen van een schone laag teelaarde.

Voor een kippenren kan 'de facto' gesteld worden dat na het aanbrengen van een schone laag teelaarde er geen risico meer is ten gevolge van de consumptie van eieren uit eigen tuin (§ 3.4.2).

Ook voor de meeste volkstuinen kan 'de facto' gesteld worden dat na het aanbrengen van een schone laag teelaarde er geen risico meer is ten gevolge van de consumptie van groenten uit eigen tuin daar er enkel blootstelling mogelijk is via inhalatie van buitenlucht en dit bijna nooit resulteert in een risico (§ 3.4.3).

Een meetcampagne is enkel zinvol wanneer het technisch niet mogelijk is om een schone laag teelaarde aan te brengen of wanneer de kostprijs ervan minstens dubbel zo duur is dan het uitvoeren van 'gerichte' metingen (§ 3.5).

Indien de bron/oorzaak van de bodemverontreiniging nog aanwezig is, wordt nagegaan welke maatregelen nodig/mogelijk zijn om deze weg te nemen of te beperken (§ 3.1).

3.4.1 Impact leeflaagsanering moestuin

Om de impact van een schone laag teelaarde op het risico in te schatten, wordt vertrokken van het standaardscenario 'wonen met moestuin' waarbij een bodemconcentratie van '0 mg/kg ds' wordt ingevoerd voor de bovenste bodemlaag (0-60 cm) ter hoogte van de moestuin. Uitschakelen van de blootstellingsroutes 'inname via lokaal geproduceerde groenten' of een risicoberekening voor het scenario 'wonen met tuin', is niet exact hetzelfde daar in het model ook rekening gehouden wordt met atmosferische depositie op de groenten vanuit de omgeving. In het S-Risk model wordt via het tabblad 'concentraties' bij de route-specifieke bodemconcentratie 'bodem – planten' 0 mg/kg ds in te voeren.

Wanneer er nog steeds **een risico** is ($RI > 1$), dan is dit te wijten aan een andere blootstellingsroute dan 'inname via lokaal geproduceerde groenten' en zijn andere maatregelen aangewezen om deze blootstellingsroute weg te nemen of te beperken (§ 3.1).

Wanneer volgens de berekening **geen risico** meer uitgaat van de resterende bodemverontreiniging ter hoogte van het woonperceel ($RI \leq 1$), mogen groenten uit eigen tuin geconsumeerd worden na aanbrengen van een schone laag teelaarde ter hoogte van de moestuin.

3.4.2 Impact leeflaagsanering kippenren

Om de impact van een schone laag teelaarde ter hoogte van de kippenren op het risico in te schatten, wordt in feite een standaard risicoberekening uitgevoerd voor het scenario 'wonen met tuin' of 'wonen met moestuin'. De route 'inname via lokaal geproduceerde eieren' is immers niet standaard geactiveerd.

Wanneer er **een risico** is ($RI > 1$), dan is dit te wijten aan een andere blootstellingsroute dan 'inname via lokaal geproduceerde eieren' en zijn andere maatregelen aangewezen om deze blootstellingsroute weg te nemen of te beperken (§ 3.1).

Voor een **kippenren** kan gesteld worden dat **het aanbrengen van een schone laag** teelaarde ter hoogte van de kippenren zeer effectief is, maar er kunnen ook andere bronnen zijn die met een leeflaagsanering niet opgelost worden.

3.4.3 Impact leeflaagsanering volkstuin

In het scenario zonder woonfunctie (volkstuin - § 3.2.2) is de blootstelling het gevolg van de consumptie van lokale voeding afkomstig uit de volkstuin, inademing van buitenlucht en inname van bodemdeeltjes tijdens het tuinieren. Wanneer ter hoogte van een volkstuin een schone laag teelaarde wordt aangebracht, dan vallen de blootstellingsroutes 'inname via lokaal geproduceerde groenten' en 'inname van bodemdeeltjes' tijdens het tuinieren weg.

De enige blootstellingsroute die overblijft is 'inademing van buitenlucht' en deze route is enkel relevant wanneer in de onderliggende bodemlaag of in het grondwater hoge concentraties aan vluchtige parameters zouden achterblijven. Een dergelijke situatie komt vermoedelijk enkel voor in het kader van een BBO. Enkel dan wordt een locatiespecifieke risicoberekening voor de volkstuin uitgevoerd waarbij vertrokken wordt van het scenario zonder woonfunctie (§ 3.2.2) en een bodemconcentratie van '0 mg/kg ds' voor de toplaag (i.e. 0-60 cm).

Voor de meeste **volkstuinen** kan op basis van bovenstaande redenering gesteld worden dat **na het aanbrengen van een schone laag** teelaarde er **geen risico** meer is ten gevolge van de consumptie van groenten uit eigen tuin daar er enkel blootstelling mogelijk is via inhalatie van buitenlucht en dit bijna nooit resulteert in een risico.

3.5 AFWEGEN KOSTEN 'GERICHTE' METINGEN VERSUS LEEFLAAGSANERING

De meest duurzame oplossing is deze waarbij de 'volledige' bodemverontreiniging wordt gesaneerd (ontgraven) en er geen restverontreiniging achterblijft. Wanneer dit technisch of financieel niet haalbaar is, wordt een leeflaagsanering via gedeeltelijke ontgraving, ophoging of combinatie van beiden overwogen.

Wanneer de volkstuin, moestuin of kippenren niet of slecht bereikbaar is en de ontgraven grond en schone teelaarde via de woning moet afgevoerd worden (bv. rijwoning), dan kan een meetcampagne zinvol zijn om na te gaan of er effectief een risico uitgaat van de vastgestelde bodemverontreiniging. Ook wanneer machinale ontgraving onmogelijk is en de oppervlakte te groot is om manueel te ontgraven en de grond via kruiwagens af- en aangevoerd moet worden, kan een meetcampagne zinvol zijn. Een tuin is slecht bereikbaar of weinig toegankelijk wanneer er geen doorgang is (bv. rijwoning), de doorgang te smal is voor een graafmachine, een omheining dient weggehaald te worden of de siertuin sterk beschadigd wordt met hoge herstelkosten tot gevolg, ...

Afhankelijk van de oppervlakte van de volkstuin/moestuin/kippenren zal het aanbrengen van een schone laag teelaarde (leeflaagsanering) goedkoper zijn dan het uitvoeren van 'gerichte' metingen. Zeker voor een kleine moestuin of kippenren met beperkte oppervlakte (i.e. < 25 m²) is deze afweging waardevol. Niet alleen de oppervlakte heeft een impact op de kostprijs voor de leeflaagsanering. Ook de toegankelijkheid van de moestuin/kippenren en de wijze waarop de leeflaag dient aangebracht te worden (leeflaagconstructie) zal de kostprijs en keuze beïnvloeden.

Het feit dat in het slechtste geval het besluit op basis van de 'gerichte' metingen nog steeds kan zijn dat het telen van groenten of houden van kippen wordt afgeraden en alsnog een schone laag teelaarde van 60 cm op geotextiel of kunststoffolie aangebracht dient te worden alvorens men groenten in eigen tuin mag kweken of kippen mag houden, wordt ook meegenomen in de afweging.

3.5.1 Kostprijs 'gerichte' metingen

De kosten voor het uitvoeren van 'gerichte' metingen lopen snel op daar niet alleen extra analyses op bodem, groenten en/of eieren nodig zijn, maar ook begeleiding nodig is van een erkende bodemsaneringsdeskundige (met S-Risk expertise) voor het opzetten van een staalnamecampagne, het interpreteren van de resultaten en het formuleren van een advies. Op basis van de richtlijnen voor gewas- en ei-onderzoek (§ 4.3 en 4.4) kan kortweg gesteld worden dat:

- Wanneer **meerdere tuinen** (volkstuinten/moestuinen/kippenrennen) betrokken zijn in het onderzoek (**regio** of **volkstuincomplex**) worden per moestuin 'standaard' 1 tot 4 bodemanalyses voorzien en op 10 groentestalen gewasanalyses.
- Voor een kippenren volstaat 1 bodemanalyse en 1 ei-analyse.
- Op 6 groentestalen en/of 1 ei-staal dienen referentiemetingen voorzien te worden (§ 4.2.2). Het aantal geselecteerde tuinen (§ 4.3.1) bepaalt de totale kostprijs van de 'gerichte' metingen. Voor **één omvangrijke moestuin met variatie aan bodemconcentraties** worden dezelfde analyses voorzien.

Voor onderzoek ter hoogte van één **particuliere moestuin** moeten de resultaten aangeven of de consumptie van groenten uit eigen tuin bij 'normaal' gebruik (i.e. na wassen en eventueel ook schillen) effectief een risico vormt. In dit geval is het minder relevant om de impact van atmosferische depositie na te gaan en dienen bijgevolg geen 'ongeschilde' groenten geanalyseerd te worden. Ook referentiemetingen en bodemanalyses zijn in dit geval minder relevant. Kortweg wordt gesteld dat voor onderzoek van één particuliere moestuin 'standaard' geen extra bodemanalyses voorzien worden en op 6 groentestalen gewasanalyses worden uitgevoerd.

Voor onderzoek ter hoogte van één **particuliere kippenren** moeten de resultaten aangeven of de consumptie van eigen eieren effectief een risico vormt. Er dient geen extra bodemstaal genomen te worden (verband tussen bodem- en ei-concentratie is minder relevant) en ook geen referentiemeting uitgevoerd te worden. Kortweg wordt gesteld dat voor onderzoek van één particuliere kippenren slechts 1 ei-analyse nodig is.

3.5.2 Kostprijs leeflaagsanering

De kostprijs voor het voorzien van een schone laag teelaarde van 60 cm per moestuin of kippenren is sterk afhankelijk van de omvang/grootte van de betrokken moestuin of kippenren en de leeflaagconstructie (i.e. louter ophogen of ook afgraven en met of zonder doek/folie).

In een regionaal onderzoek of onderzoek ter hoogte van een volkstuintuincomplex zijn vaak meerdere tuinen (volkstuintuinen/moestuinen/kippenrennen) betrokken (§ 4.3) en dit heeft dan ook een grote impact op de totale kostprijs van de uit te voeren sanering.

Omvang moestuin/kippenren

Voor kippenrennen en moestuinen kleiner dan 25 m² zal de kostprijs voor het aanbrengen van een propere laag teelaarde van 60 cm op de verontreinigde bodem in de moestuin snel goedkoper zijn dan het uitvoeren van een meetcampagne. De kostprijs voor het aanbrengen van 60 cm teelaarde over een oppervlakte van 25 m² (12,5 m³) wordt ruw geschat op ongeveer 250 à 300 euro. De richtprijs voor teelaarde via internet bedraagt 175 euro voor 10 m³ (indicatief; de prijzen zijn afhankelijk van de marktwerking).

Leeflaagconstructie

In de BBT-studie 'Best Beschikbare Technieken bij het uitvoeren van bodemsaneringsprojecten en bij grondreinigingscentra' wordt de leeflaagconstructie besproken. Hierin wordt gesteld dat de leeflaag bestaat uit een 'grondlaag' die op de verontreinigde bodemlaag wordt aangebracht. In geval van de volkstuintuin/moestuin wordt een **schone laag 'teelaarde'** aanbevolen. Verder heeft een typische leeflaag volgens de BBT-studie een dikte van ca. '1 meter'. Dit is de laag waarbinnen bij normaal gebruik door mens (kabels en leidingen) en dier (incl. lichte begroeiing van planten) geen direct contact met de verontreiniging mogelijk is. Daar de kans klein is dat er ter hoogte van de volkstuintuin, moestuin of kippenren kabels en leidingen aanwezig zijn, volstaat het om in dit geval een schone laag (teel)laarde met een **dikte van 60 cm** aan te brengen. Het doel van de leeflaagsanering is in dit geval immers het voorkomen van opname in gewassen of eieren alsook het beperken van rechtstreeks contact met de verontreiniging tijdens het tuinieren.

Een leeflaag wordt vaak in combinatie met een **bovenafdichting** toegepast (folie of natuurlijke materialen) of om uitloging te beperken. Om te voorkomen dat tijdens het omspitten van de volkstuintuin/moestuin de 'schone' laag teelaarde wordt vermengd met de onderliggende bodemlaag, wordt steeds een **signalisatiedoek** (geotextiel) aangebracht, tenzij analytisch aangetoond werd/wordt dat de onderliggende bodemlaag niet verontreinigd is. Naargelang de aangetroffen verontreinigingsparameters, wordt soms zelfs een 'kunststoffolie' aangebracht (voor meer informatie zie BBT-studie). Omwille van de 'beperkte' levensduur van een doek of folie (~ 30-50 jaar), is dit geen definitieve oplossing en moet deze na verloop van tijd mogelijk vervangen worden.

De leeflaag kan worden aangebracht **na ontgraving** van de toplaag van de verontreinigde bodem. In deze vorm wordt een leeflaag toegepast indien de verontreiniging aanwezig is in de nabijheid van bebouwing. Een leeflaag kan ook als **ophoging** op de verontreinigde bodem aangebracht worden met een **reliëfwijziging** (verhoging van het maaiveld) tot gevolg. De website van het departement 'Ruimte Vlaanderen' van de Vlaamse overheid⁵ - vermeld onder 'vergunning voor werken aan en rond de woning' dat een reliëfwijziging (i.e. het ophogen of afgraven van een terrein) in vele gevallen vrijgesteld is van de vergunningsplicht. Maar, er dient ook rekening gehouden te worden met de voorschriften van stedenbouwkundige verordeningen, ruimtelijke uitvoeringsplannen, plannen van aanleg, verkavelingsvergunningen of stedenbouwkundige vergunningen en andere regelgeving die op het perceel van toepassing is. **Het aanbrengen van reliëfwijzigingen is daarin vaak niet toegestaan.**

Omwille van de beperkte levensduur van een signalisatiedoek of kunststoffolie, dient in geval van een bodemonderzoek naar aanleiding van een risico-activiteit, indien technisch en financieel haalbaar, de verontreiniging volledig ontgraven te worden (i.e. ook de diepere bodem-verontreiniging), alvorens een leeflaagsanering (gedeeltelijke ontgraving, ophoging of combinatie van beiden) te overwegen. Volledige sanering is tevens de meest duurzame oplossing daar er geen restverontreiniging achterblijft.

Het aanbrengen van een signalisatiedoek/folie bij een leeflaagsanering wordt aanbevolen indien analytisch is aangetoond dat er dieper bodemverontreiniging aanwezig is.

3.6 POTENTIËLE MOESTUIN TER HOOGTE VAN PARTICULIERE TUIN (POTENTIEEL SCENARIO IN BBO)

In het kader van een beschrijvend bodemonderzoek (BBO) dient zowel het actueel als potentieel humaan risico begroot te worden. Indien geen moestuin aanwezig is, wordt de route 'inname via groenten' buiten beschouwing gelaten voor het bepalen van het actuele humane risico dat uitgaat van de vastgestelde bodemverontreiniging ter hoogte van het woonperceel. Dit stemt in S-Risk overeen met het scenario 'wonen met tuin'. Maar welk scenario dient geselecteerd te worden voor het bepalen van het **potentieel** humaan risico? Is het scenario 'wonen met moestuin' realistisch? **Wat is met andere woorden de kans dat ter hoogte van het perceel in de toekomst een moestuin aangelegd wordt die minstens voorziet in 10% groenten uit eigen tuin.**

In eerste instantie wordt nagegaan of de oppervlakte nodig voor een moestuin die voorziet in 10% groenten uit eigen tuin beschikbaar is? Dit kan aan de hand van Tabel 3 en rekening houdend met de grootte/vorm van het perceel en de locatie van huis, terras, oprit, garage, tuinhuis, ... Alles wordt gestaafd met plannen en foto's van de bestaande infrastructuur.

Indien de oppervlakte nodig voor het aanleggen van een moestuin **niet** beschikbaar is, dan is het scenario 'wonen met moestuin' niet realistisch. Het potentieel scenario is in dit geval gelijk aan het actueel scenario 'wonen met tuin'. Gerichte metingen zijn niet nodig.

⁵ <https://www.ruimtelijkeordening.be/NL/Beleid/Vergunning/Werkenaanenrondwoning>

Indien de oppervlakte nodig voor het aanleggen van een moestuin **wel** beschikbaar is, dan dient ook nog rekening gehouden te worden met de eisen voor een 'geschikte' moestuinlocatie zoals voldoende 'zonnige' ligging (i.e. minstens 6 uur zon per dag in de zomer), uit de buurt van bomen, ... Dit wordt nagegaan op basis van een observatie van de tuin en wat er allemaal aanwezig is naar bestaande structuren, openingen, windrichtingen, zon-inval, schaduw van hagen, bomen en schuttingen, locatie van huis en tuinhuis, de paden De observatie wordt gestaafd met plannen en foto's.

Indien op basis van de observatie kan aangetoond worden dat de locatie **niet** 'geschikt' is voor gebruik als moestuin, dan is de kans op een moestuin niet reëel en is het scenario 'wonen met moestuin' niet realistisch. Het potentieel scenario is in dit geval gelijk aan het actueel scenario 'wonen met tuin'. Gerichte metingen zijn niet nodig.

Indien de locatie **wel** 'geschikt' blijkt te zijn voor gebruik als moestuin, dan is de kans op een moestuin reëel en wordt 'wonen met moestuin' genomen als potentieel scenario. Indien het een kleine moestuin betreft (zie definitie § 3.3.2) wordt een 'verfijnde' risicoberekening uitgevoerd door de fracties lokale groenten in het S-Risk model te reduceren (zie § 3.3.3).

Wanneer de risicoberekening aangeeft dat er **geen risico** uitgaat van de bodemverontreiniging, is er geen potentieel risico en mogen groenten uit eigen moestuin geconsumeerd worden.

Wanneer de risicoberekening aangeeft dat er **wel een risico** uitgaat van de bodemverontreiniging, is er sprake van een potentieel risico. 'Worst case' wordt het aanleggen van een moestuin afgeraden. Indien de eBSD een 'genuanceerder' gebruiksadvies wenst te formuleren, namelijk dat groenten uit eigen tuin mogen enkel geteeld en geconsumeerd worden na het aanbrengen van een schone laag teelaarde ter hoogte van de moestuin, dan dient de impact van een leeflaagsanering ter hoogte van de moestuin op het risico nagegaan te worden (§ 3.4.1) en wordt de kostprijs van een leeflaagsanering en gewasmetingen vergeleken (§ 3.5). Aangezien er actueel geen moestuin aanwezig is, kan het gewasonderzoek gebeuren via proefvlakken of potproeven (Bijlage A). Een dergelijke meetcampagne is niet evident en enkel zinvol wanneer het technisch onmogelijk is om een schone laag teelaarde aan te brengen of de kostprijs voor het aanbrengen van een schone laag teelaarde minstens dubbel zo duur is. Indien de bron/oorzaak van de bodemverontreiniging nog aanwezig is, wordt nagegaan welke maatregelen nodig/mogelijk zijn om deze weg te nemen of te beperken (§ **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

4 RICHTLIJNEN VOOR GEWAS- EN EI-ONDERZOEK

Wanneer op basis van de kosten-baten analyse (figuren 1 en 2; hoofdstuk 3) beslist wordt om over te gaan tot het uitvoeren van 'gerichte' metingen (gewas- en/of ei-onderzoek), dan wordt een bodemsaneringsdeskundige aangesteld om een gedetailleerde staalnamecampagne uit te werken voor de betrokken moestuin(en) en/of kippenren(nen).

Het opzetten van een staalnamecampagne voor het meten van representatieve concentraties in groenten is immers zeer complex. Enerzijds omwille van de heterogeniteit van concentraties in de bodem en dus ook in de groenten en anderzijds omwille van de vele keuzes die gemaakt dienen te worden bij het uitwerken van een staalnamecampagne. Een gewasonderzoek dient ook 'tijdig' ingepland te worden, rekening houdend met het groeiseizoen. Pas na de oogst, wanneer alle meetresultaten beschikbaar zijn, volgt de interpretatie en evaluatie.

Alle aspecten die een rol spelen bij het uitwerken van een staalnamecampagne worden in dit hoofdstuk toegelicht o.a. het belang van gekoppelde metingen (gewas-bodem of ei-bodem), het belang van referentiemetingen, de uitvoering van een gewasonderzoek inclusief de samenstelling van een standaard groentepakket voor analyse, de selectie van moestuinen, de staalname (gewicht/aantal stuks per groente), de voorbehandeling/bereidingswijze, de bemonsteringswijze, en het transport naar het laboratorium, hoe stalen verpakken en transporteren, ... en de uitvoering van een ei-onderzoek. Dit wordt schematisch weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4.

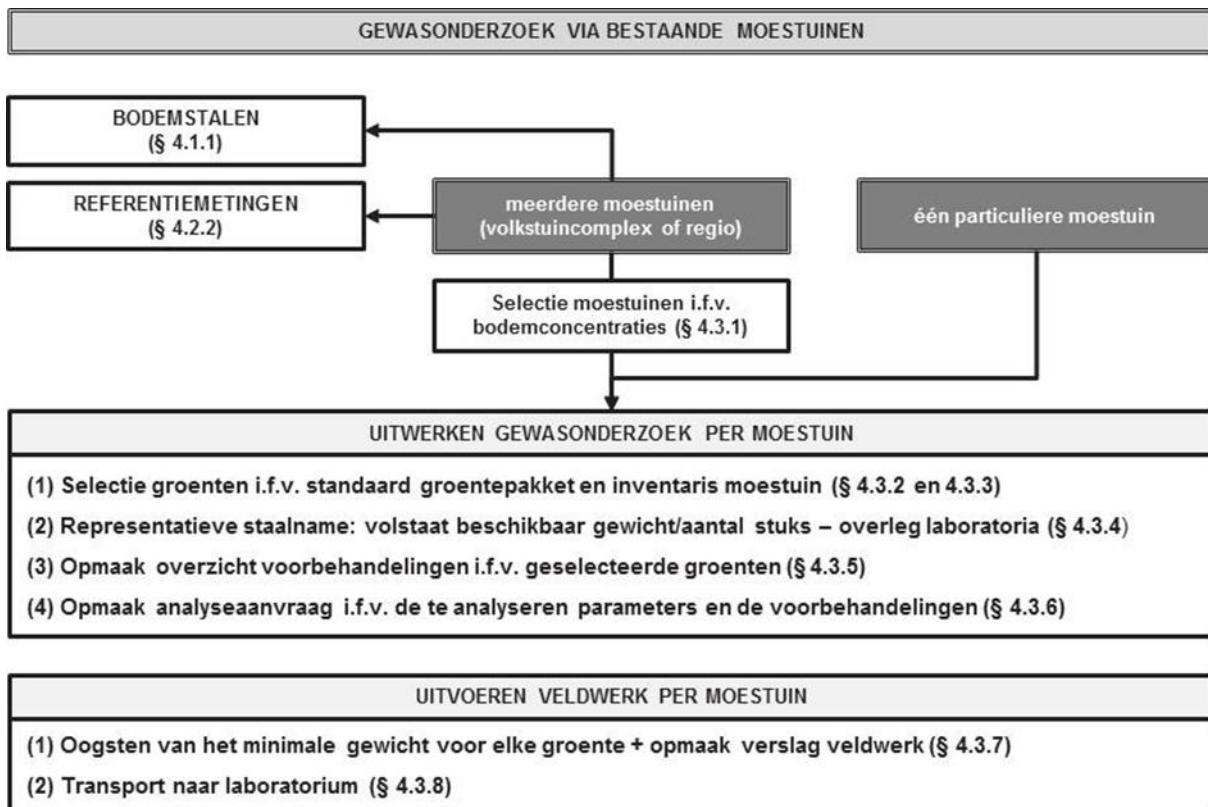
In hoofdstuk 5 wordt de stapsgewijze aanpak voor de interpretatie van deze informatie toegelicht en wordt de kwaliteit van de tuin als moestuin/kippenren geëvalueerd. In eerste instantie worden meetwaarden getoetst aan limietwaarden, referentiemetingen en 'voorspelde' concentraties (berekend met S-Risk). Indien nodig worden de meetwaarden in S-Risk ingevoerd om na te gaan of er effectief onaanvaardbare risico's uitgaan van de vastgestelde bodemverontreiniging bij consumptie van groenten of eieren uit eigen tuin.

Het doel van het gewasonderzoek kan zijn:

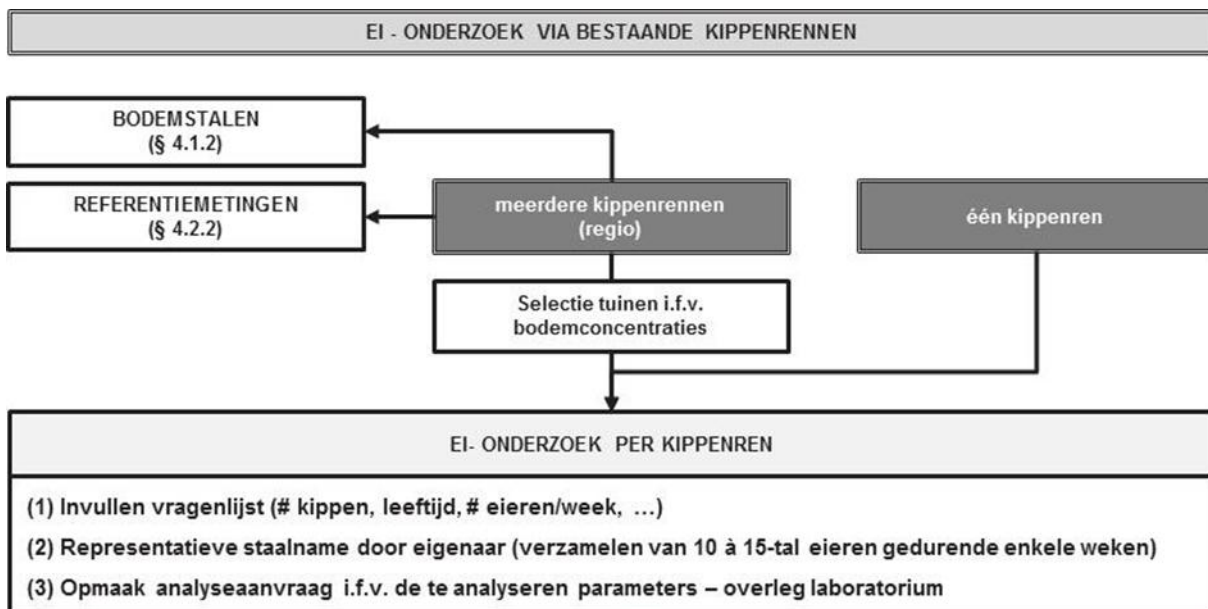
- vaststellen van concentraties in en opname van stoffen door groenten geteeld in een moestuin op verontreinigde grond;
- vergelijken van gemeten gehalten in groenten met limietwaarden, referentiegegevens uit winkel of moestuin in niet verontreinigde (landelijke) regio en 'voorspelde' concentraties in groenten (berekend met S-Risk);
- vaststellen of er onaanvaardbare risico's zijn bij consumptie van gewassen uit eigen tuin, door de blootstelling op basis van S-Risk te berekenen uitgaande van gemeten gehalten;
- opstellen van een advies voor het gebruik van de tuin als moestuin.

Het doel van het ei-onderzoek kan zijn:

- vaststellen van de concentraties in en opname van stoffen door eieren in geval van een kippenren op verontreinigde grond;
- vergelijken van gemeten gehalten in eieren met limietwaarden, referentiegegevens en 'voorspelde' concentraties in eieren (berekend met S-Risk);
- vaststellen of er onaanvaardbare risico's zijn bij de consumptie van de eieren door de blootstelling op basis van S-Risk te berekenen uitgaande van gemeten gehalten;
- opstellen van een advies voor het gebruik als kippenren.



Figuur 3: Schematische voorstelling gewasonderzoek via bestaande moestuinen (schema start bij van toepassing zijnde kader met donkergrijze achtergrond en witte tekst).



Figuur 4: Schematische voorstelling ei-onderzoek via bestaande kippenrennen (schema start bij van toepassing zijnde kader met donkergrijze achtergrond en witte tekst).

4.1 GEKOPPELDE METINGEN

Het louter meten van concentraties in groenten of eieren is niet altijd voldoende om de problematiek correct in te schatten en gepaste maatregelen te kunnen nemen. In bepaalde onderzoeken (regionale onderzoeken of volkstuincomplexen) is het belangrijk om ook het **verband** tussen de **gewas- of ei-kwaliteit** en de **bodemkwaliteit** na te gaan en dienen **extra bodemanalyses** voorzien te worden. Naast bodemverontreiniging kunnen immers ook **andere bronnen** de concentraties in groenten of eieren beïnvloeden of domineren (§ 3.1). Voorbeelden zijn atmosferische depositie voor groenten en contaminatie van oude kippenhokken met persistente pesticiden voor eieren.

Via het vergelijken van gemeten gehalten in bodem en groenten of bodem en eieren kan nagegaan worden in hoeverre het gehalte in de bodem het gehalte **in** de groenten of **in** de eieren beïnvloedt. Zulke relatie kan enkel vastgesteld worden wanneer **meerdere moestuinen/kippenrennen met verschillende bodemconcentraties** betrokken zijn in het onderzoek (regionaal onderzoek of volkstuincomplexen). Ook wanneer sterk variërende bodemconcentraties zijn vastgesteld ter hoogte van één 'omvangrijke' moestuin, kunnen extra bodemanalyses relevant zijn. Per moestuin of kippenren worden op gepaste wijze bodemstalen genomen (§ 4.1.1 en § 4.1.2).

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere tuin** (moestuin/kippenren) betreft, zijn gekoppelde metingen minder relevant. Er wordt **geen extra bodemanalyse** voorzien, wat de kostprijs van 'gerichte' metingen enigszins beperkt. Wanneer wel degelijk verhoogde concentraties worden vastgesteld in de eigen groenten/eieren en deze tevens aanleiding geven tot een risico, kan overwogen worden om de relatie met de bodem alsnog verder te onderzoeken via extra bodemanalyses, tenzij onmiddellijk andere maatregelen worden genomen zoals het wegnemen van de bron/oorzaak van de bodem-verontreiniging al dan niet in combinatie met het aanbrengen van een schone laag teelaarde ter hoogte van de moestuin of kippenren, het wegnemen van een 'andere' bron (§ 3.1) of in het slechtste geval het stopzetten van het gebruik van de tuin als moestuin of kippenren.

4.1.1 Bodemstalen moestuin

In tegenstelling tot wat in de standaardprocedure voor bodemonderzoeken staat, wordt aanbevolen om in het kader van deze code van goede praktijk ter hoogte van moestuinen wel **mengstalen van de bovenste 20 cm** van de bodem te nemen. De bemonsteringswijze is conform de methode voorgesteld op de website 'gezonduiteigengrond' (zie Bijlage C: bemonsteringswijze bodem).

Het aantal bodemstalen per moestuin hangt samen met de grootte van de moestuin en de variatie in bodemconcentraties:

- Bij kleine tot middelgrote moestuinen (< 50 m²) en weinig variatie in bodemconcentratie, volstaat **1 bodemstaal** (i.e. geen extra bodemstalen nodig voor gewasonderzoek).
- Bij grote moestuinen (> 200 m²) en volkstuinen worden **4 bodemstalen** geanalyseerd in combinatie met gewasanalyses. Dit aantal stemt overeen met het aantal groenten voorzien in een 'standaard' groentepakket (§ 4.3.3). Aldus wordt ter hoogte van het teeltbed van elke geselecteerde groente een bodemstaal (mengstaal van de bovenste 30 cm) genomen.

- Bij middelgrote moestuinen (65 – 200 m²) varieert het aantal van **1 tot 4 bodemstalen**. Het aantal wordt door de eBSD vastgelegd in functie van de gekende bodemconcentraties en de waargenomen variatie.

Daar de **zuurtegraad (pH), het organisch stofgehalte en het kleigehalte** een belangrijke rol spelen in de mate waarin een plant bepaalde stoffen (vb. metalen) kan opnemen uit de bodem, worden naast de verontreinigingsparameters (Bijlage D) ook deze parameters opgenomen in het analysepakket. Het op peil houden van de zuurtegraad is in ieder geval belangrijk voor een moestuin (waarde van 5,5).

4.1.2 Bodemstaal kippenren

In tegenstelling tot wat in de standaardprocedure voor bodemonderzoeken staat, wordt aanbevolen om in het kader van deze code van goede praktijk ter hoogte van de kippenren wel een **mengstaal van de bovenste 10 cm** van de bodem genomen worden. De bemonsteringswijze is conform de methode voorgesteld op de website 'gezonduiteigengrond' (zie Bijlage C).

Voor de kippenren wordt steeds **één mengstaal** van de bovenste 10 cm genomen. Het analysepakket bestaat louter uit de verontreinigingsparameters (Bijlage D).

4.2 REFERENTIEKADER

Om na te gaan of de concentraties gemeten in de eigen geteelde groenten op verontreinigde bodem of eigen geproduceerde eieren **normaal** zijn of eerder **verhoogd**, wordt getoetst aan limietwaarden (§ 4.2.1) en/of referentiemetingen (§ 4.2.2).

4.2.1 Limietwaarden

Het produceren van primaire producten (i.e. dierlijke producten zoals vlees, vis, eieren, ... en groenten en fruit) door de landbouw voor verkoop valt buiten het toepassingsgebied van deze code van goede praktijk. De controle op voedselveiligheid gebeurt in België door het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). De opdracht van het Voedselagentschap is te waken over de veiligheid van de voedselketen en de kwaliteit van ons voedsel om de gezondheid van mensen, dieren en planten te beschermen. Op de website van het FAVV⁶ is informatie terug te vinden over de maximale gehalten aan contaminanten in voeding, die op de markt gebracht wordt. Bij overschrijding van deze gehalten, mogen de levensmiddelen niet verkocht worden. De wettelijke normen voor gewassen⁷ en eieren⁸ (verder limietwaarden genoemd) worden niet alleen vastgelegd op basis van een evaluatie van gezondheidsrisico's, maar houden ook rekening met wat vanuit productie-opzicht haalbaar is (meer of minder) en de verschillen in haalbaarheid in Europese context.

⁶ <http://www.health.belgium.be/nl/voeding/voedselveiligheid/chemische-contaminanten/normen-voor-contaminanten>

⁷ VERORDENING (EG) Nr. 1881/2006 VAN DE COMMISSIE van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen

⁸ VERORDENING (EG) Nr. 1259/2011 VAN DE COMMISSIE van 2 december 2011 tot wijziging van Verordening (EG) Nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten voor dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet dioxineachtige pcb's in levensmiddelen.

Hoewel limietwaarden enkel gelden voor de reguliere landbouw (i.e. voor de kwaliteit van gewassen zoals een landbouwer die teelt voor verkoop in de winkel en voor commerciële eieren) worden ze in deze code van goede praktijk gehanteerd als 'eerste' toetsingscriterium.

Het feit dat één enkel gewas- of ei-gehalte uit het onderzoek van de moestuin of kippenren rond of boven de limietwaarde ligt, geeft geen directe indicatie van een gezondheidsrisico, maar het geeft wel aan dat er sprake is van een verhoogd gehalte dat verder onderzocht dient te worden. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5 (interpretatie van de meetresultaten en evaluatie van het gebruik van de tuin als moestuin, volkstuin of kippenren).

Momenteel zijn slechts voor 4 Vlarebo-stoffen limietwaarden in groenten gekend (i.e. voor cadmium, lood, 1,2-dichloorethaan en pentachloorfenol). Voor eieren zijn er voor de Vlarebo-stoffen momenteel zelfs geen limietwaarden beschikbaar (enkel limietwaarden voor dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet dioxineachtige pcb's). Voor stoffen opgenomen in S-Risk zijn de limietwaarden - indien beschikbaar - terug te vinden in de stoffenfiches (www.s-risk.be) of onder het tabblad 'concentratielimieten' als limieten in groenten en limieten in dierlijke producten

Daar slechts voor een beperkt aantal stoffen limietwaarden beschikbaar zijn, is deze toetsing zelden mogelijk en dienen voor de meeste Vlarebo-parameters de gemeten waarden getoetst te worden aan referentiemetingen (§ 4.2.2) om te weten of ze normaal of eerder verhoogd zijn.

4.2.2 Referentiewaarden

Om te achterhalen welke concentraties (ranges) aan o.a. Vlarebo-parameters 'normaal' voorkomen in groenten of eieren is het in bepaalde onderzoeken zinvol om referentiemetingen uit te voeren. Momenteel is er geen overzichtswerk beschikbaar met gepubliceerde wetenschappelijke resultaten over 'normale' concentraties in groenten of eieren.

Een **referentiekader** bestaat uit groenten of eieren afkomstig uit de supermarkt of moestuin/kippenren gelegen buiten de invloedzone (niet verontreinigde, landelijke regio). De analyses worden enkel uitgevoerd op groenten die een voorbehandeling (i.e. gewassen/ongeschild en/of gewassen/geschild) hebben ondergaan (zie § 4.3.5) en dus niet op 'ongewassen' groenten.

Door concentraties in **groenten** geteeld op verontreinigde bodem te vergelijken met concentraties gemeten in 'dezelfde' groenten uit de supermarkt of moestuin buiten de invloedzone, wordt meteen duidelijk of de opname door de gewassen **normaal** of eerder **verhoogd** is.

Door concentraties in **eieren** van kippen gehouden op verontreinigde bodem te vergelijken met concentraties gemeten in eieren uit de supermarkt of kippenren buiten de invloedzone, wordt meteen duidelijk of de opname in eieren **normaal** of eerder **verhoogd** is.

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere tuin** (moestuin/kippenren) betreft, wordt eerst een verfijnde risicoberekening uitgevoerd (zie § 5.3). Wanneer de berekening aangeeft dat er een risico is met als belangrijkste bijdrage ‘inname van lokaal geproduceerde groenten of eieren’, dan kan overwogen worden om alsnog referentiemetingen uit te voeren, tenzij onmiddellijk andere maatregelen worden genomen zoals het wegnemen van de oorzaak van de bodemverontreiniging al dan niet in combinatie met het aanbrengen van een schone laag teelaarde, het wegnemen van een ‘andere’ bron (§ 3.1) of het stopzetten van het gebruik van de tuin als moestuin of kippenren.

Referentiemetingen zijn vooral zinvol wanneer **meerdere tuinen/kippenrennen** betrokken zijn in het onderzoek (bv. bij regionale onderzoeken of volkstuincomplexen) en vermoedelijk meerdere risicoberekeningen nodig zijn om na te gaan of de betrokken tuinen als moestuin of kippenren gebruikt mogen worden. In dit geval is het efficiënter om concentraties gemeten in groenten en eieren afkomstig van verschillende betrokken tuinen te vergelijken met referentiemetingen. Uit deze vergelijking wordt meteen duidelijk of verhoogde concentraties zijn vastgesteld in groenten en eieren en in welke tuinen. Wanneer geen verhoogde concentraties worden vastgesteld, gaat er geen risico uit van de consumptie van de lokaal geproduceerde groenten en/of eieren. Bij vaststelling van verhoogde concentraties wordt nagegaan of een verband gelegd kan worden tussen de gemeten concentraties in groenten of eieren en de vastgestelde bodemconcentraties ter hoogte van de overeenkomstige teeltbedden of kippenrennen in de betrokken tuinen (§ 4.1). Of er van de verhoogde concentraties ook effectief een risico uitgaat, wordt verder onderzocht conform de stapsgewijze aanpak toegelicht in hoofdstuk 5.

4.3 GEWASONDERZOEK

Er zijn verschillende mogelijkheden voor het uitvoeren van een gewasonderzoek namelijk veldonderzoek via ‘bestaande’ moestuin(en), veldonderzoek via ‘proefvlakken’ op de locatie of in de regio en ‘potproeven’ onder gecontroleerde omstandigheden.

In het kader van deze code van goede praktijk gaat de voorkeur uit naar **‘veldonderzoek via bestaande moestuinen’**. Het voordeel van veldonderzoek via ‘bestaande moestuinen’ is dat de gewassen door de tuinders zelf geteeld (en verzorgd) worden. Een nadeel is dat dit de nodige ‘afstemming’ en dus tijd vergt en het ‘tijdig’ ingepland dient te worden. Bij een veldonderzoek via bestaande moestuinen dient immers een samenwerking met de particulier(en) opgezet te worden, waarbij een deel van de door hen geteelde groenten geoogst zullen worden voor analyse in het kader van het gewasonderzoek. Enkel wanneer veldonderzoek via ‘bestaande moestuinen’ niet mogelijk is, wordt veldonderzoek via proefvlakken of potproeven overwogen (Bijlage A).

Wanneer in het veldonderzoek via bestaande moestuinen meerdere moestuinen zijn betrokken (regionaal onderzoek of volkstuincomplex), legt de eBSD in eerste instantie vast hoeveel en welke moestuinen opgenomen worden in het onderzoek (§ 4.3.1). Vervolgens wordt in overleg met de betrokken tuinder een groentepakket voor analyse opgesteld conform het ‘standaard groentepakket’ en wordt het gewasonderzoek besproken en ingepland (§ 4.3.2 en 4.3.3). De hoeveelheid groenten van een bepaald gewastype (uitgedrukt in gewicht of aantal stuks) die minimaal/optimaal genomen dienen te worden zijn gebaseerd op richtwaarden (Tabel 5).

Daar mogelijks niet alle laboratoria de gewenste parameters kunnen analyseren in de matrix ‘plantaardig materiaal’, wordt voorafgaand aan de staalnamecampagne het laboratorium gecontacteerd. In overleg met het laboratorium wordt nagegaan of de beschikbare hoeveelheid staal van elke groente volstaat voor de gewenste analyses, zeker wanneer de richtwaarde weergegeven in Tabel 5 niet beschikbaar is. Het aantal analyses en dus ook de hoeveelheid plantaardig materiaal nodig voor analyse is afhankelijk van de gewenste voorbehandeling(en) (§ 4.3.5) en het analysepakket (§ 4.3.6). De bemonsteringswijze van de groenten wordt toegelicht in § 4.3.7 en het transport naar het laboratorium in § 4.3.8. Dit wordt weergegeven in Figuur 3.

4.3.1 Selectie van (moes)tuinen

Wanneer meerdere tuinen betrokken zijn bij het gewasonderzoek i.e. in het geval van een volkstuincomplex of bij een regionale verontreiniging, kan het zinvol zijn om een ‘toelichting’ te organiseren om het doel en de opzet/aanpak van het gewasonderzoek te kaderen. Op zulke momenten kunnen tuinders meteen aangeven of ze wensen deel te nemen aan het onderzoek.

Bij de selectie van de tuinen is het belangrijk om te kijken naar de verdeling van de gekende bodemconcentraties op de verschillende betrokken percelen. Uit voorgaande onderzoeken is meestal al geweten waar de gehalten laag dan wel hoog zijn. Het doel van het onderzoek is in dit geval niet alleen om een uitspraak te doen voor de deelnemende tuinders, maar een ‘generieke’ uitspraak te doen over de geschiktheid van het hele terrein of de volledige regio als moestuin. Daarom is het belangrijk dat de geselecteerde tuinen het hele bereik aan concentraties weerspiegelen, van laag tot hoog.

In een gewasonderzoek worden **minstens 3 moestuinen**⁹ opgenomen die een veel voorkomende situatie weerspiegelen. Bij sterk uiteenlopende bodemconcentraties wordt bijkomend een tuin die de ‘worst case’ situatie weerspiegelt (hoge verontreinigingsgraad ev. in combinatie met gevoelige bodemeigenschappen zoals zand, laag organisch stofgehalte en lage pH) meegenomen alsook een tuin met lagere verontreinigingsgraad. Op basis van de grootte van de regio of de omvang van het volkstuincomplex, kan de eBSD beslissen om het aantal tuinen te verhogen.

4.3.2 Inplannen en opzetten gewasonderzoek

Het is evident dat de staalnamecampagne wordt ingepland tijdens het ‘groeiseizoen’.

Wanneer het onderzoek ‘tijdig’ wordt ingepland (i.e. vóór het zaai-/plantseizoen) kan in overleg met de tuinders afgesproken worden om een aantal ‘extra’ groenten te zaaien/planten voor het gewasonderzoek. Het voordeel is dat dan in elke moestuin ‘dezelfde’ 4 gewastypes conform de samenstelling van een ‘standaard groentepakket’ geteeld kunnen worden voor analyse (i.e. een blad-, wortel-, knol- en koolgewas; zie § 4.3.3).

Indien het groeiseizoen al gestart is, dan wordt voor elke moestuin samen met de eigenaar tijdens een verkennend terreinbezoek een inventaris opgesteld die een overzicht geeft van de groenten die geteeld worden en de geschatte hoeveelheden per groente (aantal planten/stuks).

⁹ Enkel indien de deskundige kan aantonen dat dit niet mogelijk is, kan gemotiveerd afgeweken worden.

Op basis van deze 'inventarisatie' wordt duidelijk welke de meest gangbare (voorkomende) gewassen zijn en wordt een groentepakket voor analyse opgesteld conform het 'standaard groentepakket' (i.e. een blad-, wortel- en knolgewas en een 4^{de} gewastype bij voorkeur een koolgewas; zie § 4.3.3). Indien meerdere tuinen betrokken zijn in het onderzoek (regio of volkstuincomplex) zijn het bij voorkeur groenten die in elke moestuin voorkomen. De kans dat in elke moestuin 'dezelfde' groenten worden geteeld is echter klein. Mogelijks dient de moestuin 'meermaals' bemonsterd te worden in functie van het oogstmoment van de groenten. Door een verschil in zaai- en planttijdstip en andere groeicondities kunnen de oogsttijdstippen immers uiteenlopen (sneller <> later rijp).

4.3.3 Standaard groentepakket voor analyse

Daar gewassen op een verschillende wijze stoffen opnemen uit de bodem en deze op een andere manier vastleggen in hun vruchten en/of eetbare delen, dient nagegaan te worden welke groenten (gewastypes) geselecteerd dienen te worden voor analyse rekening houdend met de relevantie voor het voedselpakket. De selectie van groenten voor analyse is afhankelijk van de fysicochemische eigenschappen van de stof en het belang van depositie. Meer informatie over de overdracht van stoffen van bodem naar planten/eieren is opgenomen in Bijlage B alsook het feit dat naargelang de beoogde parameter andere gewastypes domineren (meer gevoelig zijn).

In het S-Risk model zijn 20 groenten opgenomen die onderverdeeld worden in 4 gewastypes zijnde knolgewassen, wortelgewassen, bovengrondse bladgewassen en bovengrondse niet bladgewassen. Deze onderverdeling vormt de basis voor de samenstelling van het '**standaard groentepakket**' voor analyse, zijnde:

- een bladgewas (bij voorkeur sla, ev. spinazie),
- een knolgewas (bij voorkeur aardappel),
- een wortelgewas (bij voorkeur wortel),
- een 4^{de} gewastype (peul-, kool-, bol- en/of vruchtgewas; bij voorkeur kool).

4.3.4 Richtwaarden representatieve staalname/steekproef

De te nemen (steekproef)gewichten en het minimaal aantal te nemen groenten/vruchten is functie van het gewastype.

In Tabel 5 worden 'optimale' en 'minimale' gewichten en aantal stuks voor analyse van groenten afkomstig uit moestuinen weergegeven. Deze informatie is overgenomen uit een RIVM-rapport¹⁰ opgesteld voor een gelijkaardige problematiek zijnde 'humane risico's ten gevolge van de consumptie van groenten geteeld op verontreinigde sites'. De waarden in Tabel 5 worden aanzien als 'richtwaarden'.

Daar niet alle laboratoria uitgerust zijn om alle gevraagde parameters te analyseren in de matrix 'plantaardig materiaal' - sommige laboratoria hebben zich gespecialiseerd in zware metalen en kunnen bv. geen PAK's meten - wordt voorafgaand aan de staalnamecampagne contact opgenomen met het laboratorium om na te gaan of:

1. de gewenste parameters geanalyseerd kunnen worden en
2. de minimale hoeveelheid staal van elke groente (richtwaarde in Tabel 5) volstaat, rekening houdend met de voorbehandeling (§ 4.3.5) en het aantal te analyseren parameters (§ 4.3.6).

¹⁰ RIVM report 711701040 / 2007 – Human health risks due to consumption of vegetables from contaminated sites – Towards a protocol for site-specific assessment.

Bij veldonderzoek via een 'bestaande' moestuin is de hoeveelheid sterk afhankelijk van de geteelde en oogstbare (beschikbare) hoeveelheden in de moestuin. In overleg met het laboratorium, kunnen de hoeveelheden ook naar onder bijgestuurd worden. Er wordt in dit geval nagegaan of de beschikbare hoeveelheid (minder gewicht of minder stuks dan richtwaarde) volstaat, rekening houdend met de voorbehandeling (§ 4.3.5) en het aantal te analyseren parameters (§ 4.3.6).

Indien de gewenste plantanalyses niet door één laboratorium kunnen uitgevoerd worden, dient in overleg met elk laboratorium een minimale hoeveelheid staal per groente vastgelegd te worden.

Op de website van het FAVV kan je informatie vinden over laboratoria die gewasanalyses uitvoeren en de gehanteerde methoden (<http://www.favv.be/laboratoria/>).

Daar groenten niet lang bewaard kunnen worden, wordt met het laboratorium voorafgaand aan de staalname ook besproken (1) op welke wijze de stalen verpakt en getransporteerd dienen te worden en (2) wanneer de stalen aangeleverd mogen worden. Zo kunnen de voorbehandelingen en analyses op voorhand ingepland worden en op voldoende vers materiaal uitgevoerd worden (§ 4.3.8).

| Gewastype/groenten | Vers gewicht (g) | # stuks of plantendelen |
|--------------------------------|------------------|----------------------------------|
| | Optimaal <> Min. | Optimaal <> Minimaal |
| Aardappel | | |
| aardappel | 1000 <> 500 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| Wortel- en knolgewassen | | |
| wortel | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| rode biet | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| schorseneer | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| knolselder | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| raap | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| radijs | 500 <> 200 | 25 stuks <> 15 stuks |
| Bladgewassen | | |
| sla | 1000 <> 500 | 5 stuks <> 3 stuks |
| andijvie | 1000 <> 500 | 5 stuks <> 3 stuks |
| spinazie | 500 <> 200 | - |
| witloof | 1000 <> 500 | 10 stuks <> 5 stuks |
| kervel, peterselie, kruiden | 500 <> 200 | - |
| Bolgewassen | | |
| prei | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| ui/sjalot/look | 500 <> 200 | 25 stuks <> 15 stuks |
| Vruchtgewassen | | |
| tomaat | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| courgette | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| aardbei | 500 <> 200 | 25 (5 planten) <> 15 (3 planten) |
| komkommer | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| meloen, pompoen | 1000 <> 500 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| augurk | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| paprika | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| aubergine | 500 <> 200 | 10 (5 planten) <> 5 (3 planten) |
| Maïs | 500 <> 200 | 10 stuks <> 5 stuks |
| Koolgewassen* | 1000 <> 5000 | 5 stuks <> 3 stuks |
| Stengelgewassen | | |
| rabarber | | 10 stengels <> 5 stengels |
| asperges | | 10 stengels <> 5 stengels |
| selder | | 10 stengels <> 5 stengels |
| Peulgewassen | | |
| boontjes | 500 <> 200 | 50 stuks <> 20 stuks |
| peulerwten | 500 <> 200 | 50 stuks <> 20 stuks |
| Bonen of erwten zelf | 1000 / 500 | 100 stuks <> 50 stuks |

* Koolgewassen: rode kool, witte kool, boerenkool, spruiten, groene kool of savooikool, broccoli

Tabel 5: Optimaal – minimaal te nemen gewicht en aantal stuks naargelang gewastype (moestuin).

4.3.5 Voorbehandelingen

De voorbehandeling is functie van het gewastype en is belangrijk voor de interpretatie en de adviezen naar de consument, namelijk voor de bewustmaking van het belang van het ‘grondig’ wassen en, indien relevant, het schillen of verwijderen van buitenbladeren van groenten uit eigen tuin voor consumptie.

Om het effect van de **bereidingswijze** te kunnen beoordelen worden **gewassen/ongeschilde** en soms ook **gewassen/geschilde** stalen opgenomen in de meetcampagne. Naargelang de groente resulteert dit in 1 of 2 voorbehandelingen namelijk enkel wassen en soms ook wassen en schillen. Tabel 6 geeft een overzicht van de voorbehandelingen voor de meest voorkomende groenten.

| Groenten | # voorbehandelingen + beschrijving |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Aardappel, wortel | 2: 1x enkel wassen en 1x wassen en schillen |
| Andijvie, sla | 1: buitenbladeren verwijderen en wassen |
| Spinazie | 1: wassen en bloeistengels verwijderen |
| Snijboon, sperzieboon | 1: wassen, verwijderen van top |
| Ui, sjalot | 1: alleen knol, buitenvel verwijderen |
| Courgette | 1: wassen en uiteinden verwijderen |
| Komkommer | 2: 1x enkel wassen en 1x wassen, schillen en uiteinden verwijderen |
| Radijs | 1: alleen knol, wassen |
| Rode biet | 1: alleen knol, wassen en schillen |
| Snijbiet, kool, rabarber | 1: wassen |
| Prei | 1: wassen en wortels verwijderen (ev. buitenblad verwijderen) |

Tabel 6: Voorbehandelingen voor verschillende groenten.

Om het effect van **atmosferische depositie** en **opspattende bodemdeeltjes** te kunnen beoordelen, is het aangewezen om zowel **gewassen**¹¹ als **ongewassen** groenten op te nemen in de meetcampagne. De analyse op ongewassen stalen is nodig om het verband tussen de bodem- en gewas-concentraties na te gaan en dus relevant in het kader van een regionaal onderzoek of onderzoek ter hoogte van een volkstuincomplex.

Voor **één particuliere moestuin** volstaan **6 voorbehandelingen** of anders gezegd worden analyses uitgevoerd op 6 groentestalen (Tabel 7). In geval **meerdere moestuinen** betrokken zijn of voor **een omvangrijke moestuin met variatie in bodemconcentraties**, worden **per moestuin** 4 extra groentestalen geanalyseerd (i.e. de ‘ongewassen’ groentestalen).

De voorbehandeling (het wassen en/of schillen van de gewassen) en het **opdelen in substalen** gebeurt steeds **in het laboratorium**. Het wassen gebeurt door borstelen en zacht spoelen met koud stromend water (volgens normaal huishoudelijk gebruik).

¹¹ Bij het wassen van stalen wordt niet steeds de totale bijdrage van atmosferische depositie of opspattende bodemdeeltjes verwijderd. Een deel kan immers in de waslaag op het plantoppervlak vasthechten of door de plant via de bovengrondse delen opgenomen zijn. Anderzijds wijst een groot verschil tussen gewassen en ongewassen stalen duidelijk op een significant deel dat niet rechtstreeks vanuit de bodem via de wortel van de plant opgenomen is.

| Gewastype | Groeten | Voorbehandeling |
|----------------------|------------|------------------------------------------------|
| Bladgewas | Sla | 1x gewassen |
| Knolgewas | aardappel | 1x gewassen/ongeschild en 1x gewassen/geschild |
| Wortelgewas | wortel | 1x gewassen/ongeschild en 1x gewassen/geschild |
| 4 ^e gewas | witte kool | 1x gewassen |

Tabel 7: Voorbehandelingen voor een 'standaard groentepakket'.

4.3.6 Analysepakket

Het gewicht nodig voor analyse is niet alleen afhankelijk van het aantal voorbehandelingen, maar ook van het aantal te analyseren parameters. De eBSD vermeldt op de **analyseaanvraag** duidelijk welke parameters geanalyseerd dienen te worden alsook de gewenste voorbehandeling voor elke groente.

Naast de chemische stoffen dient ook het droge stofgehalte (%) bepaald en gerapporteerd te worden voor de omrekening van vers gewicht naar drooggewicht of omgekeerd. Dit gehalte is plant-specifiek en kan sterk variëren. De laboratoria dienen duidelijk aan te geven op welke wijze de analyseresultaten worden gerapporteerd i.e. in mg/kg ds of in mg/kg vg.

Na voorbehandeling van het gewasstaal in het laboratorium, wordt het staal indien nodig in meerdere delen (substalen) gesplitst naargelang het aantal te analyseren parameters. Bijvoorbeeld een deel voor de bepaling van het droge stofgehalte (drogen bij 105 °C), een deel voor de analyses van PAK's en een deel voor de analyse van zware metalen (drogen bij 70 °C en malen).

In deze code van goede praktijk wordt niet ingegaan op de analyseprocedures voor plantaardig materiaal. Op de website van het FAVV is informatie over laboratoria die gewasanalyses uitvoeren alsook over de gehanteerde methoden (<http://www.favv.be/laboratoria/>) terug te vinden.

4.3.7 Bemonstering (veldwerk)

Ongeacht de bemonsteringstechniek en/of –procedures zal er altijd een zekere variabiliteit zijn tussen verschillende gewasstalen.

Met volgende randvoorwaarden dient bij het oogsten van de groenten rekening gehouden te worden om een zo 'representatief' mogelijke staalname (steekproef) op te zetten:

- Het minimale gewicht of aantal te nemen stuks naargelang de groente (Tabel 5).
- Bemonster het minimale/gewenste gewicht 'in situ'. In situ mogen geen sub stalen aangemaakt worden; dit mag enkel plaatsvinden in een laboratorium (§ 4.3.5).
- Elke groente moet een gelijke kans hebben om gekozen te worden: de monsters worden over het volledige teeltbed genomen, bij voorkeur worden geen stalen genomen aan de randen (min. 1 meter van de rand) of op het einde van rijen.
- Enkel volgroeide gewassen worden geoogst. Vermijd het nemen van zieke of slecht groeiende gewassen alsook het nemen van niet volgroeide gewasstalen (i.e. vóór normale oogsttijdstip).
- Neem stalen van het gewas zoals deze 'normaal' geoogst en verhandeld worden. Enkel de eetbare ondergrondse delen van wortels en aardappels (i.e. zonder loof) of enkel de bovengrondse eetbare delen na verwijdering van wortels en ev. buitenste 'verdorpe' bladeren bij sla, selder, prei, ...

- Snij planten steeds op eenzelfde hoogte af. Bodemdeeltjes worden zoveel mogelijk afgeschud.
- Bij voorkeur worden gewasstalen bij droog weer genomen.
- Gebruik papieren zakken indien analyse naar organische parameters relevant is.
- Weeg het vers gewicht van de gewassen 'in-situ' daar het droge stofgehalte kan wijzigen tijdens transport en bewaring.

Van het uitgevoerde veldwerk wordt een duidelijk **verslag** gemaakt door de eBSD met vermelding van o.a. de bemonsteringsdata, de grootte van de moestuin, het bodemtype, de grootte van de relevante teeltbedden, de eBSD geef aan welke groenten genomen werden en op welke wijze t.o.v. het perceel (foto's), # stuks, de vers gewichten, ... De eBSD geeft ook aan of wortels en/of verdorde bladeren werden verwijderd. Dit verslag wordt samen met de groentestalen en de analyseaanvraag overgemaakt aan het laboratorium (§ 4.3.8).

4.3.8 Transport naar laboratorium

De gewasstalen worden tijdens het vervoer naar het laboratorium bewaard in (open) plastic zakken of papieren zakken in geval van organische parameters en kunnen - voor een beperkte tijd - in een koelcel opgeslagen worden voor verdere verwerking.

Bij hoge buitentemperaturen wordt aanbevolen om tijdens de staalname en het transport van de gewasstalen naar het laboratorium een koelbox te voorzien.

Zoals aangegeven in § 4.3.4 dient dit in overleg met het laboratorium te gebeuren, zodat de groentestalen op gepaste wijze getransporteerd en aangeleverd worden voor analyse. Ook worden de nodige afspraken gemaakt met betrekking tot de planning (i.e. wanneer groentestalen aangeleverd worden) zodat de voorbehandelingen en analyses op voldoende vers materiaal uitgevoerd worden.

4.4 EI-ONDERZOEK

In vergelijking met een gewasonderzoek, is een ei-onderzoek minder complex (Figuur 4).

Samen met de eigenaar wordt tijdens een verkennend terreinbezoek een **vragenlijst** ingevuld met betrekking tot het aantal kippen en hun leeftijd, het aantal eieren dat ze gemiddeld produceren per week, de consumptie van de eieren en een inventarisatie van de leefomgeving (mogelijke verontreinigingsbronnen, staat van de kippenrennen, voeding, ...). Ook het percentage grasbedekking in de buitenrennen wordt visueel geschat tijdens dit eerste terreinbezoek.

Vervolgens wordt aan de eigenaar gevraagd om gespreid over een aantal weken een **10 à 15 tal eieren** te verzamelen voor analyse. De eieren worden bewaard bij 4°C (koelkast) voor verdere verwerking.

Wanneer meerdere kippenrennen betrokken zijn bij het onderzoek (**regionale verontreiniging**), kan het zinvol zijn om een 'toelichting' te organiseren om het doel en de opzet/aanpak van het onderzoek te kaderen. Op zulke momenten kunnen de betrokkenen meteen aangeven of ze wensen deel te nemen aan het onderzoek. Bij de selectie van de kippenrennen is het belangrijk om te kijken naar de verdeling van de gekende bodemconcentraties op de verschillende betrokken percelen. Uit voorgaande onderzoeken is meestal al geweten waar de gehalten laag dan wel hoog zijn.

Het doel van het onderzoek is in dit geval niet alleen om een uitspraak te doen voor de deelnemende kippenrennen, maar een 'generieke' uitspraak te doen over de geschiktheid van het hele terrein of de volledige regio als kippenren. Daarom is het belangrijk dat de geselecteerde tuinen het hele bereik aan concentraties weerspiegelen, van laag tot hoog. Er worden **minstens 3 kippenrennen**¹² opgenomen die een veel voorkomende situatie weerspiegelen. Bij sterk uiteenlopende bodemconcentraties wordt bijkomend een tuin die de 'worst case' situatie weerspiegelt (hoge verontreinigingsgraad) meegenomen alsook een tuin met lagere verontreinigingsgraad. Naargelang de omvang van de regionale verontreiniging, kan de eBSD beslissen om het aantal kippenrennen te verhogen. Bij een **regionaal onderzoek** wordt per kippenren ook **één bodemstaalanalyse** voorzien (zie § 4.1.2) en in geval van een bodemverontreiniging met Vlarebo-parameters één extra **ei-analyse** als **referentiemeting** (§ 4.2.2).

Voor onderzoek ter hoogte van **één particuliere kippenren** moet enkel nagegaan worden of de consumptie van eigen eieren een risico vormt aan de hand van **één ei-analyse**. Er dient geen extra bodemstaal genomen te worden en er dient geen referentiemeting uitgevoerd te worden.

Eieren bevatten een hoog vetpercentage en verzamelen voornamelijk persistente organische verontreinigende stoffen (POP's) zoals polychloorbifenylen (PCB's) en dioxinen. Enkel voor deze parameters zijn limietwaarden gekend (§ 4.2.1).

PAKs zijn niet relevant voor eieren daar deze niet gemetaboliseerd worden. Ook voor zware metalen worden analyses niet relevant geacht tenzij het een 'zware' bodemverontreiniging betreft. Ei-onderzoek is enkel nodig indien de risicoberekening voor een kippenren (§ 3.2.3) aangeeft dat het risico voornamelijk veroorzaakt wordt door de blootstellingsroute 'inname via eieren'. Enkel dan is het zinvol om zware metalen op te nemen in het analysepakket voor ei-analyse.

Meer informatie over de overdracht van stoffen van bodem naar eieren is opgenomen in Bijlage B Er zijn momenteel slechts een beperkt aantal studies gekend waarbij eieren van particulieren werden meegenomen in de staalnamecampagne.

Voorafgaand aan de staalname wordt contact opgenomen met het laboratorium om na te gaan of ze de gewenste parameters kunnen analyseren en worden de nodige afspraken gemaakt met betrekking tot de planning (i.e. aanlevering van de eieren) zodat de analyse op voldoende vers materiaal kan gebeuren.

¹² Enkel indien de deskundige kan aantonen dat dit niet mogelijk is, kan gemotiveerd afgeweken worden.

5 EVALUATIE KWALITEIT VAN DE TUIN ALS MOESTUIN/KIPPENREN

Voor de beoordeling van de kwaliteit van de moestuin/kippenren voor eigen gebruik kan gebruik gemaakt worden van **wettelijke normen** voor gewassen en eieren (limietwaarden), referentiewaarden of een risicobeoordeling (**berekend met S-Risk**). Zolang de risico-index kleiner is dan 1 ($RI \leq 1$), is de blootstelling aanvaardbaar en is er geen risico bij gebruik van de tuin als moestuin en/of kippenren.

De bespreking van het uitgevoerde gewas – en/of ei onderzoek gebeurt aan de hand van **4 stappen** op basis waarvan nagegaan wordt of er een risico verbonden is aan het gebruik van de tuin als moestuin en/of kippenren (figuren 5 en 6):

- **STAP 1 - Vergelijken met limietwaarden (§ 5.1)**
- **STAP 2 - Vergelijken met referentiewaarden (§ 5.2)**
- **STAP 3 - Verfijnde risicobeoordeling met S-Risk (§ 5.3)**
- **STAP 4 - Relatie bodemconcentraties en de gewas-/ei concentraties (§ 5.4)**

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere tuin** (moestuin/kippenren) betreft, wordt na **stap 1** onmiddellijk een verfijnde risicoberekening (**stap 3**) uitgevoerd. Op basis van deze verfijnde risicoberekening met ‘gemeten’ concentraties in groenten ‘na voorbehandeling’ wordt onmiddellijk duidelijk of er ‘effectief’ een gezondheidsrisico uitgaat bij het gebruik van de tuin als moestuin of kippenren rekening houdend met de gebruiksaanbevelingen zoals het ‘grondig’ wassen en/of schillen van de groenten. In hoofdstuk 4 werd toegelicht waarom ter hoogte van een particuliere tuin in eerste instantie geen referentiemetingen en geen analyses op ‘ongewassen’ groentestalen worden uitgevoerd en waarom de relatie met de bodemverontreiniging niet nader onderzocht wordt. In geval het ‘één omvangrijke moestuin met variatie in bodemconcentraties’ betreft, gebeurt de evaluatie conform de evaluatie van ‘meerdere tuinen’.

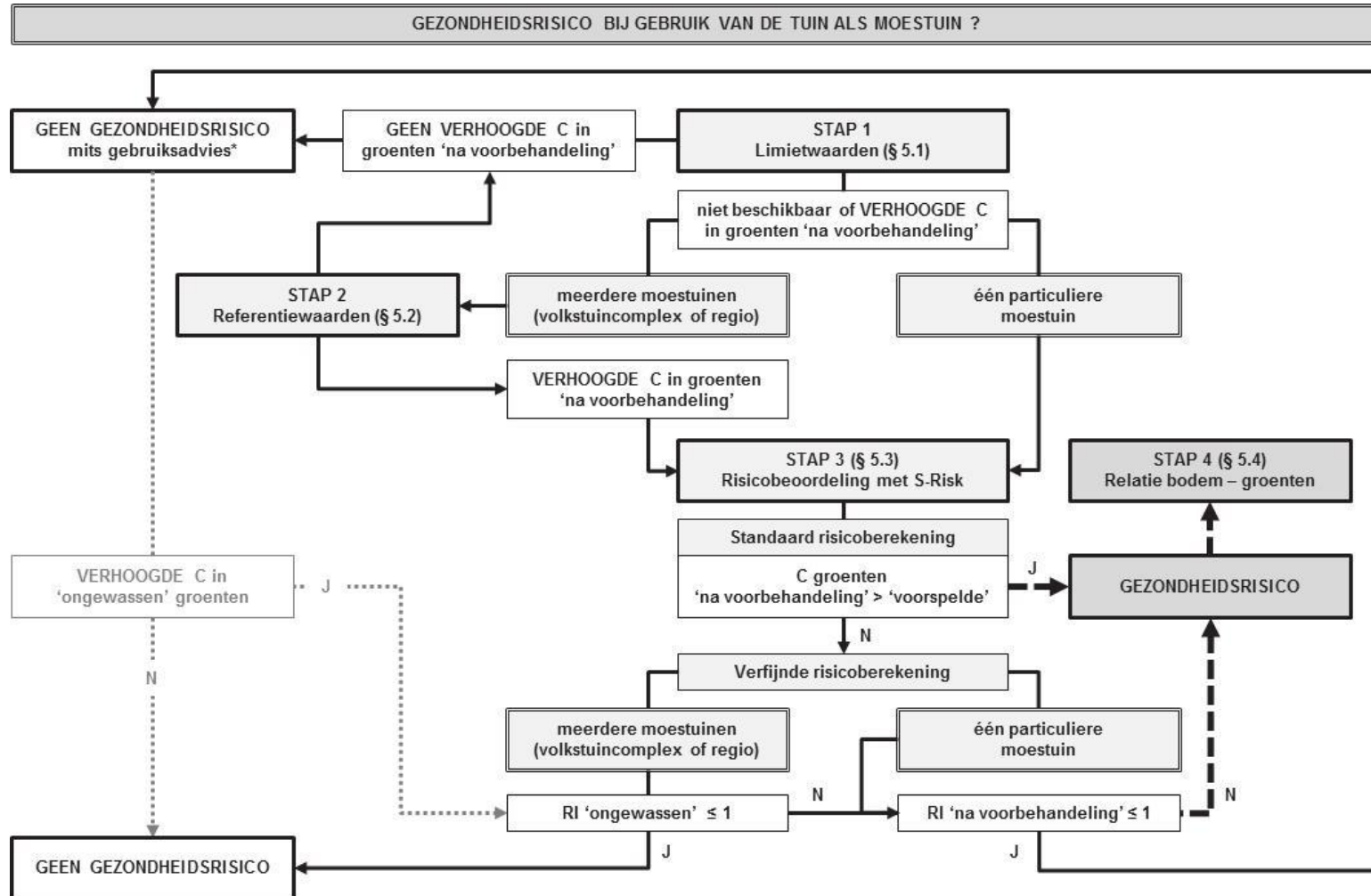
Van zodra **meerdere tuinen** betrokken zijn in het onderzoek (**regionaal onderzoek** of **volkstuint-complex**) worden ‘standaard’ referentiemetingen en analyses op ‘ongewassen’ groentestalen uitgevoerd. Na toetsing van de gemeten concentraties aan limietwaarden (**stap 1**), worden deze getoetst aan referentiemetingen (**stap 2**). Of van de verhoogde concentraties in groenten/eieren ook een gezondheidsrisico uitgaat, wordt nagegaan via verfijnde risicoberekeningen (**stap 3**). Zeker wanneer op basis van stap 3 wordt besloten dat er een gezondheidsrisico uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin, volkstuint of kippenren, wordt nagegaan in welke tuinen ‘verhoogde’ concentraties worden vastgesteld en wat de relatie is tussen de vastgestelde bodemconcentraties en de gewas- of ei-concentraties (**stap 4**).

Na het doorlopen van de nodige stappen kan de eBSD - indien nodig - een **gebruiksadvies** opstellen voor het gebruik van de tuin als moestuin, volkstuint en/of kippenren.

Voorafgaand wordt voor elke tuin een overzichtstabel gemaakt van de gemeten concentraties in bodem en groenten of bodem en eieren. Voor het standaard groentepakket bestaande uit de 4 voorkeursgroenten resulteert dit in het overzicht weergegeven in Tabel 8. De concentraties worden steeds uitgedrukt als vers gewichten (mg/kg vg) conform de eenheid gehanteerd in S-Risk.

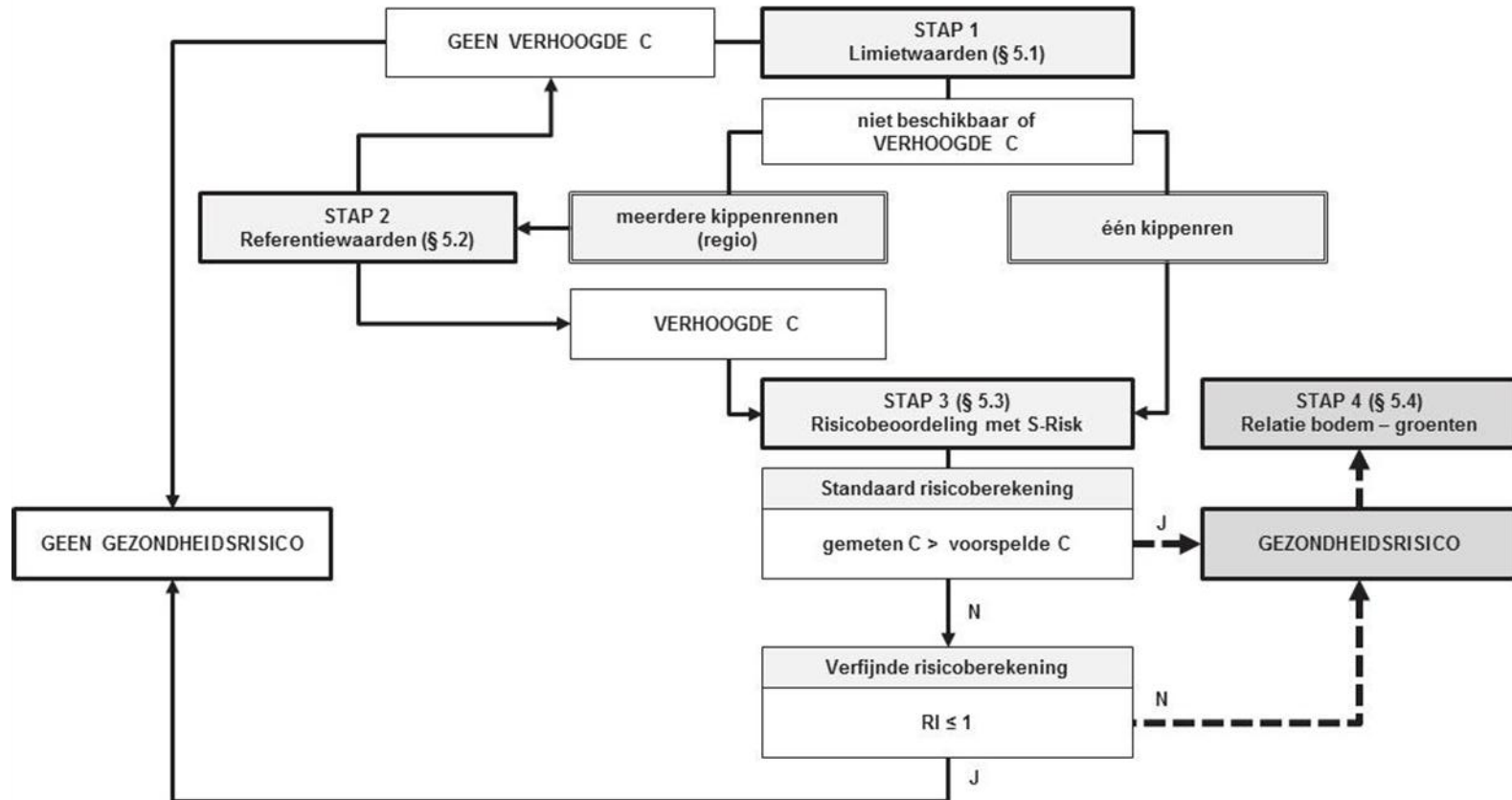
| Groente | Gemeten C bodem teeltbed | Gemeten C 'ongewassen' | Gemeten C 'wassen' | Gemeten C 'wassen + schillen' |
|-----------|--------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Sla | X | optioneel | X | |
| Aardappel | X | optioneel | X | X |
| Wortel | X | optioneel | X | X |
| Kook | X | optioneel | X | |

Tabel 8: Overzichtstabel met gemeten concentraties in bodem en groenten per tuin.



Figuur 5: Nagaan of er een gezondheidsrisico uitgaat van de bodemverontreiniging bij gebruik van de tuin als moestuin.

GEZONDHEIDSRISICO BIJ GEBRUIK VAN DE TUIN ALS KIPPENREN ?



Figuur 6: Nagaan of er een gezondheidsrisico uitgaat van de bodemverontreiniging bij gebruik van de tuin als kippenren.

5.1 TOETSEN AAN LIMIETWAARDEN (STAP 1)

In § 4.2.1 werd aangegeven dat limietwaarden (wettelijke normen voor gewassen en eieren) enkel 'bindend' zijn in het geval het gaat over productie voor commerciële doeleinden (landbouw). In deze code van goede praktijk worden ze gehanteerd als eerste toetsingscriterium om na te gaan of de gemeten waarden in eieren of groenten (na voorbehandeling) verhoogd zijn.

Daar momenteel slechts voor 4 Vlarebo-stoffen limietwaarden beschikbaar zijn, is deze toetsing zelden mogelijk. Voor eieren zijn momenteel enkel limietwaarden voor dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet dioxineachtige pcb's beschikbaar. Bij het ontbreken van limietwaarden wordt voor een **regionaal onderzoek of volkstuincomplex** overgegaan naar **stap 2** (toetsen aan referentiemetingen). Voor een **particuliere moestuin/kippenren** wordt onmiddellijk overgegaan naar **stap 3** (verfijnde risicobeoordeling).

Indien limietwaarden beschikbaar zijn, dan worden de concentraties gemeten in groenten en eieren hiermee vergeleken. In het S-Risk model gebeurt dit 'automatisch' via de concentratie-index (CI). Het criterium voor besluit tot een '**verhoogd gehalte**' is een **CI > 1**. Deze toetsing is louter indicatief in geval van productie voor eigen consumptie (particulieren).

Indien de gemeten gehalten in groenten en eieren de limietwaarden **niet** overschrijden ($CI \leq 1$), dan mag besloten worden dat er **geen verhoogde gehalten** worden waargenomen en dat er **geen gezondheidsrisico** uitgaat van het gebruik van de tuin als moestuin of kippenren. De volgende stappen moeten niet doorlopen worden.

Het feit dat één enkel gewas- of ei-gehalte uit het onderzoek van de moestuin of kippenren rond of **boven de limietwaarde** ligt ($CI > 1$), geeft geen directe indicatie van een gezondheidsrisico, maar het geeft wel aan dat er sprake is van een **verhoogd gehalte**. In een **regionaal onderzoek** of **volkstuincomplex** worden de gemeten waarden vervolgens getoetst aan referentiemetingen (**stap 2**). Voor een **particuliere moestuin/kippen** worden standaard geen referentiemetingen uitgevoerd en wordt onmiddellijk overgegaan naar **stap 3** (verfijnde risicobeoordeling).

5.2 TOETSEN AAN REFERENTIEWAARDEN (STAP 2)

In § 4.2.2 werd reeds toegelicht dat in bepaalde onderzoeken referentiemetingen zinvol zijn om na te gaan welke concentraties aan Vlarebo-parameters 'normaal' voorkomen in groenten of eieren.

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere tuin** betreft, wordt deze stap enkel doorlopen wanneer volgens **stap 3** (verfijnde risicoberekening) de RI groter is dan 1 ($RI > 1$) en beslist werd om referentiemetingen uit te voeren.

Van zodra **meerdere tuinen** betrokken zijn (**regio** of **volkstuincomplex**) worden standaard referentiemetingen uitgevoerd. Het toetsen van gemeten concentraties aan referentiemetingen is immers eenvoudiger dan het uitvoeren van meerdere risicoberekeningen (**stap 3**). Door de analysesresultaten van de referentiemetingen toe te voegen aan de overzichtstabel (Tabel 8) wordt meteen duidelijk of **verhoogde concentraties** voorkomen en in welke tuinen.

Indien de gemeten gehalten in groenten 'na voorbehandeling'/eieren de **referentiewaarden overschrijden**, dan geeft dit geen directe indicatie van een gezondheidsrisico, maar wel dat er sprake is van **verhoogde gehalten**. In **stap 3** wordt onderzocht of er 'effectief' een gezondheidsrisico uitgaat van de concentraties gemeten in groenten of eieren.

Indien de gemeten gehalten in eieren de referentiewaarden **niet** overschrijden, dan mag besloten worden dat er **geen verhoogde gehalten** worden waargenomen en er **geen gezondheidsrisico** uitgaat van het gebruik van de tuin als kippenren. De volgende stappen moeten niet doorlopen worden.

Indien de concentraties in de groenten 'na voorbehandeling' (wassen en/of schillen) de referentiewaarden niet overschrijden maar voor de '**ongewassen**' groentestalen wel **verhoogde concentraties** worden vastgesteld (via toetsing aan limietwaarden of referentiewaarden), dan kan besloten worden dat de stoffen slechts in beperkte mate worden opgenomen 'in' de groenten. Het merendeel van de verontreinigde bodemdeeltjes wordt verwijderd door de groenten 'grondig' te wassen en/of te schillen. Of deze 'gebruiksadviezen' strikt noodzakelijk zijn, kan enkel bevestigd worden via de verfijnde risicoberekening voor 'ongewassen' groenten (i.e. bij RI 'ongewassen' groenten > 1 en RI groenten na 'voorbehandeling' ≤ 1; **stap 3**). Indien gewenst kan de relatie met de bodemverontreiniging nader onderzocht worden zoals toegelicht in **stap 4**.

5.3 RISICOBEOORDELING MET S-RISK (STAP 3)

Uitgaande van 'gemeten' gehalten in groenten of eieren wordt door een deskundige - met expertise in het uitvoeren van risicoberekeningen met S-Risk - nagegaan of er effectief onaanvaardbare risico's gekoppeld zijn aan de consumptie van gewassen of eieren uit eigen moestuin of kippenren.

5.3.1 Moestuin/volkstuin

Enkel de beoordeling van de 'totale blootstelling' (risico-index of RI) is maatgevend, daar deze aangeeft hoeveel van een contaminant de tuinder via de verschillende blootstellingswegen, inclusief het eten van groenten uit eigen tuin binnenkrijgt. Hierbij wordt rekening gehouden met de concentratie in de bodem **én** in het gewas.

In de 'standaard' modelberekening wordt uitgegaan van een (on)zekere relatie tussen bodem- en gewaskwaliteit voor het berekenen van groenteconcentraties, terwijl bij de 'verfijnde' berekening de 'gemeten' gehalten in de gewassen gehanteerd worden om de 'werkelijke' blootstelling via groenten te bepalen.

Op basis van de standaard modelberekening worden de met S-Risk 'voorspelde' concentraties in 'ongewassen' groenten vergeleken met de 'gemeten' concentraties in 'ongewassen' groenten en groenten 'na voorbehandeling' om te beslissen of verfijnde risicoberekeningen zinvol zijn.

Op basis van de risico-indexen van de verfijnde berekeningen wordt nagegaan of er al dan niet een gezondheidsrisico uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin/volkstuin.

Wanneer meerdere tuinen betrokken zijn in het onderzoek of in geval van één grote moestuin met variatie in bodemconcentraties, wordt bij RI > 1 de relatie met de bodemverontreiniging verder onderzocht in **stap 4**.

5.3.1.1 Standaard modelberekening S-Risk

Voorafgaand aan deze Code van Goede Praktijk of in hoofdstuk 3 werd een 'standaard' berekening uitgevoerd i.e. een locatiespecifieke modelberekening aan de hand van de bodemeigenschappen (organisch stof, klei en pH) in combinatie met de gemeten gehalten in de bodem.

Voor een moestuin horende bij een particuliere woning wordt het scenario 'met woonfunctie' gehanteerd en voor een volkstuin het scenario 'zonder woonfunctie' (zie § 3.2).

Voor een 'kleine' moestuin werd bij de risicoberekening ook rekening gehouden met de omvang van de moestuin en de 'beperkte' opbrengst (zie § 3.3.3). De risico-index van de standaard berekening is normaal gezien groter dan 1 wanneer een gewasonderzoek wordt uitgevoerd om de kwaliteit van de tuin als moestuin of volkstuin te evalueren.

Indien door de eBSD beslist werd om in het kader van het gewas- of ei-onderzoek extra bodemstalen van de moestuin en/of kippenren te analyseren (§ 4.1), dan wordt nagegaan of de eerder ingevoerde bodemconcentratie voldoende representatief was. Zo niet, dan wordt door de eBSD toegelicht welke bodemconcentratie wel representatief is, hoe deze berekend werd en wordt vervolgens een nieuwe standaard modelberekening met S-Risk uitgevoerd.

De standaard berekening is steeds gebaseerd op het 'worst case' uitgangspunt nl. inname ten gevolge van consumptie van 'ongewassen' groenten. De 'voorspelde' groenteconcentraties stellen dus concentraties in 'ongewassen' groenten voor en zijn terug te vinden in de uitgebreide S-Risk rapportage (pdf) onder 'detail results' en 'total concentration'. De 'voorspelde' concentraties worden toegevoegd aan de overzichtstabel (Tabel 8).

Indien de 'gemeten' concentraties in de groenten 'na voorbehandeling' hoger zijn dan de 'voorspelde' concentraties, dan kan gesteld worden dat er een **gezondheidsrisico** uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin ongeacht de gebruiksadviezen met betrekking tot het wassen en/of schillen van groenten. Wanneer de concentraties gemeten in groenten 'na voorbehandeling' lager zijn dan de 'voorspelde' concentraties, is het zinvol om **verfijnde risicoberekeningen** uit te voeren (§ 5.3.1.2).

5.3.1.2 Verfijnde modelberekeningen S-Risk

De 'verfijnde' berekening is identiek aan de standaard berekening, maar in dit geval worden de 'gemeten' gehalten in groenten ingevoerd in het model. Zo wordt de 'werkelijke' inname via consumptie van groenten berekend en het daaraan gekoppelde risico.

Daar in een gewasonderzoek slechts 4 groenten per moestuin worden geanalyseerd, terwijl in S-Risk 20 groenten zijn opgenomen, wordt eerst toegelicht op welke wijze aan alle groenten opgenomen in het S-Risk model concentraties toegekend worden voor het uitvoeren van verfijnde berekeningen. Vervolgens wordt het uitvoeren van de verfijnde risico-berekeningen toegelicht.

Toekennen van concentraties aan 'alle' groenten opgenomen in S-Risk

In het 'standaard groentepakket' wordt per gewastype slechts 1 groente meegenomen bijvoorbeeld sla als 'bovengronds bladgewas', wortel als 'wortelgewas', aardappel als 'knolgewas' en bijvoorbeeld kool als 4^e gewastype behorende tot 'bovengronds/niet bladgewas'.

Bijgevolg worden maximaal 4 groenten per moestuin geanalyseerd in het gewasonderzoek, terwijl in S-Risk 20 groenten zijn opgenomen. De 20 groenten worden als volgt ingedeeld over de 4 gewastypes:

| Gewastype | | Groenten |
|------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------|
| Knolgewas | | Aardappel |
| Wortelgewas | | Wortel , radijs en schorseneren |
| Bovengronds / Bladgewas | Bladgewas | Sla , veldsla, andijvie, spinazie en witloof |
| | Bolgewas | Ui en prei |
| | Stengelgewas | Selder |
| Bovengronds / Niet bladgewas | Vruchtgewas | Tomaat, komkommer en paprika |
| | Koolgewas | Kool , bloemkool en spruiten |
| | Peulgewas | Bonen en erwten |
| Gras / Mais* | | |

*Enkel relevant voor landbouwsценario.

Via extrapolatie en kennis van de 'voorspelde' groentecentratie (standaard berekening) worden aan de 20 groenten opgenomen in S-Risk concentraties toegekend. Bij de extrapolatie wordt rekening gehouden met de verhouding tussen de 'gemeten' en 'voorspelde' groentecentratie. Deze relatieve verhouding wordt geëxtrapoleerd naar de overige groenten binnen hetzelfde gewastype.

Voor aardappel wordt een uitzondering toegestaan, wanneer geen aardappelen geteeld worden. In dit geval wordt de concentratie voor aardappel op '0 mg/kg vg' gezet worden of wordt de fractie aardappelen op '0%' gezet. In S-Risk wordt uitgegaan van het feit dat 40% van de aardappelen uit eigen tuin komt. Wanneer geen aardappelen geteeld worden is dit niet realistisch en wordt op de voorgestelde wijze de consumptie van aardappel uit 'eigen tuin' buiten beschouwing gelaten.

De 'gemeten' concentraties in groenten worden in S-Risk ingevoerd als 'totale concentraties in planten'. Dit is mogelijk in het S-Risk model via de uitgebreide modus in het tabblad 'concentraties' en het 'aanklikken' van de knop 'planten' bij 'concentraties in transfermedia'. Het aanpassen van de fractie 'aardappel' in S-Risk naar 0% gebeurt door in het tabblad 'blootstelling' naar de uitgebreide modus over te schakelen en dan via de knop 'fractie lokale groenten' de fractie voor aardappelen op '0' te zetten.

Verfijnde risicoberekeningen

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere moestuin** betreft, wordt onmiddellijk een verfijnde risicoberekening uitgevoerd met de 'gemeten' concentraties in de groentestalen 'na voorbehandeling'. Voor een particuliere moestuin worden standaard immers geen analyses uitgevoerd op 'ongewassen' groentestalen.

Wanneer **meerdere moestuinen** betrokken zijn in het onderzoek of voor één omvangrijke moestuin met variatie in bodemconcentraties, zijn zowel concentraties in 'ongewassen' groenten als groenten 'na voorbehandeling' gekend.

Wanneer uit de overzichtstabel met concentraties (Tabel 8) blijkt dat de concentraties gemeten in de 'ongewassen' groenten lager zijn dan de 'voorspelde' concentraties, is het zinvol om eerst een verfijnde risicoberekening uit te voeren met de gemeten concentraties in 'ongewassen' groenten. In alle andere gevallen wordt onmiddellijk een risicoberekening uitgevoerd met gemeten concentraties in groentestalen na voorbehandeling. Deze berekening wordt voor elke betrokken moestuin/volkstuin afzonderlijk uitgevoerd.

Verfijnde risicoberekening - 'ongewassen' groentestalen

Indien de risico-index voor 'ongewassen' groenten ≤ 1 , dan mag besloten worden dat er geen gezondheidsrisico uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin of volkstuin.

Indien de risico-index voor 'ongewassen' groenten > 1 , dan wordt bijkomend een berekening uitgevoerd met gemeten concentraties in groenten 'na voorbehandeling'.

Verfijnde risicoberekening - groentestalen 'na voorbehandeling'

In dit geval worden de concentraties voor de 'gewassen' en 'gewassen/geschilde' groenten ingevoerd in S-Risk als 'total plant concentration'.

Indien de risico-index voor groenten 'na voorbehandeling' ≤ 1 , dan kan gesteld worden dat er **geen gezondheidsrisico** uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin/volkstuin **mits het gebruiksadvies** zijnde het **grondig wassen en schillen** van groenten vóór consumptie opgevolgd wordt.

Indien de **risico-index voor groenten 'na voorbehandeling' > 1** , dan dient besloten te worden dat er een **gezondheidsrisico** uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin/volkstuin, zelfs bij grondig wassen en schillen van de groenten. Wanneer meerdere tuinen betrokken zijn in het onderzoek of in geval van één grote moestuin met variatie in bodemconcentraties, wordt de relatie met de bodemverontreiniging verder onderzocht in **stap 4**.

5.3.2 Kippenren

Enkel de beoordeling van de 'totale blootstelling' (risico-index of RI) is maatgevend, daar deze aangeeft hoeveel van een contaminant de eigenaar van de kippen via de verschillende blootstellingswegen, inclusief het eten van eieren uit eigen tuin binnenkrijgt. Hierbij wordt rekening gehouden met de concentratie in de bodem **én** in de eieren.

In de standaard modelberekening wordt uitgegaan van een (on)zekere relatie tussen bodem- en ei-kwaliteit voor het berekenen van ei-concentraties, terwijl bij de 'verfijnde' berekening de 'gemeten' gehalten in de eieren gehanteerd worden om de 'werkelijke' blootstelling via eieren te bepalen.

Voorafgaand aan deze Code van Goede Praktijk of in hoofdstuk 3 werd een 'standaard' berekening uitgevoerd i.e. een locatiespecifieke modelberekening aan de hand van de bodemeigenschappen (organisch stof, klei en pH) in combinatie met de gemeten gehalten in de bodem. Voor een kippenren wordt het scenario 'met woonfunctie' gehanteerd (zie § 3.2). Daar de blootstellingsweg 'inname via lokaal geproduceerde eieren' in het S-Risk model nooit actief is in de standaardscenario's, moet deze steeds geactiveerd worden om de berekening te kunnen uitvoeren. Alvorens S-Risk berekeningen uit te voeren voor een kippenren, wordt aangeraden om contact op te nemen met OVAM voor bijkomend advies rond de te hanteren BTF-waarden (zie § 3.2.1).

Voor PCDD/F's en dioxineachtige PCB's werden door VITO rekening houdend met het consumptiegedrag maximale concentraties afgeleid (Tabel 10 - Bijlage B: Overdracht van stoffen van bodem naar planten/eieren). Op basis van een vergelijking van de met S-Risk 'voorspelde' concentraties in eieren met de 'gemeten' concentraties, wordt beslist of een verfijnde risicoberekening zinvol is. Op basis van de risico-index van de verfijnde berekening wordt nagegaan of er al dan niet een gezondheidsrisico uitgaat bij gebruik van de tuin als kippenren. Wanneer meerdere tuinen betrokken zijn in het onderzoek, wordt bij $RI > 1$ de relatie met de bodemverontreiniging verder onderzocht in **stap 4**.

5.3.2.1 Standaard modelberekening S-Risk

De risico-index van de standaard berekening is normaal gezien groter dan 1 wanneer een ei-onderzoek wordt uitgevoerd om de kwaliteit van de tuin als kippenren te evalueren.

De 'voorspelde' ei-concentraties zijn terug te vinden in de uitgebreide S-Risk rapportage (pdf) onder 'detail results', 'kippenparameters' en dan 'concentratie in eieren'. Deze 'voorspelde' concentraties worden vergeleken met de 'gemeten' concentraties in de eieren.

Indien de 'gemeten' concentraties in de eieren hoger zijn dan de 'voorspelde' concentraties, dan kan gesteld worden dat er een **gezondheidsrisico** uitgaat bij gebruik van de tuin als kippenren.

Indien de 'gemeten' concentraties lager zijn dan de 'voorspelde' concentraties, wordt een verfijnde berekening uitgevoerd.

5.3.2.2 Verfijnde modelberekening S-Risk

De 'verfijnde' berekening is identiek aan de 'standaard' berekening, maar in dit geval worden de 'gemeten' gehalten in eieren ingevoerd in het model. Zo wordt de 'werkelijke' inname via consumptie van eieren berekend en het daaraan gekoppelde risico.

De RI-index van de standaard berekening wordt vergeleken met de RI-index van de verfijnde berekening en zo wordt duidelijk in hoeverre deze overeenkomen of juist verschillen.

Indien de risico-index van de verfijnde berekening ≤ 1 , dan mag besloten worden dat er **geen gezondheidsrisico** uitgaat bij gebruik van de tuin als kippenren.

Indien de **risico-index van de verfijnde berekening** > 1 , dan dient besloten te worden dat er een **gezondheidsrisico** uitgaat bij het gebruik van de tuin als kippenren. Wanneer meerdere kippenrennen betrokken zijn in het onderzoek wordt de relatie met de bodemverontreiniging onderzocht in **stap 4**.

5.4 RELATIE BODEMCONCENTRATIES EN GEWAS- /EI-CONCENTRATIES **(STAP 4)**

Zoals toegelicht in de voorgaande hoofdstukken is het louter meten van concentraties in groenten/eieren niet altijd voldoende om de relatie met de bodem te achterhalen. Om gepaste maatregelen te kunnen voorstellen dient de bron/oorzaak van de verontreiniging eenduidig gekend te zijn.

Wanneer **meerdere tuinen** betrokken zijn in het onderzoek (**regio of volkstuintcomplex**) en in minstens één tuin de verfijnde modelberekening aangeeft dat er een gezondheidsrisico uitgaat bij gebruik van de tuin als moestuin of kippenren, is het belangrijk om het **verband** tussen de **gewas- of ei-kwaliteit** en de **bodemkwaliteit** na te gaan. Naast bodemverontreiniging kunnen immers ook **andere bronnen** de concentraties in groenten of eieren beïnvloeden of domineren (§ 3.1). Voorbeelden zijn atmosferische depositie voor groenten en contaminatie van oude kippenhokken met persistente pesticiden voor eieren. Via het vergelijken van gemeten gehalten in bodem en groenten of bodem en eieren, via de informatie bekomen op basis van de toetsing aan referentiemetingen (**stap 2**) en op basis van de resultaten van de risicoberekeningen (**stap 3**) wordt nagegaan in hoeverre het gehalte in de bodem het gehalte **‘in’** de groenten of **‘in’** de eieren beïnvloedt en wordt tevens nagegaan of een eenduidige relatie met de bodemverontreiniging kan afgeleid worden.

Wanneer het onderzoek slechts **één particuliere moestuin** of **één kippenren** betreft, kan deze stap niet doorlopen worden. De kans dat een relatie met de bodem kan afgeleid worden is immers klein wanneer er weinig variatie is in bodemconcentraties en enkel concentraties gemeten zijn in groenten (i.e. na voorbehandeling).

Enkel wanneer **sterk variërende bodemconcentraties** zijn vastgesteld ter hoogte van **één ‘omvangrijke’ moestuin** of in geval van **meerdere tuinen** zijn voldoende extra analyses uitgevoerd op ‘ongewassen’ groentestalen, bodemstalen en referentiestalen en kan het verband met de bodemverontreiniging nader onderzocht worden.

Wanneer **meerdere kippenrennen** betrokken zijn in het onderzoek en er geen ‘andere’ bron aanwezig is (§ 3.1), dan kan besloten worden dat er een relatie is met de bodemverontreiniging wanneer de variatie in bodemconcentraties tot uiting komt in de gemeten ei-concentraties. In dit geval wordt de consumptie van eigen eieren afgeraden in de kippenrennen met een $RI > 1$ (**stap 3**), tenzij een schone laag teelaarde van 60 cm wordt aangebracht. Bij ontbreken van een eenduidige relatie met de bodemverontreiniging is er vermoedelijk een ‘andere’ bron mede verantwoordelijk voor de verhoogde concentraties in de eieren en het daaraan gekoppelde gezondheidsrisico. In dit geval volstaat het louter aanbrenge van een schone laag teelaarde van 60 cm vermoedelijk niet en dienen bijkomende maatregelen genomen te worden om het gezondheidsrisico weg te nemen (bv. bronverwijdering of beperken van de impact).

Wanneer **meerdere moestuinen** betrokken zijn in het onderzoek (**regio of volkstuintcomplex**) of in geval van een **omvangrijke moestuin met variatie in bodemconcentraties**, wordt het **effect van atmosferische depositie en opspattende bodemdeeltjes** nagegaan, alsook het **effect van de bereidingswijze** (i.e. de voorbehandeling). Dit is niet alleen belangrijk voor het onderbouwen van de gebruiksadviezen naar de consument toe zoals het belang van het ‘grondig’ wassen en, indien relevant, het schillen en/of het verwijderen van buitenbladeren van groenten uit eigen tuin vóór consumptie, maar ook voor het achterhalen van de relatie met de bodemverontreiniging.

Voor elke betrokken moestuin wordt een overzicht gemaakt van alle relevante analyseresultaten, dus ook voor de tuinen waar geen verhoogde concentraties in groenten werden vastgesteld (stap 1 of stap 2) en waar geen gezondheidsrisico aanwezig blijkt te zijn (i.e. $RI \leq 1$; stap 3).

Voor de 4 groenten van het groentepakket worden per moestuin de gemeten gewasconcentraties ('ongewassen' stalen en stalen 'na voorbehandeling'), de bodemconcentraties in het overeenkomstige teeltbed, de referentiewaarde (i.e. gemeten concentratie in het referentiestaal) en indien beschikbaar ook de limietwaarde weergegeven (zie voorbeeld Tabel 9). In de tabel worden ook de RI van de verfijnde risicoberekeningen opgenomen (i.e. voor 'ongewassen' groentestalen en groentestalen 'na voorbehandeling').

| Moestuin 1 | Gemeten waarden | | | | Referentiewaarden | | Limietwaarden |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| | bodem teeltbed | ongewassen | gewassen ongeschild | gewassen geschild | gewassen ongeschild | gewassen geschild | |
| Sla | X | optioneel | X | | X | | X |
| Aardappel | X | optioneel | X | X | X | X | X |
| Wortel | X | optioneel | X | X | X | X | X |
| Kool | X | optioneel | X | | X | | X |
| RI | RI 'ongewassen' > 1? Neen: Geen gezondheidsrisico bij gebruik als moestuin Ja: RI groenten 'na voorbehandeling' > 1? Neen: Geen gezondheidsrisico bij gebruik als moestuin mits gebruiksadviezen Ja: Gezondheidsrisico bij gebruik als moestuin zelfs bij opvolgen van gebruiksadviezen | | | | | | |

Tabel 9: Overzichtstabel met analyseresultaten bodem, groenten, referentie- en limietwaarde.

Op basis van de toetsing aan referentiemetingen (**stap 2**) werden de tuinen met '**verhoogde concentraties**' in **groenten** geïdentificeerd. Op basis van **stap 3** is ook geweten ter hoogte van welke tuinen dit resulteert in een gezondheidsrisico (RI>1).

Door de gehalten gemeten in '**ongewassen groenten**' te toetsen aan de **referentiemetingen** en te vergelijken met de **gehalten in groenten 'na voorbehandeling'** wordt extra informatie bekomen m.b.t. het **effect van atmosferische depositie en opspattende bodemdeeltjes** en het **effect van de bereidingswijze van groenten** en dus ook m.b.t. de **relatie met de bodemverontreiniging**.

Het **effect van atmosferische depositie en opspattende bodemdeeltjes** wordt beoordeeld door per groente de concentraties van de 'gewassen' en 'ongewassen' stalen onderling te vergelijken. Bij het wassen van stalen wordt niet steeds de totale bijdrage van atmosferische depositie of opspattende bodemdeeltjes verwijderd. Een deel kan immers in de waslaag op het plantoppervlak vasthechten of door de plant via de bovengrondse delen opgenomen zijn. Anderzijds wijst een groot verschil tussen gewassen en ongewassen stalen op een significant deel dat niet rechtstreeks vanuit de bodem via de wortel van de plant opgenomen is.

Voor bepaalde groenten (knol- en wortelgewassen) wordt ook het **effect van het 'schillen'** nagegaan door de concentraties van de 'gewassen/ongeschilde' en de 'gewassen/geschilde' stalen onderling te vergelijken. Door de groenten te schillen wordt de totale bijdrage van bodemdeeltjes die zich vastgehecht hebben aan de groente verwijderd. Enkel de rechtstreekse bijdrage vanuit de bodem via de wortel/knol is dan relevant.

Zolang enkel in 'ongewassen' groentestalen verhoogde concentraties worden vastgesteld (via toetsing aan limietwaarden of referentiewaarden) die aanleiding geven tot een gezondheidsrisico bij gebruik van de tuin als moestuin (RI 'ongewassen' > 1; stap 3) en de concentraties in de groenten 'na voorbehandeling' (wassen en/of schillen) geen gezondheidsrisico inhouden (RI 'na voorbehandeling' ≤ 1), dan mag besloten worden dat het merendeel van de verontreinigde bodemdeeltjes verwijderd worden door de groenten 'grondig' te wassen en/of te schillen. Deze evaluatie onderbouwt het belang van de gebruiksaanbevelingen zijnde grondig wassen en/of schillen van groenten.

Wanneer geen 'andere' bron aanwezig is (§ 3.1; i.e. geen bijdrage via atmosferische depositie), dan is er sprake van een eenduidige relatie met de bodemverontreiniging wanneer de variaties in bodemconcentraties tot uiting komen in de gemeten groentecentraties. Voor tuinen met een risico-index voor groenten 'na voorbehandeling' > 1 (stap 3), kan in dit geval gesteld worden dat er een rechtstreeks bijdrage is vanuit de verontreinigde bodem (teeltbedden). Wassen en schillen volstaan in dit geval niet om het gezondheidsrisico weg te nemen. Het telen van groenten wordt dan ook afgeraden, tenzij een schone laag teelaarde van 60 cm wordt aangebracht ter hoogte van de moestuin.

Wanneer een bijdrage via atmosferische depositie niet uitgesloten kan worden (§ 3.1) en op basis van het verschil tussen de ongewassen en gewassen stalen geconcludeerd werd dat er een aanzienlijke bijdrage is via atmosferische depositie en/of opspattende bodemdeeltjes, dan is de relatie met de bodemverontreiniging 'niet' eenduidig. Om de bijdrage via atmosferische depositie na te gaan kunnen:

- neerslagkruiken voorzien worden;
- potproeven uitgevoerd worden (Bijlage A: Gewasonderzoek via proefvlakken of potproeven);
- gewasonderzoek via teeltbedden met 'onkruiddoek'.

Via neerslagkruiken kan aangetoond worden of er al dan niet atmosferische depositie optreedt en al dan niet een significante bijdrage van deze atmosferische depositie is. Bij potproeven valt deze 'route' weg en is de concentratie in de bodem eenduidig te linken aan de bodemverontreiniging. Het voorzien van een onkruiddoek ter hoogte van de teeltbedden verhindert de bijdrage via opspattende bodemdeeltjes en dan kan de bijdrage via atmosferische depositie en opspattende bodemdeeltjes geëvalueerd worden.

Enkel wanneer aangetoond kan worden dat er geen significante bijdrage via atmosferische depositie optreedt, volstaat het louter aanbrengen van een schone laag teelaarde van 60 cm ter hoogte van de moestuin. Indien een 'significante' bijdrage via atmosferische depositie wordt aangetoond, dan dienen extra maatregelen genomen te worden om ook deze verspreidings- en blootstellingsroute weg te nemen of te beperken.

6 ALGEMENE CONCLUSIE GEWAS- EN/OF EI-ONDERZOEK

Wanneer op basis van hoofdstuk 3 de noodzaak van gerichte metingen ter hoogte van een particuliere moestuin/volkstuin/kippenren werd aangetoond, dan heeft dit tot doel:

- een verfijning van een vrijwillig onderzoek in een moestuin/volkstuin/kippenren, na het advies bekomen op basis van de webtool "gezond uit eigen grond" (klassen C en D voor moestuin en kippenren; zie Tabel 1 en Tabel 2);
- een verfijning van de risico-evaluatie in een BBO.

Na toepassing van 'gerichte' metingen ter hoogte van de moestuin/volkstuin/kippenren en de evaluatie van de resultaten zijn volgende 'algemene' conclusies mogelijk met betrekking tot het telen van eigen groenten of houden van kippen. De conclusies houden rekening met zowel de bodemconcentraties ter hoogte van de moestuin/kippenren als de concentraties gemeten in groenten/eieren. De conclusies zijn:

De bodemverontreiniging geeft GEEN aanleiding tot een gezondheidsrisico. De tuin mag (zonder beperkingen) gebruikt worden als moestuin, volkstuin en/of kippenren. Deze conclusie geldt wanneer:

- de gemeten concentraties in 'ongewassen' groenten/eieren \leq limietwaarden (stap 1);
- de gemeten concentraties in 'ongewassen' groenten/eieren \leq referentiemetingen (stap 2);
- risico-index verfijnde risicoberekening 'ongewassen' groenten ≤ 1 (stap 3).

De bodemverontreiniging geeft ook GEEN aanleiding tot een gezondheidsrisico bij gebruik van de tuin als moestuin of volkstuin mits de gebruiksadviezen zoals het grondig wassen en/of schillen van groenten in acht genomen worden. Deze conclusie geldt wanneer:

- de gemeten concentraties in groenten 'na voorbehandeling' \leq limietwaarden (stap 1);
- de gemeten concentraties in groenten 'na voorbehandeling' \leq referentiemetingen (stap 2);
- risico-index verfijnde risicoberekening groenten 'na voorbehandeling' ≤ 1 (stap 3).

De bodemverontreiniging geeft aanleiding tot een onaanvaardbaar gezondheidsrisico bij gebruik als moestuin, volkstuin of kippenren, tenzij er maatregelen worden genomen om de blootstelling via groenten en eieren weg te nemen of voldoende te beperken. Deze conclusie geldt wanneer:

- risico-index verfijnde risicoberekening groenten 'na voorbehandeling'/eieren > 1 (stap 3).

Enkel wanneer op basis van stap 4 een 'eenduidige' relatie met de bodemverontreiniging werd aangetoond, mogen toch groenten geteeld worden of kippen gehouden worden van zodra de oorzaak van de bodemverontreiniging (bv. atmosferische depositie) niet meer aanwezig is EN een schone laag teelaarde van 60 cm werd aangebracht ter hoogte van de moestuin, volkstuin of kippenren.

Meer uitleg over algemene adviezen vind je op de website <http://www.gezonduiteigengrond.be/>. Algemeen worden volgende maatregelen aangeraden bij verhoogde bodemconcentraties:

- Na het werken in de tuin, was je best je handen, ook omwille van algemene hygiëne.
- Eet niet meer dan één derde van de totale groenten uit je eigen tuin, tenzij propere teelaarde werd aangebracht.
- Groenten en fruit uit eigen tuin altijd goed wassen en/of schillen voor gebruik.
- Zorg voor variatie in soort groenten en afwisseling tussen groenten uit eigen tuin en winkel.
- Zorg voor een goede zuurtegraad (pH) door te bekalken en een goed organisch stofgehalte door te bemesten of compost toe te dienen.
- Vermijd om grond uit je tuin in huis te brengen en poets regelmatig met nat.

7 BIJLAGE A: GEWASONDERZOEK VIA PROEFVLAKKEN OF POTPROEVEN

Wanneer het niet mogelijk is om een veldonderzoek uit te werken op basis van 'bestaande' moestuinen, kan overwogen worden om 'ter plaatse' een aantal proefvlakken (met een oppervlakte van $\sim 1 \text{ m}^2$) aan te leggen of potproeven uit te voeren.

7.1 UITVOEREN VAN EEN VELDONDERZOEK VIA PROEFVLAKKEN

Het aantal proefvlakken en de geschikte locaties worden geselecteerd in functie van de bodemkwaliteit. Zoals ook bij selectie van de moestuinen voor een veldonderzoek werd gesteld, dienen ze een weerspiegeling te zijn van de bodemproblematiek in het gebied (i.e. vastgesteld bereik in bodemconcentraties).

Het voordeel van proefvlakken is dat in elk proefvlak 'dezelfde' 4 gewastypes conform de samenstelling van een 'standaard groentepakket' geteeld kunnen worden voor analyse (i.e. een blad-, wortel- en knolgewas en een 4^{de} groente zijnde een peul-, kool-, bol- of vruchtgewas, zie § 4.3.3).

Het nadeel van proefvlakken is het 'onderhoud' dat gepaard gaat met het telen van gewassen. Eens de gewassen gezaaid of geplant zijn, vergt het verzorgen van de gewassen tijdens het groeiproces de nodige aandacht en tijd. Bij bestaande moestuinen gebeurt dit door de tuinder zelf, maar bij proefvlakken dient hier iemand voor aangesteld te worden.

Daar het bepalen van het aantal bodemstalen, referentiestalen en het uitwerken van het gewasonderzoek identiek is aan een veldproef via bestaande moestuinen, wordt hiervoor verwezen naar hoofdstuk 4. Als referentiekader wordt een proefvlak aangelegd ter hoogte van een tuingrond die voldoet aan de richtwaarde (bv. in een tuin gelegen buiten de invloedzone).

7.2 UITVOEREN VAN POTPROEVEN

Enkel indien een veldonderzoek via bestaande moestuinen of proefvlakken niet mogelijk is, worden potproeven toegestaan. De omstandigheden bij potproeven zijn immers niet helemaal dezelfde als bij een veldproef waardoor de opname verschillend kan zijn (vaak hoger), maar in uitzonderlijke situaties kan voor deze aanpak gekozen worden (bv. wanneer in kader van een herontwikkeling moestuinen voorzien worden; potentieel scenario).

De potproef heeft als voordeel dat 'dezelfde' groenten geteeld en onderzocht worden conform de samenstelling van een 'standaard groentepakket'. Daar het telen van aardappelen in pot niet evident is, wordt deze groep niet meegenomen en worden 3 groenten meegenomen zijnde een blad- en wortelgewas en 3^{de} groente zijnde een peul-, kool-, bol- of vruchtgewas; zie § 4.3.3).

Zoals aangegeven in stap 4 kan in een gebied waar bijdrage door atmosferische depositie verwacht wordt, de bijdrage uitgefilterd worden via het uitvoeren van potproeven of kan men door een aangepast proefopzet (onkruiddoek) de bijdrage van bodem en atmosferische depositie in kaart proberen te brengen.

Tijdens een potproef zal de groei redelijk 'optimaal' verlopen in vergelijking met bestaande moestuinen en/of aangelegde proefvlakken omwille van de 'gecontroleerde' groeiomstandigheden. Doordat de groenten per gewastype op eenzelfde moment worden gezaaid of gepoot, heeft een potproef als voordeel dat het oogsttijdstip beter geschat kan worden en dat alle gewasstalen (per gewastype) op eenzelfde moment geoogst kunnen worden voor analyse. Anderzijds kunnen de optimale groeiomstandigheden een 'vertekend' beeld geven van de opname in vergelijking met de moestuinen/proefvlakken waarbij de groei weersafhankelijk is en de plant vatbaarder voor ziektes en plagen.

Bij potproeven dient de 'verontreinigde grond' afkomstig uit de potentiële moestuin(en) of volkstuinten aangevoerd te worden. Zoals ook bij de veldproef werd gesteld, dient de selectie van de tuingronden voor de potproeven een weerspiegeling te zijn van de bodemproblematiek in het gebied (i.e. vastgesteld bereik in bodemconcentraties).

Daar het bepalen van het aantal bodemstalen, referentiestalen en het uitwerken van het gewasonderzoek identiek is aan een veldproef via bestaande moestuinen, wordt hiervoor verwezen naar hoofdstuk 4. Als referentiekader bij een potproef wordt een tuingrond geselecteerd die voldoet aan de richtwaarde en buiten de invloedzone gelegen is.

8 BIJLAGE B: OVERDRACHT VAN STOFFEN VAN BODEM NAAR PLANTEN/EIEREN

In het kader van bodemonderzoeken wordt enkel rekening gehouden met 'totaalconcentraties'. Slechts een deel ervan is beschikbaar voor planten en/of dieren (bio beschikbaarheid). De huidige blootstellingsmodellen voor het uitvoeren van een humane risicoberekening berekenen aan de hand van bodemconcentraties en bioconcentratiefactoren¹³ of de consumptie van groenten uit eigen moestuin schadelijk is. Om de overdracht naar kippeneieren te berekenen wordt gebruikt gemaakt van biotransferfactoren.

In Vlaanderen wordt als blootstellingsmodel voor het uitvoeren van een humane risicoberekening voornamelijk het S-Risk model gehanteerd. De richtlijnen in deze code van goede praktijk en de risicobeoordeling in hoofdstuk 5.3 zijn dan ook uitgewerkt in functie van het S-Risk model.

Voor organische verbindingen wordt in het transfermodel rekening gehouden met de fractie van de contaminant aanwezig in het poriewater, de fractie die wordt opgenomen via de wortels en de fractie die in de plant naar de eetbare delen getransporteerd wordt. Ook bijdrage van atmosferische depositie en opspattende bodemdeeltjes kan aan de hand van het S-Risk model berekend worden.

Verschillende rapporten zoals het VITO-rapport '*Referentiewaarden voor bodemkwaliteit in particuliere tuinen*' (oktober 2014) als het RIVM-rapport (RIVM-report 2015-0172, Healthy Urban Gardening) geven aan dat deze processen zeer moeilijk te kwantificeren zijn.

¹³ Bioconcentratiefactor (BCF) is een waarde die voorspelt hoeveel van de verontreinigde stof de plant zal opnemen vanuit de bodem.

De empirische relaties tussen concentraties in bodem en plant (de BCF-waarden) hebben een beperkt bereik van toepassing. Ook is de variabiliteit in beschikbare transferfactoren groot omdat deze waarden door een groot aantal factoren (plant-, bodem-, klimaat gerelateerd) beïnvloed worden.

8.1 OVERDRACHT NAAR GROENTEN

In het VITO-document ‘*Referentiewaarden voor bodemkwaliteit in particuliere tuinen*’ (oktober 2014) wordt de overdracht van anorganische en organische stoffen van bodem naar planten toegelicht zoals opgenomen in het blootstellingsmodel S-Risk alsook de overdracht naar eieren. De elementen in deze studie - die relevant zijn voor het samenstellen van een standaard groentepakket in kader van deze code van goede praktijk - worden in de volgende paragrafen toegelicht.

De doelstelling van modelmatige berekeningen is om een hoge schatting te geven van de blootstelling om te vermijden dat probleemsituaties niet zouden geïdentificeerd worden. Met betrekking tot de blootstellingsweg ‘inname via groenten’ kan dit meegenomen worden via de transferfactoren, de consumptiecijfers en de veronderstelde fractie van de consumptie die uit eigen tuin (of het verontreinigde gebied) afkomstig is. Voor metalen zijn in S-Risk de BCF-factoren op gemiddelde waarden vastgelegd en dus niet altijd beschermend, terwijl de consumptiecijfers en de fractie uit eigen tuin eerder aan de hoge kant gekozen zijn.

Voor een moestuin in woonzone (niet landbouwzone) bedraagt deze fractie ongeveer 25 %. Deze fractie kan echter worden aangepast i.f.v. site specifieke kenmerken.

Voor de overdracht van *anorganische stoffen* vanuit de bodem naar planten vereist S-Risk dat bioconcentratiefactoren (BCF) ingegeven worden. Dat kan een vaste waarde zijn of een relatie van de BCF met bodemeigenschappen. De eenheid van de BCF is $(\text{mg/kg ds in de plant})/(\text{mg/kg ds in de bodem})$. De BCF's kunnen ingegeven worden op het niveau van groenten of van groentetypes.

Voor de overdracht van *organische verbindingen* vanuit de bodem naar planten zijn er twee mogelijkheden. Ofwel wordt een bioconcentratiefactor ingevoerd, met als eenheid “ $(\text{mg/kg ds in de plant})/(\text{mg/m}^3 \text{ in de bodemoplossing})$ ”, ofwel (cf. alle organische verbindingen) wordt een plantconcentratie berekend uitgaande van eigenschappen van de chemische stof (in essentie octanol-water verdeling en vluchtigheid) en de eigenschappen van de plant.

8.2 WELKE GROENTEGROEPEN DOMINEREN DE BLOOTSTELLING VOOR BENZO(A)PYREEN, CR, HG, PB EN NI?

Om deze vraag te beantwoorden werd in het VITO-document ‘*Referentiewaarden voor bodemkwaliteit in particuliere tuinen – aanvullende berekeningen* (april 2015)’ vertrokken van het scenario ‘wonen met moestuin waarbij een hoog aandeel groenten uit eigen tuin wordt geconsumeerd’. Hoog aandeel groenten komt overeen met 50 % aardappelen en 100 % groenten. De conclusies hebben betrekking op dit scenario, voor het scenario met beperkter aandeel groenten uit eigen tuin zullen de conclusies anders zijn omdat de percentages per groentegroep verschillen en lager liggen dan 100 %.

Er werd gekeken naar het belang van de groenten en groentegroepen op het niveau van concentraties en naar groentegroepen op het niveau van consumptie.

Gewassen kunnen op verschillende manieren verontreiniging afkomstig van de bodem opnemen.

- Voor metalen zijn de berekende concentraties het gevolg van opname vanuit de bodem en depositie van opgewaaide bodemdeeltjes bij bovengrondse groenten.
- Voor benzo(a)pyreen (organische verbinding) zijn volgende processen in rekening gebracht: opname vanuit de bodem in ondergrondse groenten, opname vanuit de bodem en transfer naar bovengrondse plantendelen met eventuele gasuitwisseling, depositie van opgewaaide bodemdeeltjes op bovengrondse groenten en afzetting van opspattende bodem op bladgroenten.

Als bodemconcentratie werd de referentiewaarde voor de doorgerekende stof genomen. De berekende referentiewaarden houden alleen rekening met contaminatie afkomstig uit de bodem, hetzij door rechtstreekse hetzij door onrechtstreekse opname. Om een zicht te krijgen op onzekerheden in het berekende belang van de groenten/groentegroepen in de inname werd een vergelijking gemaakt met literatuurgegevens (op niveau van concentraties in groenten). Vergelijking op niveau van inname impliceert een bijkomende onzekerheid, namelijk die van het voedselpakket. Deze onzekerheid werd niet meegenomen.

Voor benzo(a)pyreen zijn bladgewassen de dominante groep in de inname en in de concentraties. Los van absolute cijfers wordt dit bevestigd door de literatuurgegevens voor concentraties (hoewel kolen hier ook tot de groenten met hogere concentraties horen). De oorzaak van de hogere concentraties in bladgewassen ligt voor een deel bij de afzetting van atmosferische deeltjes en opspattende bodemdeeltjes.

Voor chromium (III) zijn aardappelen het belangrijkste bij de inname en de concentraties in de S-Risk berekeningen. Voor chromium (III) zijn de BCF-factoren in S-Risk gebaseerd op *beperkte informatie*. De snelle raadpleging van de literatuur geeft maar beperkte informatie over het belang van de verschillende groenten op niveau van concentraties (bij verontreiniging of aanrijking). Uit de ene studie met aanrijking aan chromium (III) zouden kolen, wortelen en sla verhoudingsgewijs de hoogste concentraties vertonen. Over de opname van chromium (VI) door planten is er weinig informatie. Het opnamemechanisme zou verschillend zijn van dat van chromium (III). De correctheid van de berekeningen voor chromium (VI) kon niet nagegaan worden.

Voor anorganisch kwik zijn de BCF-factoren gebaseerd op *beperkte informatie*. Desondanks zijn de bekomen resultaten op niveau van concentraties niet in tegenspraak met wat in de snelle literatuurscreening gevonden werd. Voor methyلكwik en elementair kwik worden in S-Risk dezelfde BCF-factoren gebruikt als voor anorganisch kwik. Opname van methyلكwik en totaal kwik lijkt vooral afhankelijk van concentraties in de lucht, een duidelijke relatie met de concentratie in de bodem werd niet gevonden tijdens de snelle raadpleging van de literatuur. Voor elementair kwik hebben we in de literatuur geen informatie gevonden. De toepasbaarheid voor elementair kwik is dus onbekend.

Voor nikkel zijn vooral aardappelen en peulgewassen de belangrijkste groentegroepen in de berekende inname met S-Risk, wat vooral het gevolg is van de hoge consumptie. Peulgewassen hebben de hoogst berekende concentraties. Er is slechts een vergelijking met 1 studie uitgevoerd op niveau van concentraties, die deze verhoudingen niet bevestigt. Anderzijds zijn de gebruikte BCF-factoren (hoewel afgeleid op basis van studies in 'schone' grond en daarom gecorrigeerd met een vaste factor) voor aangereikte grond in lijn met in andere onderzoeken afgeleide BCF-factoren. Ze liggen soms een factor 10 lager dan de hoogst gerapporteerde BCF's.

Voor lood domineren bladgewassen de inname, hoewel de bijdrage van wortel- en knolgewassen, aardappelen, bolgewassen en peulvruchten ook betekenisvol is. In S-Risk worden de hoogste concentraties berekend in bladgewassen, gevolgd door wortelgroenten. Literatuurgegevens bevestigen dit, hoewel twee studies hogere concentraties geven in wortelgroenten dan in sla (en kool soms ook belangrijk blijkt).

Uit bovenstaande VITO-studies blijkt dat volgens de S-Risk berekeningen aardappelen en bladgewassen vaak de belangrijkste groentegroepen zijn in de inname. Vergelijking van concentraties en BCF's met literatuurgegevens via een snelle screening geeft aan dat er vrij grote onzekerheden kleven aan de schattingen. Dit is zowel het gevolg van beperkte gegevens als van variatie in de gegevens.

Deze conclusie is ook terug te vinden in andere documenten¹⁴ waarin wordt gesteld dat in verontreinigde bodem het telen van:

- vruchtgroenten zoals tomaten, paprika, komkommer, pompoen, appel, peer, bessen, erwten, ... het meest geschikt zou zijn (minst gevoelig).
- wortel- en knolgewassen zoals aardappel, wortel, raap, ui, biet, ... vaak het minst geschikt zou zijn daar de gewassen in rechtstreeks contact staan met de verontreinigde bodem.
- blad- en koolgewassen zoals sla, spinazie, kolen, boontjes, selder, ... kan, mits ze grondig gewassen worden voor consumptie om stofdeeltjes en opspattende bodemdeeltjes te verwijderen.

Het meten van concentraties in groenten wordt belemmerd door een grote ruimtelijke variabiliteit en bovendien neemt elke plant stoffen op een verschillende wijze op uit de bodem en legt deze op een andere manier vast in zijn vruchten en/of eetbare delen. Daarom worden in blootstellingsmodellen groenten van verschillende gewastypes (bol-, wortel-, knol-, blad-, kool-, vrucht-, peul- en stengelgewassen) meegenomen.

8.3 OVERDRACHT NAAR EIEN

Om de overdracht naar kippeneieren te berekenen wordt gebruikt gemaakt van twee biotransferfactoren (BTF), één voor de overdracht vanuit bodem naar ei en één voor de overdracht vanuit voeder naar ei. De eenheid van de biotransferfactor is (mg/kg ei)/(mg/d).

In tegenstelling tot de berekening van de overdracht naar andere dierlijke producten zoals vlees en melk, laat S-Risk niet toe de biotransferfactor naar ei te berekenen op basis van eigenschappen van de chemische stof, ook niet voor organische verbindingen.

Momenteel zijn in S-Risk maar voor een beperkt aantal zware metalen BTF-factoren voor eieren opgenomen. Daar deze BTF-factoren onvoldoende onderbouwd zijn en voor andere parameters BTF-waarden ontbreken, is er momenteel geen goede berekening mogelijk. Alvorens S-Risk berekeningen uit te voeren om de blootstelling via eieren te verifiëren, wordt aangeraden om contact op te nemen met OVAM voor bijkomend advies rond de te hanteren BTF-waarden.

¹⁴ EPA-document CLU-IN website - 'reusing potentially contaminated landscapes: Growing Gardens in Urban Soils', Minimizing risks of soil contaminants in urban gardens (NCSU, soil facts), ...

Recente studies [Van Overmeire et al., 2006, Cornelis et al., 2011, Colles et al., 2014] hebben aangetoond dat de gehalten van een aantal persistente organische verbindingen in eieren van kippen met vrije uitloop gehouden door particulieren, beduidend hoger kunnen liggen dan de gehalten aangetroffen in commerciële eieren. Het betreft hier vooral de dioxines (PCDD/F) en dioxineachtige PCB's, de merker-PCB's en het persistente organochloorpesticide DDT (en metaboliet DDE).

De wettelijke normen voor dioxines, PCB's en DDT in eieren¹⁵ zijn enkel van toepassing op commerciële eieren en kunnen niet worden toegepast op kippeneieren van particulieren.

Het Vlaams Instituut voor Gezondheidspromotie en Ziektepreventie (VIGeZ) bundelt adviezen rond gezonde voeding en lichaamsbeweging in de Actieve Voedingsdriehoek. Voor de consumptie van eieren zijn de aanbevelingen gebaseerd op de beperking van de inname van cholesterol. De leeftijdsgebonden aanbevolen consumptie-hoeveelheden (ei als dusdanig en verwerkt in eigen bereidingen of in aangekochte voeding) zijn als volgt:

- Volwassenen en kinderen vanaf 12 jaar: 3 eieren/week.
- Kinderen 6 – 11 jaar: 2 eieren/week.
- Kinderen jonger dan 6 jaar: 1 ei/week.

De consumptie van commerciële eieren levert maar een klein percentage van de totale inname via voeding van de vermelde stoffen. Bij de consumptie van eieren van particulier gehouden kippen stijgt de inname van dioxines, PCB's en DDT/DDE en kan een belangrijke fractie van de gezondheidkundige toetsingswaarde invullen. In de studie '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' (VITO, april 2014) werden referentiewaarden voor eieren uitgewerkt.

De referentiewaarden in eieren, uitgaande van een vooropgestelde leeftijdsafhankelijke eiconsumptie, werden voor 4 scenario's van eiconsumptie afgeleid (volgens de aanbevolen hoeveelheden van de actieve voedingsdriehoek, volgens 2 maal, volgens 2/3 en volgens 1/3 van deze aanbevolen hoeveelheden, rekening houdend met gemiddelde consumptie van commerciële voeding en 80% invulling van de toetsingswaarden als veiligheidsmarge). Op deze manier bieden de afgeleide referentieconcentraties (Tabel 10) ook bescherming voor mensen die een hogere achtergrondblootstelling kennen door meer consumptie van vette kazen, vette vis en vlees, groenten uit eigen tuin of via contact met bodemdeeltjes.

Een vergelijking van de gemeten concentraties in de kippeneieren met deze referentieconcentraties geeft een indicatie van het aantal te consumeren eieren van eigen kippen.

¹⁵ VERORDENING (EG) Nr. 1259/2011 VAN DE COMMISSIE van 2 december 2011 tot wijziging van Verordening (EG) Nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten voor dioxinen, dioxineachtige pcb's en niet dioxineachtige pcb's in levensmiddelen.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1259>

| Ei consumptie | PCDD/F + dl-PCB (pg WHO-1998/g vet) | Merker-PCB (ng/g vet) | DDT + DDEa) (ng/g vet) | DDTb) (ng/g vet) |
|-----------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|
| Scenario 0 (S0) | 7,72 | 64 | | |
| Scenario 1 (S1) | 15 | 128 | 5201 | 287 |
| Scenario 2 (S2) | 23 | 192 | 7800 | 430 |
| Scenario 3 (S3) | 46 | 383 | 15600 | 863 |

- S0 (2 x actieve voedingsdriehoek): 6 ei/w (volw.), 4 ei/w (kind 6 – 11 j.) en 2 ei/w (kind < 6 j.)
S1 (1x actieve voedingsdriehoek): 3 ei/w (volw.), 2 ei/w (kind 6 – 11 j.) en 1 ei/w (kind < 6 j.)
S2 (2/3 actieve voedingsdriehoek): 2 ei/w (volw.), 1 ei/w (kind 6 – 11 j.) en 1 ei/14 d (kind < 6 j.)
S3 (1/3 actieve voedingsdriehoek): 1 ei/w (volw.), 1 ei/14 d (kind 6 – 11 j.) en 1 ei/maand (kind < 6 j.)
a): verwaarloosbaar risico op kanker voor DDT en DDE, risico's opgeteld
b): dosis bij extra levenslang kankerrisico van 1/10⁶

Tabel 10: Concentratie in eieren bij vooropgestelde eiconsumptie en 80 % invulling van de TDI door lokale eieren en commerciële voeding.

9 BIJLAGE C: BEMONSTERINGSWIJZE BODEM

Via de website 'http://www.gezonditeigengrond.be/' werd volgende informatie 'gedownload'.

| Stap | Concrete acties |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Staalname door de tuinier | <ul style="list-style-type: none"> • Neem drie stalen op drie locaties verspreid over de volledige moestuin of drie stalen op drie locaties verspreid over de volledige kippenren. Indien je zowel kippenren als moestuin laat analyseren heb je dus twee keer drie stalen nodig. • De drie stalen neem je door telkens met een handschepje/spade de bovenste 20 cm van je moestuingrond van de drie locaties te verzamelen. Voor de kippenren neem je de bovenste 10 cm van de niet begroeide grond, ook van drie locaties in de ren. • Meng de grond van de drie stalen van de moestuin (of de drie stalen van de kippenren) in een emmer tot één mengstaal. • Vul een staalnamepotje door het in de hoop ontgraven grond in de emmer te duwen. Raak het staal niet aan met handen of vuile handschoenen. • Je krijgt dus 1 met grond gevuld potje per locatie (moestuin of kippenren). Als je beide locaties laat onderzoeken, vul je voor elke locatie een potje  |
| 2. Stalen benoemen en aanvraagformulier invullen | <ul style="list-style-type: none"> • Schrijf op elk van de staalnamepotjes waar het staal genomen werd (moestuin of kippenren) en schrijf de datum op het potje. • Vul het aanvraagformulier in |
| 3. Opslag stalen | <ul style="list-style-type: none"> • Bewaar de genomen stalen in de ijskast en stuur deze, samen met het aanvraagformulier zo snel mogelijk (binnen de 48u) op naar het laboratorium van uw keuze. |
| 4. Vervolg | <ul style="list-style-type: none"> • Binnen 3 weken na ontvangst u het resultaat per brief of email. • Geef de resultaten in op www.gezonditeigengrond.be en krijg een advies op maat. |

10 BIJLAGE D: VERVUILENDE STOFFEN M.B.T. MOESTUIN OF KIPPENREN

Als mensen een moestuin of volkstuin aanleggen, gaat de aandacht in eerste instantie vooral naar teelttechnische aspecten: de ligging van de tuin, de bodemvruchtbaarheid, de rassenkeuze ... Tegelijk maakt men zich soms zorgen over mogelijke gezondheidsrisico's door lokale milieuverontreiniging. In deze bijlage wordt dieper ingegaan op die bezorgdheid, nl. Over welke stoffen gaat het? In **deel 1** van deze bijlage worden de verschillende groepen van vervuilende stoffen en hun potentiële impact op de gezondheid via de consumptie van groenten uit eigen tuin beknopt beschreven. Wie gezond wil telen, houdt best rekening met een aantal vereisten. Hiervoor wordt verwezen naar de website <http://www.gezonduiteigengrond.be>.

Heel wat mensen houden kippen in hun tuin. Kippen zijn ideaal voor het verwerken van keuken- en tuinafval. In ruil bezorgen ze je een vers eitje en lekker vlees. Wie gezond kippen wil houden, moet rekening houden met een aantal vereisten. Hiervoor wordt verwezen naar de website <http://www.gezonduiteigengrond.be>. Door de vrije uitloop die particuliere kippen hebben, bestaat er een verhoogde kans op aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de eieren. Niet elke verontreinigende stof wordt in dezelfde mate opgenomen door de kip en overgedragen naar de eieren. In **deel 2** wordt toegelicht welke stoffen een probleem kunnen zijn en welke maatregelen je kunt nemen om de impact van die stoffen te vermijden of in te perken. De maatregelen vereisen geen dure investeringen. Ze zijn wel van belang voor het zorgeloos verorberen van je verse 'oogst' kakelverse eieren.

10.1 DEEL 1 – VERVUILENDE STOFFEN M.B.T. DE MOESTUIN

Hieronder beschrijven we beknopt de verschillende groepen van vervuilende stoffen en hun potentiële impact op de gezondheid via de consumptie van groenten uit eigen tuin.

10.1.1 Zware metalen

Zware metalen zijn relevante stoffen voor de opname door groenten. De meeste aandacht gaat hierbij naar cadmium en in mindere mate lood.

Bij een standaardanalyse naar zware metalen worden acht verschillende zware metalen bepaald (arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink). Op basis van de eigenschappen van die stoffen kan een inschatting gemaakt worden van hun relevantie voor de gezondheid bij het telen van groenten in Vlaanderen. Tabel 11 geeft een summier overzicht, gebaseerd op de OVAM-studie naar referentiewaarden voor zelfgeteelde voeding¹⁶.

Emissies van zware metalen naar het milieu kunnen ontstaan tijdens het productieproces (bijproducten), het gebruik of in het afvalstadium van metaalhoudende producten. Bijlage E geeft een uitgebreide omschrijving van de verschillende bronnen van zware metalen.

In een aantal regio's in Vlaanderen, bijvoorbeeld de Noorderkempen of Hoboken, is er een gekende problematiek van verontreiniging door zware metalen.

¹⁶ Cornelis et al. (2014). Referentiewaarden lokale voeding. 2014/MRG/R80, VITO.

| Naam metaal | Relevantie |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arseen | Relevant bij hogere bodemconcentraties, is vooral toxisch via inademing (opwaaiend stof) |
| Cadmium | Sterke relevantie naar opname door planten, verhoogde concentraties in een aantal regio's in Vlaanderen |
| Chroom | Beperkte relevantie wegens beperkte opname en lage toxiciteit van driewaardig chroom. Indien zeswaardig chroom voorkomt is vooral inademing van belang |
| Kwik | Verhoogde concentraties zijn over het algemeen beperkt. Enkele zones in Vlaanderen hebben verhoogde concentraties als gevolg van historische industriële activiteiten, opname door planten is dan relevant |
| Lood | Komt algemeen verhoogd voor in gebieden met bebouwing en verkeer. Enkele zones in Vlaanderen hebben verhoogde concentraties. Vooral aandacht besteden aan hand-mondgedrag (kinderen) en afzetting op groenten, opname vanuit de bodem is beperkt |
| Nikkel | Alleen relevant bij sterk verhoogde concentraties |
| Koper en zink | Vooraf relevant voor planten; koper en zink zijn weinig humaan toxisch. Oppassen met koperen waterleidingen en regenwater van zinken daken |

Tabel 11: Relevantie zware metalen voor de gezondheid (moestuin).

10.1.2 Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Polyaromatische koolwaterstoffen worden door groenten niet sterk opgenomen uit de bodem. Ze komen wel vanuit de lucht op de bovengrondse delen van groenten terecht. In gebieden met veel verkeer en een hoge bewoningsdichtheid kan een analyse naar PAK's worden uitgevoerd.

De hoogste PAK-gehalten worden aangetroffen in de bodem van fabrieksterreinen van vroegere gas- en cokesfabrieken. In cokesfabrieken werden PAK's afgescheiden in de steenkoolteer. Die werd verder verwerkt tot pek, asfalt, creosoten voor houtbehandeling en residuele oliën zoals antraceenolie. Ter hoogte van voormalige cokesfabrieken werden vroeger ook grote hoeveelheden PAK's in de lucht uitgestoten. Bij petroleumdestillatie komen de natuurlijk gevormde PAK's overwegend in de zwaardere fracties terecht, zoals bitumen en pitch. De lichtere fracties, zoals naftaleen, vinden we in diesel en gasolie.

Vandaag zijn de belangrijkste bronnen van PAK's de verwarming van gebouwen en het (onvolledig) verbranden van afval in openlucht. Ook wegverkeer kan zowel regionaal als lokaal tot verhoogde gehalten leiden, voornamelijk op plaatsen met veel en druk verkeer.

In een aantal gemeenten in België, bijvoorbeeld Zelzate, is er een gekende problematiek van PAK's.

10.1.3 Dioxines en pcb's

Dioxines en pcb's worden door groenten maar weinig opgenomen uit de bodem. Uitzondering hierop zijn een aantal groenten van de komkommerfamilie (*Cucurbitaceae*) (courgette, pompoen, komkommer, meloen ...) die deze stoffen makkelijker uit de bodem opnemen. Niettemin verwachten we geen problemen, ook niet voor deze groenten, in gebieden zonder een specifieke vervuilingbron.

‘Dioxine’ is een verzamelnaam voor een grote groep chloorhoudende verbindingen. Elke vorm van verbranding (in afvalverbrandingsovens, vuurtjes in de tuin, verkeer, verwarmingsinstallaties van gebouwen, industriële activiteiten zoals schrootverwerkende bedrijven ...) produceert dioxines, die in de lucht en op de grond terechtkomen. Ook sigaren- en sigarettenrook bevat dioxines. Je vindt ze op heel veel plaatsen. Ook pcb’s komen via de uitstoot van verbrandingsinstallaties in het milieu terecht. Daarnaast werden pcb’s vroeger - tot 1986 - ook gebruikt bij de productie van heel wat industriële producten (bijvoorbeeld transformatoren, smeermiddelen, koelvloeistoffen) en consumentenproducten (bijvoorbeeld verf, inkt, weekmakers en isolatiemateriaal).

Via stofdeeltjes in de lucht vallen dioxines en pcb’s overal neer. Ook op de groenten in je tuin. Zolang die depositie uit de lucht onder de door de VMM gehanteerde drempelwaarden blijft, verwachten we geen problemen (zie VMM-website voor gegevens over depositie, www.vmm.be/lucht).

In een aantal gemeenten in België, bijvoorbeeld Menen, is er een gekende problematiek van verhoogde uitstoot van dioxines en pcb’s.

10.1.4 Pesticiden

Voorals persistente, niet meer toegelaten pesticiden zoals DDT kunnen voor problemen zorgen. De contaminatie van oppervlakte- en grondwater vormt het grootste risico voor nadelige effecten. Eens pesticiden daarin zijn terechtgekomen, kunnen ze zich wijd verspreiden via stromen, rivieren, meren en oceanen.

Pesticiden stapelen vooral op in eieren, hun opname in groenten is veel beperkter. Uitzondering daarop zijn een aantal groenten van de komkommerfamilie (*Cucurbitaceae*) (courgette, pompoen, komkommer, meloen ...) die deze stoffen makkelijker uit de bodem opnemen. Pesticiden op basis van de actieve stof endosulfan worden makkelijker opgenomen, maar door de beperkte toxiciteit voor mensen is de relevantie van deze verbinding naar lokale voeding niet zo groot. Daarom zijn er geen problemen te verwachten in gebieden zonder een specifieke vervuilingbron, ook niet voor de groenten uit de komkommerfamilie.

10.1.5 Minerale olie

De term ‘minerale olie’ is een verzamelnaam voor een aantal producten die bestaan uit verschillende destillatiefracties van aardolie: benzine, diesel, kerosine, jet fuel, motorolie, huisbrandolie, wasbenzine, white spirit, terpentijn, thinner ... De chemische samenstelling van minerale olie kan sterk variëren: ruwe petroleum bestaat uit honderden verschillende koolwaterstofcomponenten, commerciële olieproducten worden samengesteld uit specifieke koolwaterstofgroepen en additieven.

In de bodem vinden we minerale olie vooral ter hoogte van [tankstations](#) (lekkende brandstoftanks), garages, industrieterreinen (opslag tanks), olieraffinaderijen, bereiding van agrochemicaliën (atrazin, bentazon), landbouwactiviteiten, parkeerplaatsen voor vrachtwagens en bij particulieren (lekkende stookolietanks). Deze stoffen worden door groenten maar weinig opgenomen uit de bodem. In geval van olieverontreiniging zal er lokaal meestal een sterke geur van vluchtige minerale olie aanwezig zijn.

10.2 DEEL 2 – VERVUILENDE STOFFEN M.B.T. DE KIPPENREN

Pcb's, dioxines en sommige pesticiden zijn vervuilende stoffen die een impact kunnen hebben op onze gezondheid via de consumptie van eieren. Hier gaan we dieper op in. Zware metalen, polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's) en minerale oliën zijn weinig relevant wat betreft de overdracht naar eieren en komen niet aan bod.

10.2.1 Dioxines en pcb's

De voorbije jaren is er heel wat onderzoek verricht naar het gehalte van dioxines en pcb's in eieren. In België wordt de problematiek sinds 2002 opgevolgd. Toen werden stalen genomen in eieren uit legbatterijen (de voorlopers van de huidige kooisystemen), eieren van scharrelkippen, eieren van kippen met vrije uitloop en eieren bij particulieren. De gehalten aan dioxines in eieren van particulieren overtroffen de gehalten die gevonden werden in eieren van kippen uit professionele gesloten (legbatterijen) en open (vrije uitloop) bedrijven. Er was daarbij geen verschil tussen bedrijven met een biologische of een gangbare productie¹⁷.

'Dioxine' is een verzamelnaam voor een grote groep chloorhoudende verbindingen. Elke verbranding (afvalverbrandingsovens, vuurtjes in de tuin, verkeer, verwarmingsinstallaties van gebouwen, industriële activiteiten zoals schrootverwerkende bedrijven ...) produceert dioxines, die in de lucht en op de grond terecht komen. Ook sigaren- en sigarettenrook bevat dioxines. Je vindt ze op heel veel plaatsen.

Ook pcb's komen via de uitstoot van verbrandingsinstallaties in het milieu terecht. Daarnaast werden pcb's tot 1986 ook gebruikt bij de productie van heel wat industriële producten (zoals transformatoren, smeermiddelen, koelvloeistoffen) en gekende consumentenproducten (zoals verf, inkt, weekmakers, isolatiemateriaal). Via stofdeeltjes in de lucht vallen dioxines en pcb's overal neer. Ook op de bodem in je kippenren. De kippen scharrelen rond, pikken grond, gras en regenwormen op en krijgen zo deze stoffen binnen.

Dioxines en pcb's zijn uiterst persistent tegen chemische en biologische afbraak en stapelen zich op in vetrijk lichaamssweefsel. Daarom vind je ze vooral terug in vette, dierlijke voedingsmiddelen: vette vis (zalm, makreel ...) en vetten in melk, boter, kaas en eieren. De accumulatie in eieren zorgt ervoor dat heel wat dioxines en pcb's via dit voedingsmiddel in het menselijk lichaam kunnen terecht komen. Voor de mens is de voeding veruit de belangrijkste bron van dioxinebesmetting: meer dan 90% spelen we samen met onze maaltijden naar binnen. De overige 10% wordt ingeademd of via de huid opgenomen.

Waarom vertonen kippen die buiten lopen hogere waarden aan dioxines en pcb's dan kippen die binnen blijven? De oorzaken zijn soms duidelijk vast te stellen, soms ook niet. Er kunnen verschillende vervuilingbronnen zijn die bijdragen aan de vastgestelde resultaten:

- Door de diffuse vervuiling met dioxines en pcb's lijkt het erop dat op sommige plaatsen in België de bodem zo vervuild is dat je daar nog moeilijk kippen kunt houden in openlucht. Het gevaar voor een hoge inname van deze stoffen is te groot. Kippen scharrelen en pikken immers op de grond. Dioxines en pcb's in de bodem en in organismen die in de bodem leven, zoals regenwormen, kunnen zich dan via de kip in de eieren concentreren.

¹⁷ Advies Wetenschappelijk Comité FAVV 2002/35 – Aanwezigheid van dioxine in eieren van scharrelkippen bij particulieren - www.favv-afscab.be/home/com-sci/doc/avis02/advies35.pdf

- Kippen bij particulieren hebben meestal een ruime ren in openlucht en dus veel grond om in te pikken. Daardoor bestaat de kans dat die kippen in verhouding meer dioxines en pcb's opnemen dan kippen die minder buiten rondscharrelen.
- De Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) meldt dat 53% van de dioxines in Vlaanderen afkomstig zijn van vuurtjes in openlucht of in stooktonnen bij particulieren¹⁸. Vooral bij de verbranding van plastic en behandeld of geveerd hout komen dioxines vrij. Als zulke zaken verbrand worden in (de buurt van) de kippenren en de kippen nadien lustig scharrelen en pikken in de verbrande resten, nemen ze hoge hoeveelheden dioxines op. Ook uit de rook van zulke vuurtjes vallen dioxines en pcb's in je kippenren.
- De voeding van de kippen speelt ook een rol. Oud frituurvet en vet uit de pan horen niet thuis in de voederbak van je kippen. Zulke opgebruikte oliën en vetten kunnen hoge gehalten aan dioxines en pcb's bevatten.

10.2.2 Pesticiden

Hier gaat de aandacht vooral naar residu's van persistente, niet meer toegestane pesticiden zoals DDT. Als je kippenren vroeger als landbouwgrond werd gebruikt, kunnen zulke stoffen voor besmetting zorgen. Ook het gebruik voor de bestrijding van ongedierte in oude stallen of hokken kan op die plaats aanleiding geven tot een hoger gehalte. Hoewel de landbouw een belangrijk aandeel heeft in de uitstoot van pesticiden, gebruiken ook huishoudens, industrie en overheid aanzienlijke hoeveelheden van deze persistente stoffen.

De contaminatie van oppervlakte- en grondwater vormt het grootste risico voor de nadelige effecten van pesticiden. Eens ze daarin terechtkomen, kunnen ze zich wijd verspreiden via stromen, rivieren, meren en oceanen. Algemeen worden twee soorten bronnen onderscheiden: punt- of semi-puntbronnen en diffuse bronnen (Tabel 12). Een punt of semi-puntbron is een gelokaliseerde bron waar gewasbeschermingsmiddelen in het milieu terechtkomen en dit slechts op een beperkt aantal locaties.

¹⁸ Afvalverbranding door particulieren, OVAM, www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/2059

| Diffuse bronnen | Punt- en semi-puntbronnen |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Spuittoepassingen en <u>drift</u> | Vullen en mengen van gewasbeschermingsmiddelen tanks |
| Bodem/sediment <u>accumulatie</u> , opname door gewassen, planten en niet-doelwitorganismen | <u>Lekken</u> , verspillingen |
| <u>Verdamping en depositie</u> | Gebrekkig <u>materiaal</u> |
| Gecontamineerde mest en <u>afval</u> | <u>Reiniging</u> van tanks en afvalverwerking |
| <u>Afspoeling</u> van de bodem en transport via sediment | <u>Afspoeling</u> van behandelde oppervlakten en dieren |
| <u>Uitloging</u> (bodem, behandelde oppervlakten en dieren) | Directe contaminatie door <u>overbehandeling</u> |
| <u>Deposities</u> vanuit rivieren aan mondingen en in het zeewater, depositie vanuit het grondwater | Moedwillige en onvrijwillige lozingen, <u>incidenten</u> (brand, vandalisme) |
| | <u>Dumpen</u> van containers en recipiënten |
| | <u>Lozen</u> van overtollige spuitresten |

Bron: Environment Agency (UK), www.environment-agency.gov.uk

Tabel 12: Bronnen van milieuverontreiniging door pesticiden.

In de meeste gevallen worden in eieren van eigen kweek verhoogde gehalten van persistente pesticiden vastgesteld. Toch worden de gezondheidscriteria voor de aanbevolen consumptie van eieren meestal niet overschreden. Daarom geven we hier geen concrete maatregelen voor particuliere kippenhouders met betrekking tot de impact van persistente pesticiden.

11 BIJLAGE E: RELEVANTE PARAMETERS EN HUN VERONTREINIGINGSBRONNEN

11.1 ZWARE METALEN

Emissies van zware metalen in het milieu kunnen ontstaan tijdens het productieproces (bijproducten), het gebruik of in het afvalstadium van metaalhoudende producten. Zware metalen werden en worden op grote schaal gebruikt voor allerlei doeleinden:

- bouwmaterialen (zink, lood, koper);
- oppervlaktebescherming van staal (verzinken, verchromen, vernikkelen);
- batterijen (loodaccu's, zink, cadmium, nikkel, kwik);
- pigmenten (lood, zink, cadmium ...);
- katalysatoren (onder meer nikkel, kobalt, molybdeen en vanadium);
- houtverduurzaming (arseen, koper, chroom, vroeger ook kwik);
- antifouling (koper, tin);
- gewasbescherming (arseen, kwik, koper);
- stabilisatoren in pvc (onder meer lood).

De laatste decennia zijn veel toepassingen van de meer toxische metalen beëindigd of sterk teruggedrongen:

- inzamelsysteem voor batterijen en wit-, bruin- en grijsgoed (huishoudelijke toestellen, geluids- en beeldelektronica en ICT-apparaten);
- geen lood meer als antiklop middel in benzine;
- beperking van het gebruik van cadmium en kwik in batterijen;
- vervanging van pigmenten (loodmenie wordt bijvoorbeeld niet meer gebruikt);
- verbod op gebruik van arseen bij houtverduurzaming;
- verbod op gebruik van kwik en arseen in gewasbeschermingsmiddelen.

De eisen voor lozingen van afvalwater en emissies van rookgassen zijn veel stringenter geworden, productieprocessen zijn aangepast en producten verbeterd. Op de diffuse bronnen (emissies van het verkeer en corrosie van bouwmetalen) heeft men minder grip.

11.1.1 Historische activiteiten

Zware metalen worden al lange tijd door de mens gebruikt. Daardoor kunnen ook locaties waar in een verleden een spiegelmakerij, een viltfabriek of een pottenbakkerij gevestigd was, ernstig vervuild zijn met kwik of andere zware metalen. Uiteraard geldt dat ook voor locaties waar non-ferrometalen werden geproduceerd of verwerkt.

11.1.2 Primaire productie van non-ferrometalen

De primaire productie van non-ferrometalen was in het verleden heel vervuilend. Hierbij werden smeltprocessen toegepast en grote hoeveelheden metalen via rookgassen uitgestoten. Die metalen zijn neergeslagen in het gebied rond de fabrieken. In de Nederlandse en Belgische Kempen is op die manier de toplaag van een zeer groot gebied vervuild geraakt met zink en cadmium. Behalve de atmosferische emissie werd ook op grote schaal ongezuiverd afvalwater geloosd en werden reststoffen in de vorm van assen geproduceerd. Het afvalwater loosde men vaak in beken, wat resulteerde in de verontreiniging van de beekdalen (waterbodembodem en overstromingsgebieden). De assen zijn gebruikt om terreinen op te hogen, wegen te verharderen en dergelijke meer. Door de sterke uitloging is de bodem onder die assen verontreinigd geraakt. De metalen komen na verloop van tijd in het grondwater terecht en kunnen opkwellen in de beekdalen, waar herverontreiniging van het watersysteem optreedt. Behalve de bedrijfsterreinen zelf is dus ook de omgeving van metallurgische bedrijven op grote schaal verontreinigd.

11.1.3 Bewerking van metalen

Metalen voorwerpen worden vaak voorzien van een beschermend oppervlak. Dat gebeurt elektrochemisch (galvaniseren) of op thermische wijze (vooral toegepast bij verzinken). Bij die processen wordt gewerkt met sterk zure of basische baden. In het verleden werden afgewerkte baden soms direct in de bodem geloosd. Ook lekken in baden of rioleringen en andere calamiteiten resulteerden in verontreiniging van de bodem en het grondwater. Bij de mechanische bewerking van metalen voorwerpen, zoals slijpen, boren, verspanen en polijsten, komen fijne metaaldeeltjes vrij. Die deeltjes kunnen als verontreiniging aanwezig zijn. Afhankelijk van de eigenschappen van de metalen zijn ze stabiel of treedt langzaam oxidatie op. In het laatste geval kan ook het grondwater verontreinigd raken.

11.1.4 Houtverduurzaming

Houtverduurzaming vond in het verleden plaats op terreinen zonder bodembeschermende voorzieningen. Uitlekken van het behandelde hout resulteerde op zulke plekken vaak in bodemverontreiniging. Ook lekken of andere problemen met de conserveermiddelen zorgden voor vervuiling.

11.1.5 Storten van afvalstoffen/toepassen van vervuilde secundaire grondstoffen

Afvalstoffen bevatten vaak zware metalen. Verontreiniging kan optreden door vermenging van afval met de bodem en emissies van percolatiewater naar het grondwater. Percolatiewater bevat vaak hoge concentraties aan zouten en opgeloste organische stof (DOC), wat de oplosbaarheid van metalen vergroot. Het gebruik van vervuilde secundaire grondstoffen, zoals de eerder genoemde zinkassen, kan eveneens in verontreiniging van de bodem met zware metalen resulteren.

11.1.6 Gebruik van meststoffen

In het verleden werden huishoudelijk afval (al dan niet gecomposteerd) en zuiveringslib op grote schaal gebruikt als meststof. Die afvalstoffen bevatten verhoogde gehalten van diverse metalen. Ook dierlijke mest (zink, koper) en kunstmest (cadmium) bevatten zware metalen. Afhankelijk van het cumulatieve gebruik van meststoffen kan de bouwvoor verhoogde gehalten aan zware metalen bevatten.

11.1.7 Schietoefeningen

Op schietbanen worden verhoogde gehalten aan lood, antimoon (legeringselement van lood) en soms ook koper aangetroffen. Metallisch lood wordt relatief gemakkelijk geoxideerd en omgezet in oxiden en vervolgens in zouten. Afhankelijk van de condities in de bodem lossen die verbindingen op en worden ook in het grondwater verhoogde concentraties aan lood en antimoon aangetroffen.

11.1.8 Lozingen van afvalwater

In het verleden werd op grote schaal ongezuiverd afvalwater geloosd in beken en rivieren. De metalen binden zich vooral aan de slibdeeltjes. Op die manier zijn grootschalige verontreinigingen ontstaan van waterbodems en in overstromingsgebieden, maar ook in polders die zijn opgehoogd met vervuild havenslib.

11.1.9 Corrosie van metalen

Onedele metalen zoals zink, lood en koper worden onder atmosferische omstandigheden langzaam geoxideerd. Naast een diffuse belasting kan dit zeer lokaal ook in sterk verhoogde metaalgehalten in de bodem resulteren (bijvoorbeeld in de grond onder een kas of vangrail).

11.1.10 Diffuse verontreinigingsbronnen van metalen

- emissies van het verkeer door slijtage van remvoeringen, banden, maar ook emissies via de uitlaatgassen. Was vroeger het loodgehalte in berm langs drukke wegen verhoogd, tegenwoordig zijn gehalten van metalen die in uitlaatgaskatalysatoren worden toegepast in verhoogde gehalten aantoonbaar;
- uitloging van bouwmaterialen;
- uitloging van de bodem;
- atmosferische depositie, afkomstig van diverse (verbrandings)processen;
- corrosie van bouwmetalen.

11.2 DIOXINES EN PAK'S (POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN)

De volgende activiteiten kunnen significante emissies naar de lucht veroorzaken:

- verbranding van afval (huisvuil, ziekenhuisafval, industrieel afval, slib, stortgas);
- gebouwenverwarming;
- non-ferronijverheid;
- staalnijverheid;
- cementovens en kalkovens;
- industriële stookinstallaties;
- elektriciteitsproductie;
- verkeer;
- crematies;
- vinylchlorideproductie;
- papierpulpbleking.

Andere bronnen zijn:

- de applicatie van herbiciden, insecticiden en fungiciden;
- het gebruik van zuiveringsslib of compost in de landbouw;
- de directe toepassing van besmette afvalstoffen zoals vliegassen voor wegverharding.

De hoogste PAK-gehalten worden aangetroffen in de bodem van vroegere gas- en cokesfabrieksterreinen. Ter hoogte van cokesfabrieksterreinen werden PAK's afgescheiden in de steenkoolteer. Die werd verder verwerkt tot pek, asfalt, creosoten voor houtbehandeling en residuele oliën zoals antraceenolie. Ter hoogte van voormalige cokesfabrieken zijn in het verleden ook grote hoeveelheden PAK's in de lucht uitgestoten.

Bij petroleumdestillatie komen de natuurlijk gevormde PAK's overwegend in de zwaardere fracties terecht, zoals bitumen en pitch. De lichtere fracties, bijvoorbeeld naftaleen, komen voor in diesel en gasolie.

Zowel voor dioxines als voor PAK's liggen de belangrijkste oorzaken bij de gebouwenverwarming en het verbranden van afval in openlucht (onvolledige verbranding). De dioxine-emissies door huisvuilverbranding en sinterinstallaties zijn de laatste vijf jaar sterk gedaald door het gebruik van schone technologie. In de buurt van verbrandingsovens en sinterinstallaties komen wel verhoogde waarden voor in de lucht en is er ook sprake van depositie op de bodem.

Wegverkeer kan tot regionale en lokale milieuproblemen leiden, voornamelijk op plaatsen met veel en druk verkeer.

11.3 PCB'S, GEBROMEERDE VLAMVERTRAGERS EN PERFLUORCHEMICALIËN

De commerciële productie van **pcb's (polychloorbifenylen)** startte rond 1929, maar werd in de meeste landen ondertussen verboden of stopgezet. In Vlaanderen gebeurde dat in 1986. De voornaamste emissiebronnen van pcb's kunnen we samenvatten als emissies door gesloten en open toepassingen en emissies door verbrandingsinstallaties.

Pcb's werden gebruikt in gesloten toepassingen zoals transformatoren en condensatoren en andere elektrische componenten (bijvoorbeeld spanningsregelaars, elektromagneten, schakelaars, stroomonderbrekers, gelijkrichters, fluorescentielichtballasten ...). Pcb's werden eveneens gebruikt in hydraulische systemen en warmteoverdrachtsystemen en als koelvloeistof of smeermiddel. Open toepassingen voor pcb's zijn gebruiksvormen waarin pcb's op niet-controleerbare wijze in industriële producten en consumentenproducten verspreid worden. Voorbeelden hiervan zijn koolstofvrij kopieerpapier, inkt, verf, stopverf, kleefstof, afdichtingen, weekmakers, smeervloeistof, snijolie, bekleding van stookolietanks, olie voor vacuümpompen en compressoren, pesticidedragers, isolatie voor elektrische kabels. Die toepassingen worden, samen met condensatoren die minder dan 1 liter pcb's bevatten, open toepassingen genoemd.

Gebromeerde vlamvertragers zijn scheikundige stoffen die men toevoegt aan kunststoffen om de brandbaarheid van gebruiksvoorwerpen en gebouwen te verminderen. Ze worden tijdens het productieproces toegevoegd aan bijvoorbeeld kunststof voor gebruik in computers, televisietoestellen, textiel, isolatiemateriaal, tapijten, gordijnen ... BFR's (*brominated fire retardants*) worden in Vlaanderen niet geproduceerd, maar wel gebruikt in bepaalde kunststoffen en textielartikelen.

Perfluorchemicaliën worden onder meer gebruikt om materialen vuil-, water- en olieafstotend te maken (van oppervlaktebehandeling van tapijten, leer en textiel tot vlek- en waterafstotende producten voor de behandeling van papier, bijvoorbeeld Scotchgard). Gespecialiseerde toepassingen omvatten polymeren (zoals Teflon), vuurbestrijdingsschuimen, surfactanten voor de mijnbouw en oliewinning, onderdrukkers van zure nevel in de productie van metalen platen en elektrische etsbaden. De meest gangbare huishoudelijke toepassingen zijn basische schoonmaakmiddelen, polijstmiddelen voor vloeren, schoonmaakmiddelen in de tandheelkunde, fotografische films, shampoos, insecticiden, adhesieven (bijvoorbeeld Post-It-briefjes), waterafstotend en vetvrij papier en oppervlaktebehandeling van kookgerei (bijvoorbeeld Tefal). (Bron: Giesy en Kannan, 2001; Hekster et al., 2002).

11.4 BESTRIJDINGSMIDDELEN

Bestrijdingsmiddelen, ook pesticiden genoemd, zijn chemische of natuurlijke stoffen die gebruikt worden voor de bestrijding van allerlei ongewenste aantastingen (plagen, ziekten, onkruiden) van planten, dieren en materialen. Hoewel de landbouw een belangrijk aandeel heeft in de uitstoot van bestrijdingsmiddelen, gebruiken ook huishoudens, industrie en overheid aanzienlijke hoeveelheden.

De contaminatie van het hydrologische systeem vormt het grootste risico van gewasbeschermingsmiddelen. Water is een van de belangrijkste emissieroutes waarlangs gewasbeschermingsmiddelen zich verspreiden in de verschillende milieucompartimenten (bodem, water, lucht, sediment, zwevende stof en water- en bodemleven). Eens de gewasbeschermingsmiddelen in het hydrologische systeem zijn beland, kunnen ze zich wijd verspreiden via stromen, rivieren, meren en oceanen. Algemeen worden twee soorten bronnen onderscheiden: punt- of semi-puntbronnen en diffuse bronnen (Tabel 13).

| Diffuse bronnen | Punt- en semi-puntbronnen |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Spuittoepassingen en <u>drift</u> | Vullen en mengen van gewasbeschermings-middelentanks |
| Bodem/sediment <u>accumulatie</u> , opname door gewassen, planten en niet-doelwitorganismen | <u>Lekken</u> , verspillingen |
| <u>Verdamping en depositie</u> | Gebrekkig <u>materiaal</u> |
| Gecontamineerde mest en <u>afval</u> | <u>Reinigingen</u> van tanks en afvalverwerking |
| <u>Afspoeling</u> van de bodem en transport via sediment | <u>Afspoeling</u> van behandelde oppervlakten en dieren |
| <u>Uitloging</u> (bodem, behandelde oppervlakten en dieren) | Directe contaminatie door <u>overbehandeling</u> |
| <u>Depositie</u> vanuit rivieren aan mondingen en in het zeewater, depositie vanuit het grondwater | Moedwillige en onvrijwillige lozingen, <u>incidenten</u> (brand, vandalisme) |
| | <u>Dumpen</u> van containers en recipiënten |
| | <u>Lozen</u> van overtollige spuitresten |

Bron: Environment Agency (UK), www.environment-agency.gov.uk

Tabel 13: Bronnen van milieuverontreiniging door gewasbeschermingsmiddelen

11.5 BTEX

BTEX is de verzamelnaam voor een kleine groep aromatische koolwaterstoffen, met name benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen. Het zijn allemaal vluchtige organische verbindingen die gerelateerd zijn aan benzine en de petrochemie. Ze worden gewonnen uit aardolie en gebruikt als industrieel oplosmiddel (bijvoorbeeld in verven en deklagen/coatings) (*MAFF UK Food surveillance information sheet*, 1995). Monoaromaten zijn ook belangrijke ruwe materialen en tussenproducten in de synthese van een groot aantal complexe chemische producten zoals polyerthaan, nylon, farmaceutische producten, verfstoffen ...

De bronnen van BTEX zijn de industrie, gebouwenverwarming en het verkeer. Omdat BTEX-verbindingen snel evaporeren, wordt vooral de atmosfeer getroffen en slechts in beperkte mate het water- en bodemcompartiment. De bevolking wordt er dus vooral aan blootgesteld door inhalatie van verontreinigde lucht, veroorzaakt door specifieke antropogene bronnen (industriële bedrijven, afvalplaatsen en uitlaatgassen van het verkeer en BTEX-bevattende producten). Sigarettenrook, rookgassen van kachels, gassen die vrijkomen tijdens het tanken, uitlaatgassen van transport en gassen die vrijkomen tijdens het gebruik van huishoudproducten en solventen zijn verantwoordelijk voor de lokaal sterk verhoogde blootstelling aan en opname van BTEX. Bedrijven die chemische producten, drinkwater, voedsel en dranken vervaardigen of petroleumproducten uitvoeren, spelen slechts een kleine rol in de totale blootstelling van de bevolking aan die stoffen.

In de bodem worden BTEX vooral aangetroffen ter hoogte van tankstations (lekkende brandstoftanks) en garages, op terreinen van drukkerijen en verfindustrieën en op oude gasfabrieksterreinen.

Benzeen is aanwezig in uitlaatgassen van het verkeer, in de buurt van chemische industrie, in sigarettenrook, dampen van lijmen, verven, onderhoudsproducten ... Benzeen wordt gevormd tijdens de verschillende stappen van olieraffinage, bij de pyrolyse van benzine, bij toluleenhydrodealkylering en bij de destructieve destillatie van steenkool in de cokesindustrie (WHO, 1993; ATSDR, 2000). In de chemische industrie wordt benzeen voornamelijk gebruikt bij de productie van styreen/ethylbenzeen (plastic), cumeen/fenol (harsen) en cyclohexaan (nylon en synthetische vezels). Tevens wordt benzeen toegevoegd aan loodvrije benzine als octaanverhoger. Het gebruik van benzeen als oplosmiddel is de laatste jaren sterk gereduceerd omwille van de carcinogene eigenschappen voor de mens. Minder dan 2% benzeen wordt als oplosmiddel gebruikt in industriële (textiel)verf, rubbercement, kleefstoffen, afbijtmiddelen voor verven, detergents, in de schoenindustrie en bij de productie van kunstleer en rubber (WHO, 1993; ATSDR, 2000).

Tolueen wordt voornamelijk als onderdeel van benzeen-tolueen-xyleenmengsels (BTX-mengsels) aan benzine toegevoegd als octaanverhoger. Als oplosmiddel wordt tolueen gebruikt in verven, coatings, gommen (neerslag van benzine), lijmen, oliën, rubber en harsen. Daarnaast wordt tolueen ingezet als ruw materiaal voor de productie van benzeen, fenol en andere organische solventen en voor de productie van polymeren, die nodig zijn bij de aanmaak van nylon, plastic flessen en polyurethanen. Tenslotte wordt tolueen gebruikt als startmateriaal voor de synthese van explosieven (TNT) en in de farmaceutische industrie (WHO, 1993; ATSDR, 2000).

Ethylbenzeen is aanwezig in xyleenmengsels die gebruikt worden in de verfindustrie, in bestrijdingsmiddelen (insecticiden) en in benzinemengsels. Ethylbenzeen wordt voornamelijk gebruikt bij de productie van styreen, synthetisch rubber en acetofenon, maar ook als oplosmiddel en als bestanddeel van asfalt en/of nafta (WHO, 1993). De emissie van ethylbenzeen in de atmosfeer is niet alleen afkomstig van de verbranding van olie, gas en steenkool en van de emissie door voertuigen en industrie, maar voornamelijk van het gebruik als oplosmiddel.

Xyleen wordt gebruikt bij de fabricage van bestrijdingsmiddelen (insecticiden) en farmaceutische producten, als component in detergents en als solvent voor verven, inkt, kleefstoffen, rubber, plastic en synthetische vezels. Benzinedestillaten met xyleen worden op grote schaal gebruikt. De drie isomeren worden individueel ingezet als startmaterialen bij de productie van verschillende chemische stoffen (WHO, 1997). Het merendeel van de xyleenmengsels wordt gebruikt voor de productie van ethylbenzeen en de drie afzonderlijke isomeren (ATSDR, 2000).

11.6 VOCL'S

Als gevolg van menselijke activiteiten kwamen VOCL's vroeger vaak in de bodem terecht, dikwijls ook door onwetendheid. Door meer bewustwording en regelgeving zijn de emissies naar de bodem de afgelopen twintig jaar sterk ingedamd.

Tetrachlooretheen (PCE), trichlooretheen (TCE), 1,1,1-Trichloorethaan (1,1,1-TCA), dichloormethaan (DCM) en tetrachloormethaan (TETRA) werden en worden toegepast in relatief kleine hoeveelheden, maar bij een groot aantal industriële activiteiten.

Ze worden/werden vaak toegepast als oplosmiddel en/of ontvettingsmiddel in de metaal- en galvanische industrie, de elektronische en de grafische industrie, als reinigingsmiddel bij chemische wasserijen (PCE en TCE), maar ook thuis en op kantoor (printerinkt, verfverwijderaar, Tipp-Ex, lijmen ...). Ook worden deze stoffen vaak als hulpstof gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Zo wordt dichloormethaan gebruikt bij de productie van cafeïnevrije koffie en bij de extractie van kruiden.

1,2-dichloorethaan (1,2-DCA) wordt op een beperkt aantal plaatsen in bulk geproduceerd en gebruikt voor de productie van vinylchloride (VC), waarmee pvc wordt gemaakt. Verontreinigingen ontstaan als puur product in de bodem terechtkomt als gevolg van lekken en calamiteiten. Daarnaast wordt 1,2-DCA ook gebruikt als bestrijdingsmiddel. Dat geldt ook voor een stof als 1,2-DCP (1,2-dichloorpropan), die in de landbouw wordt gebruikt als aardappelontsmettingsmiddel. Die toepassing zal eerder leiden tot een diffuus verspreide verontreiniging dan tot een puntbron. Het grondwater kan dan door uitspoeling over een groot oppervlak diffuus met lage concentraties verontreinigd zijn.

In de galvanische en de grafische industrie en in chemische wasserijen werd in het verleden soms gebruik gemaakt van een zinkput, waarin VOCl-afval werd gedumpt. Soms werd VOCl-afval of residu in locatiesloten of in vloeivelden gestort. Ter hoogte van zulke puntbronnen konden de VOCl's tot grotere diepte wegzakken, zeker als het om puur product ging. Dat heeft vaak geleid tot omvangrijke grondwaterverontreinigingen. Veel VOCl-houdend afvalwater werd ook in de riolering geloosd (men schrobde de vloer in bedrijfsruimtes vaak met oplosmiddel). De hoge VOCl-concentraties tastten vervolgens de rubberen ringverbindingen van de rioolbuizen aan. Daardoor ontstonden lekken naar de bodem (soms op grote afstand van de feitelijke bron). Zo raakte het grondwater op diverse plaatsen verontreinigd. Andere oorzaken van bodemverontreiniging met VOCl's zijn opslag (lekke of overvolle tanks), procesverliezen ('overkokers' in chemische wasserijen) en morsverliezen tijdens afvoer/transport.

11.7 MINERALE OLIE

De term 'minerale olie' is een verzamelnaam voor een aantal producten die bestaan uit verschillende destillatiefracties van aardolie: benzine, diesel, kerosine, jet fuel, motorolie, huisbrandolie, wasbenzine, white spirit, terpentijn, thinner ... De chemische samenstelling van minerale olie kan sterk variëren: ruwe petroleum is samengesteld uit honderden verschillende koolwaterstofcomponenten, commerciële olieproducten worden samengesteld uit specifieke koolwaterstofgroepen en additieven.

Minerale olie wordt veel gebruikt en vormt een van de meest voorkomende verontreinigingen in zowel grond als grondwater. Tal van locaties zijn verontreinigd met minerale olie ten gevolge van lekkende olietanks en/of leidingen (stookolietanks, brandstoftanks ...) of ten gevolge van calamiteiten (morsingen/lozingen).

In de bodem wordt minerale olie vooral aangetroffen ter hoogte van tankstations (lekkende brandstoftanks), garages, industrieterreinen (opslagtanks), olieraffinaderijen, bereiding van agrochemicaliën (atrazin, bentazon), landbouwactiviteiten en bij particulieren (lekkende stookolietanks).