Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Verkenning van mogelijkheden voor onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden

RIVM rapport 630030002/2014

R.P. Bogers | D. Schram-Bijkerk | J. Devilee |
A.B. Knol | O.R.P. Breugelmans

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Verkenning van mogelijkheden voor onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden

RIVM rapport 630030002/2014

Colofon

© RIVM 2014
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

R.P. Bogers, RIVM
D. Schram-Bijkerk, RIVM
J.L.A. Devilee, RIVM
A.B. Knol, RIVM
O.R.P. Breugelmans, RIVM

Contact:
R.P. Bogers
RIVM
Centrum voor Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid
rik.bogers@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Directie Duurzaamheid.

Rapport in het kort

Verkenning van mogelijkheden voor onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden

De Gezondheidsraad heeft recent geadviseerd om te onderzoeken in welke mate mensen die in Nederland rond velden met bollen- of fruitteelt wonen, blootstaan aan gewasbeschermingsmiddelen. De huidige toelatingsprocedure bevat geen aparte beoordeling van de gezondheidsrisico's voor omwonenden en hun kinderen. In Nederland wonen ongeveer negentigduizend mensen binnen 50 meter van een bollen- of fruitperceel. De gezondheidsrisico's van omwonenden kunnen pas worden beoordeeld nadat eerst een grootschalig onderzoek naar de blootstelling is gedaan. Hiervoor zijn meerdere meetrondes nodig bij omwonenden en bij bollen- en fruittelers en hun leefomgeving. Dit blijkt uit een studie van het RIVM.

Het RIVM adviseert om metingen in urine, (binnen)lucht, huisstof en op moestuingewassen en gazons te verrichten. Door die gegevens te combineren, kan een beeld worden verkregen van de mate waarin mensen zijn blootgesteld en welk aandeel de diverse bronnen daarin hebben. De te onderzoeken regio's worden bepaald met behulp van registers voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen waaraan kan worden ontleend waar veel wordt gespoten. Daarnaast wordt met behulp van Geografische Informatie Systemen gelokaliseerd waar veel mensen dicht bij percelen wonen. De RIVM-studie beschrijft verder hoe de te meten middelen kunnen worden geselecteerd en welke gegevens en meetmethoden beschikbaar zijn. Een pilotstudie op kleine schaal is nodig om inzicht te krijgen in de praktische uitvoerbaarheid en de kosten.

Vanwege het complexe karakter van dit onderzoek en de uiteenlopende benodigde expertise, adviseert het RIVM om er een consortium van onderzoeksinstituten voor te vormen. Daarnaast wordt aanbevolen bewoners en belangenbehartigende organisaties bij het onderzoek te betrekken. Het onderzoek moet bovendien aansluiten bij activiteiten die inmiddels zijn ingezet voor duurzaam gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Trefwoorden:
gewasbeschermingsmiddelen, bestrijdingsmiddelen, pesticiden, blootstelling, omwonenden, lucht, drift, huisstof, urine, biomonitoring

Abstract

Exploration of possibilities to study exposure to pesticides among residents living near agricultural land

The Health Council of the Netherlands recently recommended a study be conducted into the exposure to pesticides among residents living near land used for bulb and fruit cultivation. The current authorization procedure does not separately assess the health risks for these residents and their children. In the Netherlands, approximately 90,000 persons live within 50 metres of land used for bulb or fruit cultivation. The health risks for residents can only be assessed after an extensive study is conducted into their exposure to pesticides. Such a study requires repeated measurements to be taken in residents, farmers and in their living environment, according to a study performed by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).

The RIVM recommends that measurements be taken from urine, (indoor) air, household dust, and on home-grown crops and lawns. By combining the data thus obtained, a picture can be created of human exposure to pesticides and the contribution that the various sources make to this exposure. The study regions can be selected by using registries from which information can be extracted about areas of extensive pesticide use. Also geographic information systems can be used to identify the local areas where people live in close proximity to agricultural land. The study by the RIVM further describes how the pesticides to be measured can be selected, and which data and measurement methods are available. A small-scale pilot study is necessary to gain insight into the feasibility and costs of an exposure study.

Because of the complex character of an exposure study and the diverse expertise it requires, the RIVM recommends that a consortiumof research institutes be established. It also recommends involving residents and other stakeholders. Moreover, the study should correspond with activities that have already been initiated to achieve a sustainable use of pesticides.

Keywords:
Plant protection products, pesticides, exposure, surrounding residents, bulb cultivation, fruit cultivation, air, drift, household dust, urine, biomonitoring

Inhoud

Samenvatting—9

1 Inleiding—15
1.1 Advies Gezondheidsraad—15
1.2 Opdracht IenM aan het RIVM—16
1.3 Voorstel voor onderzoeksvragen en -modules—16
1.4 Leeswijzer—18

2 Selectie gewasbeschermingsmiddelen—19
2.1 Gebruikte middelen—19
2.2 Toepassing—19
2.3 Criteria voor de selectie van gewasbeschermingsmiddelen—21
2.4 Gegevensbestanden—23

3 Selectie studiepopulatie—27
3.1 Locatiegegevens omwonenden—27
3.2 Koppeling van gegevensbestanden—29
3.3 Selectie controlegroep—32

4 Meetstrategie—35
4.1 Metingen in contactmedia—35
4.1.1 Buitenlucht—35
4.1.2 Binnenlucht—38
4.1.3 Huisstof—38
4.1.4 Water—39
4.1.5 Gewassen (uit moestuinen, gras)—39
4.2 Biomonitoring—42
4.2.1 Criteria voor indicatoren—42
4.2.2 Interpretatie van resultaten van biomonitoring—43
4.2.3 Monsternamestrategie—43
4.3 Opslag, transport en analyse van monsters—44
4.3.1 Huisstof, gewassen en (binnen)lucht—44
4.3.2 Urine—45
4.4 Vragenlijsten en databases—45
4.5 Bepalen groepsgrootte en benodigd aantal metingen—46
4.5.1 Invloed van waarden onder de detectielimiet—50

5 Eisen vanuit WMO en WBP—51
5.1 Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP)—51
5.2 Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met Mensen (WMO)—52

6 Onderzoeksconsortium—57
6.1 Coördinatie—57
6.2 Rol van GGD'en—57
6.3 Begeleidingscommissie—57

7 Klankbordgroep en publiekscommunicatie—59
7.1 Inleiding—59
7.2 Communicatie over het onderzoek—59
7.2.1 Stap 1: Communicatiedoelstellingen—60
7.2.2 Stap 2: Doelgroep—60
7.2.3 Stap 3: Onderwerpen die in de communicatie worden geadresseerd—61

7.2.4 Stap 4: Communicatiemiddelen—63
7.2.5 Stap 5: Organisatie van de communicatie—65
7.2.6 Stap 6: Evaluatie van de communicatie—65

8 Aansluiting bij lopend onderzoek en toelatingsprocedures—67

9 Kosten en doorlooptijd—69

10 Aanbevelingen voor blootstellingsonderzoek—71
10.1 Risico's en beperkingen—79

Referenties—82
Bijlage A. Modellering van verspreiding en blootstelling—87
Bijlage B. Overzicht geconsulteerde personen—90

Samenvatting

De Gezondheidsraad heeft geadviseerd (Gezondheidsraad, 2014) om onderzoek te doen naar de blootstelling van omwonenden aan gewasbeschermings-middelen. Afhankelijk van de uitkomsten zal eventueel in een later stadium vervolgonderzoek worden gedaan naar mogelijke effecten op de gezondheid. Volgens de commissie van de Gezondheidsraad zijn er aanwijzingen dat omwonenden gezondheidsrisico's kunnen lopen door het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen, maar is er geen hard bewijs voor. Mogelijke gezondheidsrisico's voor omwonenden en hun kinderen worden niet expliciet meegenomen in de huidige toelatingsprocedure voor gewasbeschermingsmiddelen. Gezien de gezondheidseffecten bij agrariërs zelf, de aanwijzingen voor effecten bij omwonenden in het buitenland en het gebrek aan Nederlandse gegevens, ziet de commissie voldoende reden voor nader onderzoek onder omwonenden in Nederland (Gezondheidsraad, 2014). De mogelijke omvang van de blootgestelde populatie is groot: in dit rapport laten we zien dat in Nederland negentigduizend mensen binnen 50 meter van een bollen- of fruitperceel wonen.

In het voorliggende rapport beschrijft het RIVM, op basis van literatuur en gesprekken met interne en externe experts, hoe zo'n blootstellingsonderzoek kan worden opgezet en uitgevoerd en aan welke voorwaarden het moet voldoen. Het advies van de Gezondheidsraad wordt als uitgangspunt gehanteerd bij de doelstellingen van blootstellingsonderzoek (zie hieronder) en de keuzes voor:

- doelgroepen
  - agrariërs (die zelf gewasbeschermingsmiddelen toepassen of die in behandeld gewas werken)
  - gezinsleden van deze agrariërs
  - niet-agrariërs
  - speciale aandacht voor kinderen jonger dan vier jaar, vrouwen in de vruchtbare leeftijd, en eventueel andere groepen met een verhoogd risico, zoals ouderen;
- teelten
  - bollenteelt en fruitboomgaarden (deze zijn karakteristiek voor Nederland en vormen wat betreft blootstelling 'worst case' situaties)
  - eventueel kasteelt;
- stoffen (de Gezondheidsraad noemt criteria en geeft aan dat circa tien stoffen moeten worden gemeten);
- type metingen
  - biomonitoring
  - metingen in contactmedia
  - verzamelen van aanvullende informatie over factoren die de blootstelling kunnen beïnvloeden, zoals de aard van toediening, de afstand tussen woningen en percelen, het gedrag van omwonenden en de weersomstandigheden.

Voorstel voor onderzoeksmodules

De Gezondheidsraad geeft in zijn advies aan dat blootstellingsonderzoek informatie kan opleveren over de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden onder praktijkomstandigheden, en het relatieve belang van diverse bronnen en blootstellingsroutes. Dit is wel afhankelijk van hoe breed het onderzoek wordt opgezet en onder de voorwaarde dat het zorgvuldig wordt uitgevoerd. Daarnaast noemt de Gezondheidsraad dat eventuele gezondheidsrisico's kunnen worden geschat door gemeten blootstellingsniveaus te vergelijken met gezondheidskundige grenswaarden. Het RIVM adviseert het

blootstellingsonderzoek toe te spitsen op het kennen van de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden. Inzicht krijgen of omwonenden hoger zijn blootgesteld dan niet-omwonenden, is de eerste stap. De blootstelling die is gemeten kan worden vergeleken met niveaus die zijn gemeten in het buitenland. Een verdere beoordeling van het gezondheidsrisico is de volgende stap. Dit vereist bijvoorbeeld een evaluatie van de bestaande grenswaarden; worden daarin alle relevante gezondheidseffecten meegenomen? Het RIVM vindt dit niet binnen het kader van het blootstellingsonderzoek vallen.

Om een onderzoek op te zetten met bovengenoemde doelstellingen is een combinatie van metingen nodig, namelijk van stoffen in urine, huisstof, lucht, moestuingewassen en gazons. Het RIVM stelt voor het onderzoek te splitsen in de volgende modules en bijbehorende onderzoeksvragen:

Selectie onderzoeksgebieden en studiepopulatie met behulp van Geografische InformatieSystemen (GIS)

1. Waar wonen relatief veel mensen uit de doelgroepen nabij percelen waar veel wordt gespoten?
2. Op welke locatie(s) bevindt zich een geschikte controlegroep?

Selectie van stoffen

3. Welke stoffen voldoen aan de selectiecriteria genoemd in het advies van de Gezondheidsraad en in dit rapport?

Metingen in urine

4. Zijn (metabolieten van) stoffen uit veelgebruikte gewasbeschermingsmiddelen aan te tonen in urine van omwonenden?
5. Zijn de concentraties residuen in de urine van omwonenden hoger dan in de urine van een controlegroep?

a. kort na behandeling van een perceel (piekblootstelling)
b. gedurende het spuitseizoen[1] (langdurige blootstelling)
c. buiten het spuitseizoen (langdurige blootstelling)

6. Is de concentratie residuen in de urine van omwonenden hoger in het spuitseizoen dan buiten het spuitseizoen?

Meten van concentraties gewasbeschermingsmiddelen in contactmedia

Zijn concentraties residuen in urine te herleiden tot blootstelling via binnen- en/of buitenlucht (inclusief verwaaiing (drift)), huisstof, groenten uit de eigen moestuin en gazons?

Selectie studiepopulatie

Bij de selectie van de studiepopulatie moet rekening worden gehouden met de locatie van percelen, de gebruikshoeveelheid van middelen en het aantal mensen dat in de buurt woont. Deze gegevens kunnen uit bestaande registraties worden gehaald, zoals uit registraties van het Kadaster en het Centraal Bureau voor de Statistiek. Bij de selectie is het handig om te beginnen met telers, omdat hun medewerking nodig is om inzicht te krijgen in de toepassing van middelen tijdens de onderzoeksperiode. De historische gegevens uit bestanden en adviezen over goede spuitmomenten (via bijvoorbeeld het Gewasbescherming En Weer Informatie Systeem) geven namelijk nog geen

[1] Met spuitseizoen wordt de periode van het jaar bedoeld waarin de grootste hoeveelheid middelen wordt gebruikt. Behandeling van percelen kan ook op andere manieren dan spuiten plaatsvinden; in dit rapport wordt de term spuitseizoen voor alle toepassingswijzen gebruikt. Daarnaast geldt dat het spuitseizoen teeltafhankelijk is, en in sommige teelten verspreid over het jaar gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt.

beeld van actueel gebruik, dat sterk afhangt van weersomstandigheden en plaagdruk. De omwonenden zouden vervolgens, eventueel met behulp van de GGD, kunnen worden geselecteerd rond de participerende telers. Brancheverenigingen als KAVB, LTO en/of NFO kunnen helpen bij de benadering van telers. Eventueel kan ook de locatie van scholen of kinderdagverblijven ten opzichte van percelen worden meegenomen in de selectie van de studiepopulatie.
Het RIVM adviseert om een aantal controlepersonen te selecteren die qua leefstijl en leefomstandigheden op de omwonenden lijken. Zo zouden mensen uit het studiegebied kunnen worden geselecteerd die op aanzienlijke afstand van een perceel wonen (inclusief percelen met andere gewassen waarbij dezelfde of vergelijkbare stoffen als de geselecteerde stoffen worden gebruikt) en die niet beroepsmatig zijn blootgesteld. Deze methode is vergelijkbaar met de methode die bij andere lopende gezondheidsonderzoeken wordt gehanteerd, waarbij verschillende afstanden tot percelen in combinatie met gebruiksgegevens worden gebruikt om de blootstelling te schatten.
De grootte van de studiepopulatie hangt af van de gekozen stoffen, de gemiddelde concentraties in urine en de spreiding om dit gemiddelde bij de omwonenden en de controlegroep. Het RIVM heeft op basis van bestaande literatuur een voorbeeldberekening uitgevoerd voor ETU in urine, dat wordt gevormd na blootstelling aan onder andere mancozeb. Hieruit blijkt dat voor deze stof al gauw zo'n tweehonderd deelnemers nodig zijn om een 30-70 procent hogere blootstelling bij de omwonenden betrouwbaar vast te kunnen stellen. Het RIVM adviseert pilotmetingen in urine uit te voeren om beter vast te kunnen stellen bij hoeveel personen moet worden gemeten ,hoeveel metingen per persoon nodig zijn, en wat de optimale verhouding tussen het aantal omwonenden en het aantal personen uit de controlegroep is.

Selectie stoffen
De Gezondheidsraad noemt enkele criteria waarop de stofkeuze zou moeten zijn gebaseerd; zie tekstbox 1. De Gezondheidsraad noemt ook dat, in overleg met landbouwkundigen, van tevoren moet worden bekeken welke stoffen in het te meten seizoen waarschijnlijk gaan worden gebruikt.

- Het gebruiksvolume (in kg/ha/j of kg/j): dat bepaalt de hoogte en de duur van de blootstelling.
- De toxiciteit (uitgedrukt in gezondheidkundige grenswaarden als A(O)EL, ARfD en ADI); speciale aandacht verdienen middelen waarvan bekend is dat ze het vermogen hebben om de ontwikkeling van het ongeboren of jonge kind te schaden.
- De vluchtigheid: zij bepaalt mede het vermogen van de stof om de plaats van toepassing te verlaten en daarmee de hoogte en de duur van de blootstelling.
- De toedieningswijze: ook die bepaalt het vermogen van de stof om de plaats van toepassing te verlaten en dus de hoogte van de blootstelling.
- De afbraaksnelheden in de diverse relevante media (bodem, huisstof, lucht, water): samen bepalen die mede hoogte en duur van de blootstelling.
- De hydrofobiciteit: zij bepaalt o.a. de hechting van een stof aan bodemdeeltjes en de opneembaarheid via de huid en daarmee de hoogte en de duur van de blootsteling.

Tekstbox 1. Criteria voor de keuze van te meten stoffen (Gezondheidsraad, 2014)

Daarnaast raadt het RIVM aan om bij de selectie van stoffen stil te staan bij de volgende vragen:

- Welke werkzame stoffen en hulpstoffen zitten in de middelen die worden gebruikt bij bollen- en fruitteelt?
- Hoe verspreidt de stof zich in de omgeving na gebruik (onder andere afhankelijk van vluchtigheid, toedieningswijze, afbreekbaarheid en log Kow)?
- Zijn er andere omgevings- of leefstijlfactoren die tot blootstelling kunnen leiden?
- Wat zijn metabolieten van de stoffen in urine en contactmedia?
- Bestaat er een methode, of is deze binnen een bepaalde tijd te ontwikkelen, om (metabolieten van) de stof te meten in urine en contactmedia?
- Hoe moet na het afnemen van de monsters met de monsters worden omgegaan om afbraak van (metabolieten van) stoffen bij opslag en transport te minimaliseren?
- Zijn er farmacokinetische (PBPK-) modellen beschikbaar of binnen een bepaald tijdsbestek te ontwikkelen voor de stoffen en/of metabolieten?
- Bestaat er onrust bij omwonenden over specifieke stoffen of middelen?

Het RIVM onderstreept dat de uitgebreide lijst met criteria en aandachtspunten erop is gericht om bij de selectie van stoffen in eerste instantie alle aspecten in beeld te laten komen.

Metingen

De meetstrategie moet optimaal aansluiten bij het intermitterende en onvoorspelbare karakter van blootstelling. Om piekblootstelling in urine te bepalen moet, vanwege de doorgaans snelle uitscheiding van (metabolieten van) stoffen, de urine worden verzameld binnen 24 uur na het spuiten. De deelnemers zouden bijvoorbeeld gedurende een aantal weken binnen het seizoen dagelijks (ochtend)urine kunnen verzamelen. Monsters die achteraf vlak na het spuiten blijken te zijn verzameld, kunnen dan worden gebruikt en geanalyseerd. Een andere methode is om deelnemers op het moment van spuiten te verzoeken de volgende ochtend urine te verzamelen. Dit vereist een goede afstemming met de telers. Het RIVM en de Gezondheidsraad adviseren lokale, goed getrainde veldwerkers in te zetten om vragenlijsten en urinemonsters te verzamelen. Zij zijn het directe aanspreekpunt voor de deelnemers en moeten dus ook goed bekend zijn met de lokale problematiek. Luchtmonsters zouden gedurende relatief lange periodes (ongeveer een week) moeten worden verzameld om meetbare hoeveelheden gewasbeschermings-middelen aan te kunnen tonen. Daarvoor kan worden gebruikgemaakt van High Volume Samplers, waarvan er ongeveer vijf beschikbaar zijn in Nederland, of van passieve monsternametechnieken (zonder pomp). Het voordeel van passieve monstername is dat het een stuk goedkoper is, geen lawaai produceert en op meer plaatsen tegelijk kan worden ingezet, waaronder binnenshuis. Binnen Nederland is nog weinig ervaring met deze nieuwe techniek. De meting moet vlak voor het spuiten worden gestart; indien mogelijk via een tijdklok of regeling op afstand voor actieve bemonstering. Het RIVM adviseert om de luchtmetingen, in een selectie van de studiepopulatie, uit te breiden met metingen van dampdrift op verschillende hoogtes en afstanden van de spuitmachine.

Driftmetingen kunnen meerdere doelen dienen: 1) kwantificeren van de bron 2) aansluiten bij zorgen van omwonenden die drift waarnemen 3) valideren van verspreidingsmodellen 4) schatten kans op acute gezondheidseffecten 5) evaluatie van criteria voor de gewenste afstand tussen bedrijven en bebouwing. Het precieze doel en de optimale meetstrategie daarvoor moeten nog nader worden bepaald.

De planning van huisstofmonstername komt mogelijk minder nauw. Deze kan tot enige tijd na het spuiten plaatsvinden, omdat de gewasbeschermingsmiddelen waarschijnlijk langer aanwezig blijven in huisstof. Een validatie van monstername-, extractie- en analysemethoden is nodig voordat het veldwerk voor huisstof kan worden verricht; in Nederland is daar nog weinig ervaring mee. Bij de planning van bemonstering van moestuingewassen moet behalve met het spuitseizoen ook rekening worden gehouden met de groeiperiode van de gewassen. Voor de monstername kan worden gebruikgemaakt van een bestaande procedure, aangevuld met ervaringen uit een klein project in Nederland. Tot slot kan het nog van belang zijn om gazons te bemonsteren waar kinderen op spelen. Voor zover bekend, is hier geen ervaring mee in Nederland. Activiteitendagboekjes en vragenlijsten zijn nodig om de meetgegevens te kunnen duiden.
Om de representativiteit van blootstellingsonderzoek te vergroten, is het zinvol om in de onderzoeksgebieden tijdens een aantal spuitseizoenen met verschillende weersomstandigheden te meten. Eventueel ook voorafgaand aan het spuitseizoen, vanwege de ontsmetting van bloembollen.
Binnen Nederland kunnen verschillende laboratoria de werkzame stoffen, metabolieten en hulpstoffen in gewasbeschermingsmiddelen bepalen. Deze laboratoria hebben ervaring met analyse van stoffen in onder andere oppervlaktewater en op/in consumptiegewassen. Daarnaast kunnen zij ook concentraties van stoffen in urine bepalen. Hiervoor moeten de monsters echter op een andere manier worden voorbewerkt, wat tijd zal kosten. De monsters kunnen eventueel ook in het buitenland worden geanalyseerd. In bijvoorbeeld Engeland en in de Verenigde Staten zijn analysemethoden voor bepaalde stoffen operationeel. De praktische uitvoering en analyses kunnen worden getest in de pilotstudie die het RIVM aanbeveelt.

Eisen vanuit de wetten WBP en WMO
Het blootstellingsonderzoek valt onder de Wet Bescherming Persoonsgegevens en, in het geval van urineverzameling, ook onder de Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met Mensen. De deelnemers moeten schriftelijk toestemming geven om deel te nemen aan het onderzoek. Het onderzoeksprotocol moet daarnaast worden voorgelegd aan een Medisch-Ethische Toetsingscommissie (METC). De METC zal ook de concepten van toestemmingsformulieren, informatie voor de deelnemers en vragenlijsten beoordelen. Bij de afweging hoe de meetresultaten zullen worden teruggekoppeld aan de deelnemers, is het de vraag in hoeverre omwonenden met relatief hoge blootstelling adequate acties kunnen ondernemen. Op basis van de urinemonsters kunnen geen uitspraken worden gedaan over mogelijke effecten op de gezondheid. Daarom adviseert het RIVM om de meetresultaten uitsluitend als vergelijkingen tussen verschillende groepen omwonenden terug te koppelen. Het is belangrijk om goed te motiveren waarom deelname van kinderen nodig is in dit onderzoek, omdat het anders verboden is om onderzoek bij hen te doen. Deelnemers moeten zich voor vragen kunnen wenden tot een onafhankelijke deskundige. De onderzoekers moeten de gegevens zo veel mogelijk anonimiseren en zij moeten zorgvuldig omgaan met persoonsgegevens (bijvoorbeeld de naam- en adresbestanden in GIS). Het is belangrijk vooraf na te denken hoe te handelen als bijvoorbeeld heel hoge waarden in een urinemonster worden aangetroffen.

Onderzoeksconsortium
De voor het blootstellingsonderzoek benodigde expertise is in Nederland verdeeld over verschillende onderzoeksinstellingen en GGD'en. Het verdient aanbeveling één coördinerende partij aan te wijzen en vervolgens een consortium van onderzoekers van verschillende instituten samen te stellen. Elke partij in het consortium kan een onderdeel van het onderzoek voor zijn rekening nemen.

Klankbordgroep en publiekscommunicatie
Goede en open communicatie is essentieel in alle fasen van het onderzoek en het uiteindelijke studieprotocol zou dan ook een communicatieplan moeten bevatten. Het RIVM adviseert een klankbordgroep samen te stellen met (vertegenwoordigers van) omwonenden, telers, andere belanghebbenden en lokale overheden. De klankbordgroep kan helpen om het onderzoek goed aan te laten sluiten bij vragen die in de praktijk leven en kan zorgen voor wederzijds begrip en vertrouwen in de werkwijze en resultaten. Het is belangrijk om helder te zijn over hoe dit onderzoek past in het (toekomstige) beleid rond gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en welke onzekerheden (altijd) zullen blijven bestaan. Als blijkt dat mensen worden blootgesteld aan gewasbeschermingsmiddelen, zal de vraag rijzen wat dat kan betekenen voor de volksgezondheid. De klankbordgroep heeft een belangrijke rol in de communicatie hierover.

Aansluiting bij lopend onderzoek
Op dit moment wordt een blootstellingsonderzoek met urinemetingen uitgevoerd in Engeland. De ervaringen in dat onderzoek en in eerdere studies in de Verenigde Staten moeten zo veel mogelijk worden meegenomen bij het opstellen van een onderzoeksprotocol. Mogelijk is ook een link te leggen met andere grote (EU-) projecten, zoals Acropolis en BROWSE.
Het RIVM adviseert om ervoor te zorgen dat de resultaten kunnen worden gebruikt om na te gaan of de potentiële blootstelling van omwonenden voldoende conservatief wordt gemodelleerd, en dus of de blootstelling voldoende wordt meegenomen bij het beoordelen van het toelaten van middelen. Daarnaast is het goed om te borgen dat de gegevens uit het blootstellingsonderzoek bruikbaar zijn om blootstellingsmaten die nu in gezondheidskundig onderzoek worden gebruikt (afstand tot een perceel en middelengebruik) te valideren. Tot slot kan met blootstellingsonderzoek kennis en praktijkervaring worden opgedaan die bruikbaar is binnen een door de Gezondheidsraad voorgestelde meer permanente monitoring van menselijke blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen.

Conclusie
Het RIVM adviseert om het blootstellingsonderzoek toe te spitsen op het kennen van de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden. En daarnaast om de toxicologische en gezondheidskundige evaluatie van de blootstelling apart aan te pakken, waarbij wordt aangesloten bij lopende (inter)nationale onderzoeken. Het RIVM beveelt aan om eerst op kleine schaal een pilotstudie uit te voeren voor inzicht in de logistiek van blootstellingsonderzoek. Het advies van de Gezondheidsraad omvat naast aanbevelingen voor onderzoek naar blootstelling, ook aanbevelingen voor een betere toelatingsbeoordeling van middelen, voorlichting over bescherming van gebruikers en omwonenden en eventuele permanente monitoring van de blootstelling van omwonenden. Omdat al deze activiteiten onderling zijn verbonden, moet de opdrachtgever vanuit een overkoepelende blik de communicatie, de participatie van belanghebbenden, en de integratie van de verschillende sporen aansturen.

1 Inleiding

1.1 Advies Gezondheidsraad

Op verzoek van de staatssecretarissen van I&M en van EL&I (18 april 2011)[2] heeft de Gezondheidsraad zich gebogen over de vraag of omwonenden van landbouwpercelen gezondheidsrisico's lopen door toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Vooruitlopend op het volledige advies, stelt de Raad in een brief[3] van 2 september 2011 dat het nuttig is om onderzoek te doen naar de blootstelling van omwonenden aan gewasbeschermingsmiddelen. Hierover zijn namelijk nauwelijks meetgegevens beschikbaar. Kennis over blootstelling is een voorwaarde om eventueel in een later stadium een onderzoek te starten naar mogelijke gezondheidseffecten. De Gezondheidsraad geeft drie argumenten voor het uitvoeren van een blootstellingsonderzoek (Gezondheidsraad, 2014);

1. "De Nederlandse toelatingsprocedure kent nu nog geen aparte beoordeling van de risico's voor omwonenden, met uitzondering van de risico's voor omwonenden van kassen. […] Bestaande modellen voor de schatting van de blootstelling van omwonenden, omstanders en passanten kennen nog de nodige tekortkomingen. […] de commissie acht gezondheidseffecten bij omwonenden en niet-beroepsmatige omstanders en passanten […] mogelijk, vooral in situaties waar een hoge gevoeligheid en een hoge blootstelling samenkomen."
2. "De afgelopen decennia is in binnen- en buitenland veel epidemiologisch onderzoek verricht onder agrariërs. Daarbij zijn geregeld associaties gevonden tussen blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen en het optreden van uiteenlopende gezondheidseffecten, zoals een verminderde vruchtbaarheid, diverse vormen van kanker (ook bij het nageslacht) en aandoeningen van het zenuwstelsel."
3. "Epidemiologisch onderzoek naar mogelijke chronische gezondheidseffecten bij omwonenden, dat eveneens vooral in het buitenland is verricht, levert enige aanwijzingen op dat bepaalde aandoeningen wellicht vaker bij deze groep voorkomen. Het betreft onder meer effecten op het ongeboren kind, leukemie bij kinderen en de ziekte van Parkinson. Het aantal onderzoeken is echter gering en veel onderzoek kent aanzienlijke beperkingen. […] De commissie acht het mogelijk dat de aandoeningen waarvoor in het epidemiologisch onderzoek enige aanwijzingen zijn gevonden, ook in Nederland optreden. Ze vermoedt echter dat het risico voor omwonenden laag zal zijn ten opzichte van het risico voor beroepsmatig blootgestelden."

In zijn advies geeft de Gezondheidsraad aan wat blootstellingsonderzoek kan opleveren (Gezondheidsraad, 2014). Dit is informatie over:
- de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden aan gewasbeschermingsmiddelen onder praktijkomstandigheden;
- eventuele gezondheidsrisico's door vergelijking van gemeten blootstellingsniveaus met gezondheidskundige grenswaarden (om te bepalen of vervolgonderzoek naar gezondheidseffecten nuttig is);
- het relatieve belang van diverse bronnen en blootstellingsroutes.

[2] http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/adviesaanvraag%20201118.pdf
[3] http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/201118%20gewasbeschermingsmiddelen.pdf

Ook maakt de Gezondheidsraad een aantal algemene opmerkingen over een geschikte opzet van het blootstellingonderzoek (Gezondheidsraad, 2014). Dit betreft aanbevelingen over:

- doelgroepen:
  - agrariërs (die zelf gewasbeschermingsmiddelen toepassen of die in behandeld gewas werken);
  - gezinsleden van deze agrariërs;
  - niet-agrariërs;
  - speciale aandacht voor kinderen jonger dan vier jaar, vrouwen in de vruchtbare leeftijd, en eventueel andere groepen met een verhoogd risico, zoals ouderen;
- teelten:
  - bollenteelt en fruitboomgaarden (deze zijn karakteristiek voor Nederland en vormen wat betreft blootstelling 'worst case' situaties);
  - eventueel kasteelt;
- stoffen (de Gezondheidsraad noemt criteria en geeft aan dat circa tien stoffen moeten worden gemeten);
- type metingen:
  - biomonitoring;
  - metingen in contactmedia;
  - verzamelen van aanvullende informatie over factoren die de blootstelling kunnen beïnvloeden, zoals de aard van toediening, de afstand tussen woningen en percelen, het gedrag van omwonenden en de weersomstandigheden.

1.2 Opdracht IenM aan het RIVM

Om snel en doelmatig na het uitkomen van het advies van de Gezondheidsraad te kunnen starten met blootstellingsonderzoek, heeft het ministerie van I&M het RIVM verzocht in een parallelproject de praktische uitwerking van het onderzoek voor te bereiden, zodat I&M (bij voldoende politiek draagvlak) zo snel mogelijk na het uitkomen van het advies van de Gezondheidsraad een offertetraject voor dit onderzoek kan starten. Daarbij gaat het om aspecten als de definitie van de onderzoekspopulatie, welke criteria er zijn voor de selectie van stoffen, hoe wordt gezorgd voor betrouwbare gegevens (steekproefgrootte), hoe de blootstellingsmetingen kunnen worden gedaan (contactmedia, biomonitoring), en welke wetgeving van toepassing is (onder andere vanwege privacyvereisten). Ook praktische zaken moeten worden uitgewerkt, zoals wie in een klankbordgroep zouden kunnen zitten, wat de rol van GGD'en kan zijn en hoe bewonersgroepen moeten worden betrokken. Het advies van de Gezondheidsraad wordt als uitgangspunt gehanteerd voor wat betreft doelstellingen en keuzen voor teelten, doelgroepen, stoffen en type metingen.

1.3 Voorstel voor onderzoeksvragen en -modules

Om een onderzoek op te zetten met de door de Gezondheidsraad genoemde doelstellingen is een combinatie van metingen nodig, namelijk in urine, huisstof, lucht, moestuingewassen en gazons. De Gezondheidsraad vermeldt dat eventuele gezondheidsrisico's kunnen worden geschat door vergelijking van gemeten blootstellingsniveaus met gezondheidskundige grenswaarden. Het RIVM adviseert het blootstellingsonderzoek toe te spitsen op het kennen van de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden. Mensen worden langs diverse routes blootgesteld aan residuen van gewasbeschermingsmiddelen. Inzicht krijgen of omwonenden hoger zijn blootgesteld dan niet-omwonenden, is de eerste stap. Een beoordeling van het risico van deze complexe blootstelling zal apart moeten worden gedaan. Op geleide van de uitkomsten kan vervolgens

worden afgewogen of een nadere gezondheidskundige beoordeling van omwonenden wenselijk is. Het RIVM stelt voor om het onderzoek te splitsen in de volgende modules en bijbehorende onderzoeksvragen:

Selectie onderzoeksgebieden en studiepopulatie met behulp van Geografische InformatieSystemen (GIS)
1. In welke gebieden en op welke locaties in deze gebieden bevinden zich percelen voor bollen- of fruitteelt, en op welke adressen in de nabijheid van deze percelen wonen mensen uit de doelgroepen?
2. Op welke locatie(s) bevindt zich een geschikte controlegroep?

Selectie van stoffen
3. Welke stoffen voldoen aan de selectiecriteria genoemd in het advies van de Gezondheidsraad en in dit rapport?

Metingen in urine
4. Zijn (metabolieten van) stoffen uit veelgebruikte gewasbeschermingsmiddelen aan te tonen in urine van omwonenden?
5. Zijn de concentraties residuen in de urine van omwonenden hoger dan in de urine van een controlegroep?
   a. kort na behandeling van een perceel (piekblootstelling)
   b. gedurende het spuitseizoen[4] (langdurige blootstelling)
   c. buiten het spuitseizoen (langdurige blootstelling)
6. Is de concentratie residuen in de urine van omwonenden hoger in het spuitseizoen dan buiten het spuitseizoen?

Meten van concentraties gewasbeschermingsmiddelen in contactmedia
7. Zijn concentraties residuen in urine te herleiden tot blootstelling via binnen- en/of buitenlucht (inclusief drift), huisstof, groenten uit de eigen moestuin en gazons?

Het RIVM adviseert om het blootstellingsonderzoek dusdanig in te richten dat de resultaten kunnen worden gebruikt om na te gaan of de blootstelling van omwonenden voldoende wordt meegenomen in de beoordeling van de toelating van gewasbeschermingsmiddelen. In Bijlage A geven we daarom een overzicht van gangbare modellen in de beoordeling van de toelating.
In theorie zijn ook metingen in oppervlaktewater en grondwater mogelijk, maar deze worden hier buiten beschouwing gelaten omdat concentraties hierin waarschijnlijk niet of zeer gering bijdragen aan de blootstelling. Ook bemonstering van drinkwaterputten wordt niet meegenomen, omdat waarschijnlijk weinig mensen zo'n put gebruiken. Ook metingen van bodemdeeltjes en van verontreinigde oppervlakken worden in dit rapport niet besproken. Metingen op kleding, schoeisel en de vacht van huisdieren worden ook niet besproken. Meetmethoden voor kleding zijn eerder beschreven, zie bijvoorbeeld (van der Jagt et al., 2004).

In dit rapport ligt de nadruk op de bollen- en fruitteelt. In deze teelten, vooral in de bollenteelt, worden relatief grote hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Voor fruitteelt kan de wijze van toepassing van gewasbeschermingsmiddelen (op- of zijwaarts spuiten) mogelijk tot hogere

[4] Met spuitseizoen wordt bedoeld de periode van het jaar waarin de grootste hoeveelheid middelen wordt gebruikt. Hoewel behandeling van percelen behalve door spuiten ook op andere manieren kan plaatsvinden, wordt in dit rapport de term spuitseizoen voor alle toepassingswijzen gebruikt. Daarnaast geldt dat het spuitseizoen teeltafhankelijk is, en in sommige teelten verspreid over het jaar gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast.

blootstelling leiden. Zorgen bij omwonenden richten zich ook voornamelijk op bollen- en fruitteelt. De informatie uit dit rapport is echter grotendeels ook bruikbaar als het gaat om andere teelten.
Deze verkenning is tot stand gekomen door het raadplegen van deskundigen op onderwerpen die relevant zijn voor blootstellingsonderzoek, en belanghebbenden zoals de brancheverenigingen van bloembollentelers. Een overzicht van geraadpleegde personen is te vinden in Bijlage B. Daarnaast is informatie gezocht in de (wetenschappelijke) literatuur. Een verkenning van het maatschappelijk probleem, onder andere door te spreken met omwonenden, is niet gemaakt omdat de Gezondheidsraad dit al uitgebreid in kaart heeft gebracht door het organiseren van een hoorzitting waarin alle belanghebbenden hun standpunt konden toelichten.

1.4 Leeswijzer

In het voorliggende rapport bespreekt het RIVM de volgende onderwerpen:

1. Methoden, beschikbaarheid en toegankelijkheid van benodigde gegevens, materiaal en expertise voor
   a. de selectie van gewasbeschermingsmiddelen
   b. de selectie van de studiepopulatie
   c. het meten van concentraties residuen in de leefomgeving en de urine;
2. Eisen voor blootstellingsonderzoek die gelden vanuit de Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP) en Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met mensen (WMO);
3. (Publieks)communicatie over het blootstellingsonderzoek;
4. Initiatieven waarbij blootstellingsonderzoek kan aansluiten.

Het rapport eindigt met aanbevelingen voor blootstellingsonderzoek.

2 Selectie gewasbeschermingsmiddelen

2.1 Gebruikte middelen

Er bestaan voor de volledige landbouw ongeveer tweehonderd werkzame stoffen die worden gebruikt. Per jaar komen daar zo'n zes tot tien nieuwe stoffen bij (en er gaat eenzelfde hoeveelheid af). Gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt voor grondontsmetting en -behandeling, ontsmetting van het plantgoed, onkruidbestrijding, en bescherming van het gewas en de voorraad.

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is geregeld in de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb). Deze wet sluit aan op de Europese Verordeningen met betrekking tot het gebruik van actieve stoffen in gewasbeschermingsmiddelen (onder andere EC 1107/2009, EC 396/2005). Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) beslist op grond van de Wgb over het toelaten van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland (College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden, 2012).

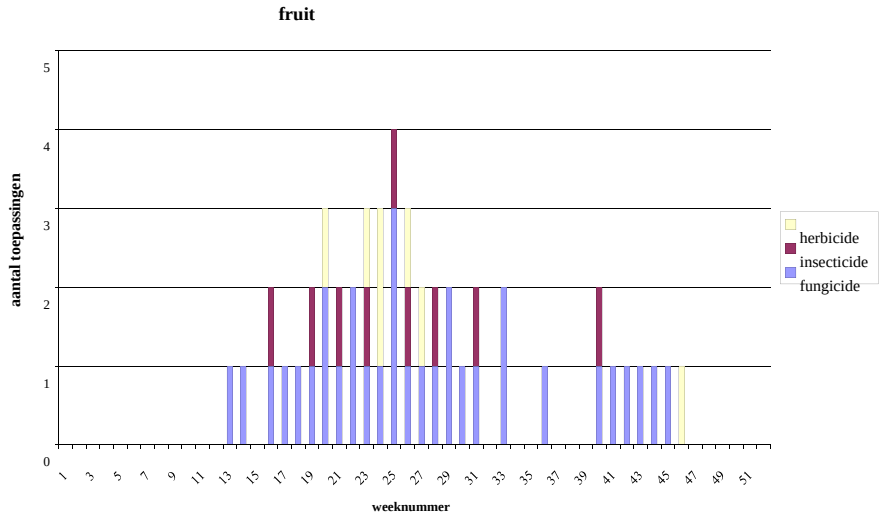
Bij inspecties door de AID/NVWA worden in een aantal gevallen behalve toegelaten middelen ook middelen aangetroffen die niet zijn toegestaan. Dit kunnen middelen zijn die niet op de markt zijn toegelaten maar die toch worden gebruikt, of middelen die legaal op de markt zijn maar die worden toegepast op gewassen waarvoor deze middelen niet zijn toegelaten. Vooral in de fruitteelt en de sierteelt worden relatief veel illegale middelen gevonden. Volgens de KAVB worden in de bloembollenteelt nauwelijks illegale middelen gebruikt omdat er voldoende legale alternatieven bestaan. Uit controles van de AID blijkt dat in de bloembollensector 18 procent van de gecontroleerde bloembollentelers niet-toegelaten middelen gebruikt (Janssens et al., 2012). In de fruitteelt betreffen overtredingen vooral het gebruik van middelen die in Nederland wel een toelating hebben, maar niet voor de betreffende (fruit)teelt (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, 2013).

2.2 Toepassing

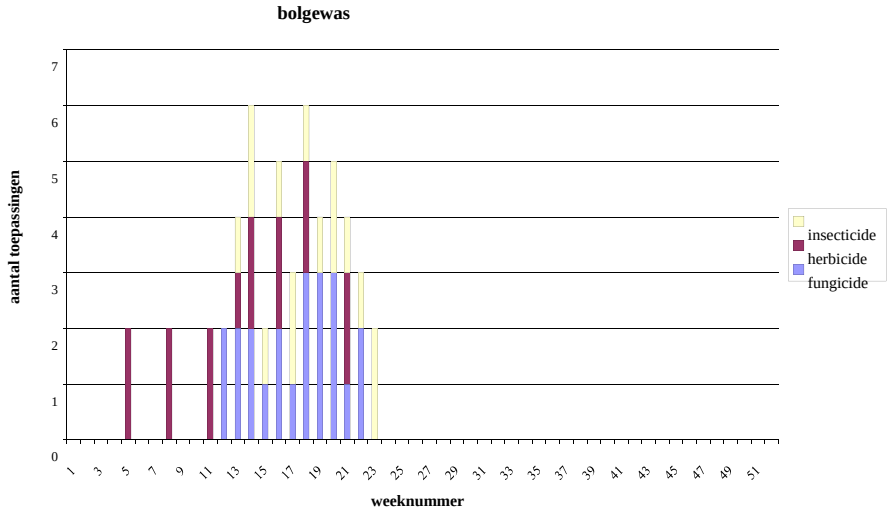
In de bollengebieden in het westen van Nederland worden bollen geteeld volgens een vruchtwisselingsschema met een 4- of 5-jarige cyclus. De opvolging van gewassen is in grote lijnen te voorspellen, maar zal van tevoren moeten worden nagevraagd bij telers. In het oosten en zuiden van Nederland zijn veel percelen die voor een jaar worden gepacht door bollentelers, waarna er weer andere gewassen worden geteeld. De locaties van 'bollenkaravanen' zijn niet te voorspellen.

Gewasbeschermingsmiddelen kunnen op verschillende manieren worden toegepast. De voor blootstelling van omwonenden meest relevante methode is het spuiten met een spuitboom, vanwege het overwaaien van de spuitnevel. Voor bollentelers en hun familie kan daarnaast ook het ontsmetten van bloembollen een bron van blootstelling vormen. Dit vindt plaats in het najaar op het erf in grote bakken (dompelbaden) met geconcentreerde oplossingen van fungiciden (thiofanaat-methyl met als metaboliet carbendazim) en soms ook insecticiden, en gebeurt meestal op het erf van de teler.

In Figuur 1 en Figuur 2 worden spuitschema's weergegeven voor respectievelijk fruit- en bolgewassen. Hierin is te zien dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen het hoogst is in het voorjaar en de zomer. Ook in het najaar en de winter worden echter middelen gebruikt.



Figuur 1. Realistisch 'worst case' spuitschema voor een fruitgewas
Bron: Luttik R., Brock T., Focks A, Roex E., Van den Brink P., Van der Linden T., Zorn M., 2014. Multiple stress by repeated use of plant protection products in agricultural areas. Bilthoven, RIVM, report in prep.



Figuur 2. Realistisch 'worst case' spuitschema voor een bolgewas
Bron: Luttik R., Brock T., Focks A., Roex E., Van den Brink P., Van der Linden T., Zorn M., 2014. Multiple stress by repeated use of plant protection products in agricultural areas. Bilthoven, RIVM, report in prep.

De optimale weersomstandigheden om te spuiten zijn afhankelijk van het soort middel. Voor middelen die worden toegepast in de boom- en vaste plantenteelt is de informatie over het beste spuittijdstip te vinden op http://www.gezondeboomteelt.nl/weer/index.html. Hier staan ook middelen bij die in de bollenteelt worden toegepast. Het systeem GEWIS (**G**ewasbescherming

En **W**eer **I**nformatie **S**ysteem; zie bovenstaande link) geeft een aantal keren per week spuitadvies voor de belangrijkste middelen.
De weersomstandigheden bepalen ook de plaagdruk: bij omstandigheden met lage relatieve luchtvochtigheid en korte 'natte-planten-periode' is bijvoorbeeld de plaagdruk van phytophthora laag, maar is er meer overdracht van virussen naar de plant door bladluizen. Ook voor het voorspellen van de plaagdruk bestaan waarschuwingssystemen. Deze zijn online te raadplegen of via onder andere LTO.
Middelen mogen slechts worden gebruikt bij lage windsnelheid om verspreiding via drift te beperken. Telers spuiten bij voorkeur in de avond, maar bedrijven met een groot areaal moeten eerder beginnen om de werkzaamheden af te krijgen. Grote bedrijven werken ook meer volgens een spuitagenda, omdat het voor hen moeilijker is om snel op weersomstandigheden te reageren.

Vanwege de beperkte houdbaarheid van gewasbeschermingsmiddelen schaffen telers deze meestal kort voor het gebruik aan. Hierdoor is het moeilijk om lang van tevoren te voorspellen welke middelen zullen worden gebruikt.

Volgens de huidige wetgeving zijn telers verplicht om langs sloten een 50 procent driftreducerende spuittechniek te gebruiken. Vanaf 2014 zal een 75 procent driftreducerende techniek op alle percelen moeten worden toegepast (Ministerie van Economische Zaken, 2013). Bij de selectie van telers in het onderzoek is het aan te raden om rekening te houden met de gebruikte spuittechniek. De nadruk dient in eerste instantie te liggen op een 'worst case' situatie met beperkte driftreductie, maar als de omvang van het onderzoek het toelaat, kunnen ook telers in het onderzoek worden betrokken die nu al met hogere driftreductie werken.

2.3 Criteria voor de selectie van gewasbeschermingsmiddelen

Bij de selectie van middelen (werkzame stoffen en/of hun metabolieten en hulpstoffen) speelt een aantal zaken een rol, zoals de fysisch-chemische eigenschappen van de stoffen. Maar ook praktische overwegingen bepalen de stofkeuze. Zo moet er een analysemethode bestaan, of op termijn kunnen worden ontwikkeld, om (metabolieten van) een stof te detecteren in urine en contactmedia. De Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014) noemt enkele criteria waarop de stofkeuze gebaseerd zou moeten zijn, zie onderstaande tekstbox. De Gezondheidsraad noemt ook dat, in overleg met landbouwkundigen, moet worden bekeken welke stoffen in het te meten seizoen waarschijnlijk gaan worden gebruikt.

- Het gebruiksvolume (in kg/ha/j of kg/j): dat bepaalt de hoogte en de duur van de blootstelling.
- De toxiciteit (uitgedrukt in gezondheidkundige grenswaarden als A(O)EL, ARfD en ADI); speciale aandacht verdienen middelen waarvan bekend is dat ze het vermogen hebben om de ontwikkeling van het ongeboren of jonge kind te schaden.
- De vluchtigheid: zij bepaalt mede het vermogen van de stof om de plaats van toepassing te verlaten en daarmee de hoogte en de duur van de blootstelling.
- De toedieningswijze: ook die bepaalt het vermogen van de stof om de plaats van toepassing te verlaten en dus de hoogte van de blootstelling.
- De afbraaksnelheden in de diverse relevante media (bodem, huisstof, lucht, water): samen bepalen die mede hoogte en duur van de blootstelling.
- De hydrofobiciteit: zij bepaalt o.a. de hechting van een stof aan bodemdeeltjes en de opneembaarheid via de huid en daarmee de hoogte en de duur van de blootsteling.

Tekstbox 2. Criteria voor de keuze van te meten stoffen uit het rapport van de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014)

Daarnaast raadt het RIVM aan om bij de selectie van stoffen stil te staan bij de volgende vragen:

- Welke werkzame stoffen en hulpstoffen zitten in de middelen welke worden gebruikt bij bollen- en fruitteelt?
- Hoe verspreidt de stof zich in de omgeving na gebruik (onder andere afhankelijk van vluchtigheid, toedieningswijze, afbreekbaarheid en log Kow)?
- Zijn er andere omgevings- of leefstijlfactoren die tot blootstelling kunnen leiden?
- Wat zijn metabolieten van de stoffen in urine en contactmedia?
- Bestaat er een methode, of is deze binnen een bepaald tijdsbestek te ontwikkelen, om (metabolieten van) de stof te meten in urine en contactmedia?
- Hoe moet na monstername met de monsters worden omgegaan om afbraak van (metabolieten van) stoffen bij opslag en transport te minimaliseren?
- Zijn er PBPK-modellen beschikbaar of binnen een bepaald tijdsbestek te ontwikkelen voor de stoffen en/of metabolieten?
- Bestaat er onrust bij omwonenden over specifieke stoffen of middelen?

Het RIVM onderstreept dat de uitgebreide lijst criteria en aandachtspunten erop is gericht om bij de selectie in eerste instantie alle aspecten in beeld te laten komen.

In blootstellingsonderzoek van het IOM (Galea et al., 2011) was de selectie van middelen niet gebaseerd op zorgen over gezondheidseffecten, maar op de beschikbaarheid van geschikte markers in de urine en de waarschijnlijkheid dat het middel zou gaan worden gebruikt. De Gezondheidsraad is echter van mening dat als er stoffen zijn die aan de selectiecriteria voldoen maar waarvoor geschikte analysemethoden ontbreken, deze methoden met spoed moeten worden ontwikkeld.

Het is raadzaam om vooraf een redelijke schatting te maken of de beoogde te onderzoeken stoffen daadwerkelijk zullen worden gebruikt. Hiervoor is kennis van de praktijk van gewasbescherming nodig. Het middelgebruik hangt namelijk af van de weersomstandigheden en de daaraan gerelateerde plaagdruk. Brancheverenigingen als de KAVB, LTO en/of NFO zouden kunnen adviseren, en de medewerking van telers kunnen faciliteren.
Ook kunnen historische gegevens worden gebruikt om trends in middelen-gebruik te achterhalen. De Nationale Milieu Indicator (NMI; (Kruijne et al.,

2012)) is hiervoor geschikt, en het RIKILT beschikt over historische gegevens over welke middelen zijn aangetroffen op gewassen.

De selectie van middelen/stoffen en de selectie van onderzoeksgebieden en teelten zijn niet los van elkaar te zien. Er moet zowel worden voldaan aan de voorwaarde dat een grote populatie potentieel moet worden blootgesteld, als aan de voorwaarden die gelden voor de stoffenselectie. Gezien de grote hoeveelheid middelen/stoffen lijkt het vanuit praktisch oogpunt het meest haalbaar om eerst een of meer teelten te selecteren, voor die teelt(en) een aantal stoffen te kiezen, en met gegevens over het gebruik van die middelen en locatiegegevens van percelen en omwonenden het onderzoeksgebied te selecteren.

2.4 Gegevensbestanden

Voor de selectie van studiegebieden is een eerste schatting nodig welke gewasbeschermingsmiddelen in welke hoeveelheden op een perceel of locatie worden gebruikt. Dit is geen eenvoudige opgave, omdat de verbruiksgegevens per jaar afhangen van de weersomstandigheden, de plaagdruk en het type gewas dat op een perceel wordt verbouwd. Wel zijn er verschillende informatiebronnen die kunnen helpen bij het in kaart brengen van het historische verbruik van gewasbeschermingsmiddelen per perceel of gebied. Deze worden hieronder beschreven.

Gegevens middelenverbruik

Het CBS doet elke vier jaar een enquête onder een steekproef van allerlei telers over gebruik. Zeer waarschijnlijk wordt hiermee het gebruik ondergerapporteerd door een selectieve respons van telers met laag verbruik. Ondanks een uitgebreide selectie, worden niet alle gewassen en middelen meegenomen; onder andere een veelgebruikt grondontsmettingsmiddel wordt niet geënquêteerd omdat dit onder een aparte regeling valt. Ook gebruik op gras wordt niet meegenomen. Per hectare is het verbruik weliswaar laag, maar gras bestrijkt een grote totale oppervlakte.
De gegevens uit de CBS-enquête mogen alleen nationaal gemiddeld per gewas worden geleverd. Misschien is het mogelijk de gegevens per regio te verkrijgen als de steekproefgrootte omvangrijk genoeg is. Het hoge aggregatieniveau waarop de gegevens beschikbaar zijn en de lage frequentie van de enquête maken deze gegevens minder geschikt voor het vaststellen van het gebruik per perceel of teler. Alterra heeft toegang tot alle CBS gegevens. Het RIVM heeft toegang tot een bewerkte selectie daarvan, maar deze is vertrouwelijk.

De telers van bloembollen en -knollen hebben een registratieplicht die is vastgelegd in een productschapsverordening. De registratie wordt uitgevoerd door de Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur (KAVB) en bevat detailinformatie over de gebruikte hoeveelheid van een productnaam en toelatingsnummer in een postcodegebied. Nader detailniveau (bijvoorbeeld per perceel of teler) is niet mogelijk. Volgens opgave van de KAVB heeft de registratie een dekkingsgraad van 90 à 95 procent en zijn de gegevens leverbaar op postcodeniveau.

Verkoopgegevens (per jaar)
Aan het ministerie van Economische Zaken moeten producenten elk jaar hun verkoopgegevens rapporteren. De gegevens zijn beschermd, maar het RIVM heeft hier wel toegang toe en gebruikt deze om de CBS-gegevens mee aan te vullen.

Illegaal gebruik
De NVWA voert inspecties steekproefsgewijs uit en ook naar aanleiding van klachten of zorgen van omwonenden. De NVWA kan inzicht krijgen in de administratie van boeren. De NVWA heeft hierdoor een beeld van de sector op het gebied van naleving van de voorschriften voor gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Locatie percelen
Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op postcodeniveau is geen goede maat voor het daadwerkelijke gebruik op een perceel. Daarvoor is aanvullende informatie nodig over het aantal percelen per postcode en de grootte van de percelen. Daarnaast is het niet zeker of de postcode van registratie (adres van een teler) overeenstemt met de postcode van een perceel, bijvoorbeeld in het geval van een 'reizende bollenkaravaan'. Deze informatie is beschikbaar in het bestand *Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN)* dat wordt beheerd door Alterra. Het is mogelijk om uit dit bestand een selectie te maken van de percelen waar bloembollen of fruit worden geteeld. De laatste update van het LGN (LGN7), dat het landgebruik in Nederland voor het jaar 2012 weergeeft, komt naar verwachting 31 december 2013 beschikbaar. Het LGN is daarmee geschikt voor een selectie van onderzoeksgebieden of regio's in Nederland waar veel bloembollen- of fruitteelt plaatsvindt, maar door de onregelmatige updatefrequentie minder geschikt om recente teelten te beschrijven.
De *Basisregistratie Percelen* die door de Dienst Regelingen (DR) van het ministerie van EZ wordt onderhouden met een jaarlijkse frequentie, is daartoe meer geschikt. De jaarlijkse peildatum van de registratie is 15 mei. De registratie bevat informatie over de locatie en contouren van de percelen, het gewas dat op de percelen wordt verbouwd (algemene gewascodes voor bloembollen en -knollen en fruitteelt), de eigendoms- of pachtstatus van het perceel en de naam en adresgegevens van de eigenaar/pachter van het perceel. De uitgifte van de gegevens is gebonden aan de Wet bescherming persoonsgegevens (WBP). Het is mogelijk om de DR een koppeling te laten uitvoeren van de Basisregistratie Percelen met de Landbouwtelling van het CBS. Hiermee kunnen de gewascodes die worden opgegeven door de telers in de landbouwtelling worden gekoppeld aan de locatie van de percelen en is toewijzing van de gewascodes aan de percelen mogelijk.

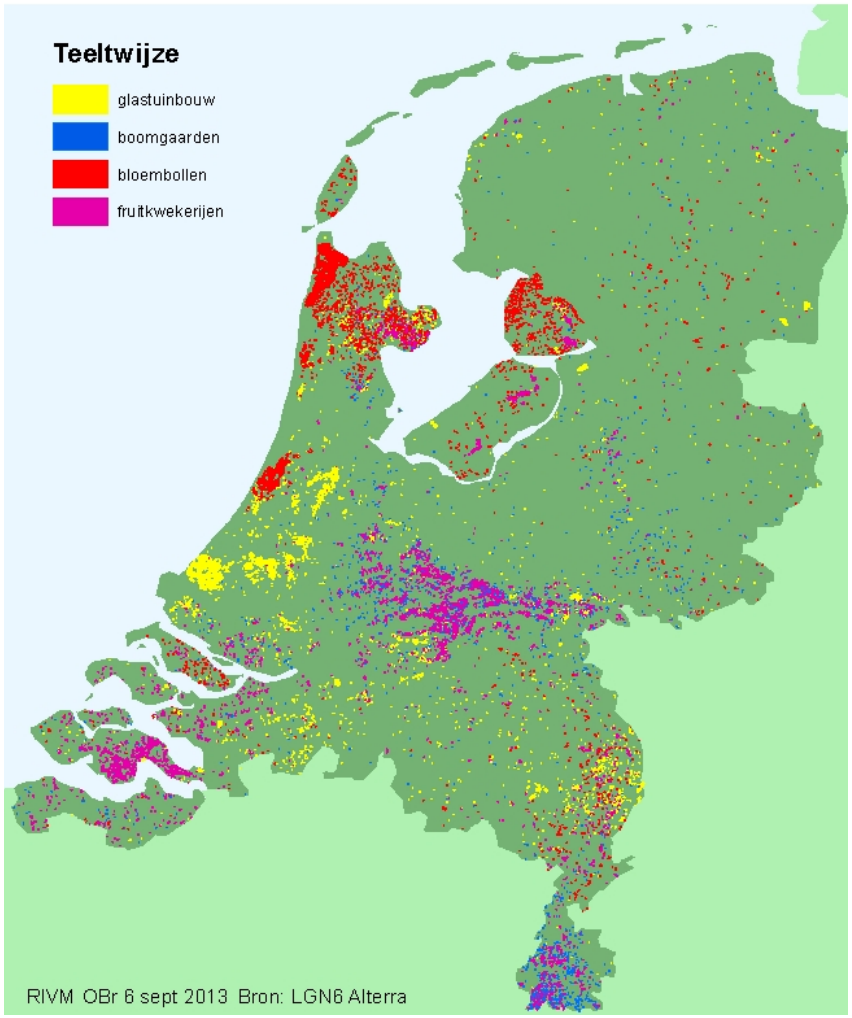
Koppeling van type gewas en/of het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan op nationaal of regionaal niveau beter inzicht geven in de gebieden waar een bepaald gewasbeschermingsproduct veel wordt gebruikt of waar een type gewas veel voorkomt. In samenhang met de locaties van woonadressen en/of instellingen – zoals scholen en verzorgingshuizen – kan een eerste schatting worden gemaakt van de regio's waar blootstelling van de bevolking aan gewasbeschermingsmiddelen waarschijnlijk is. Daarbij moet rekening worden gehouden met het feit dat registraties altijd berusten op historische gegevens. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is afhankelijk van het type gewas en van het weertype gedurende een jaar. Voor een nauwkeurige schatting van de blootstelling tijdens het onderzoek is samenwerking met de telers in het onderzoeksgebied noodzakelijk.

Tabel 1 geeft een samenvatting van de databestanden die beschikbaar zijn om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in kaart te brengen.

Tabel 1. Overzicht databestanden

Bestand	Bronhouder	Frequentie	Locatie	Opmerkingen
Basisregistratie Percelen	DR (Dienst Regelingen van min. EZ)	Jaarlijks	Opvraagbaar	Peildatum 15 mei
Landbouwtelling	CBS	Jaarlijks	Opvraagbaar	
Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN)	Alterra	Per 3-5 jaar. LGN6: nov. 2009 LGN7: eind 2013	Aanwezig op RIVM	
Registratie gebruik gewasbeschermings-middelen	KAVB	Jaarlijks	Opvraagbaar op postcode niveau	
Gewasbescherming	CBS	4-jaarlijks Laatste: 2012 (verwacht maart 2014)	Opvraagbaar op nationaal niveau	Steekproef uit Landbouw-telling
Verkoopgegevens producenten gewasbeschermings-middelen	Ministerie EZ	Jaarlijks	RIVM heeft toegang	

Ter illustratie wordt in Figuur 3 weergegeven in welke regio's in Nederland zich bollenvelden, boomgaarden, fruitkwekerijen en boomkwekerijen bevinden. Deze kaart is gemaakt met gegevens uit de LGN6 database. Ook voor andere teelten kan een dergelijke kaart worden gemaakt.



Figuur 3. Overzicht van verschillende teelten in Nederland
Fruitkwekerijen: percelen met laagstammige fruitbomen zonder onderscheid naar type vrucht
Boomgaarden: percelen met hoogstammige fruitbomen zonder onderscheid naar het type vrucht

3 Selectie studiepopulatie

Zoals beschreven in de inleiding, raadt de Gezondheidsraad aan om zowel volwassenen als kinderen en om mensen met en zonder beroepsmatige blootstelling te selecteren voor deelname. De Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014) adviseert bovendien speciale aandacht te besteden aan kinderen jonger dan vier jaar, vrouwen in de vruchtbare leeftijd, en aan eventueel andere groepen met een verhoogd risico op schadelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen, zoals ouderen.

3.1 Locatiegegevens omwonenden

De locatie van de woningen van omwonenden is een belangrijk hulpmiddel bij het vaststellen van mogelijke blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen. De locatie van alle adressen in Nederland is opgenomen in de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen) die wordt beheerd door het Kadaster, terwijl de gemeenten – als bronhouders – verantwoordelijk zijn voor het opnemen van de gegevens in de BAG. In de BAG is het mogelijk om een selectie te maken van woonadressen en waarbij tevens een schatting van het aantal bewoners van een adres aanwezig is. Het aantal bewoners per adres is geschat door het aantal inwoners van een PC6-gebiedje te delen door het aantal adressen met een woonfunctie in dat gebiedje. Ook adressen met een ander gebruiksdoel dan wonen kunnen worden geselecteerd, zoals adressen met een gezondheidszorgfunctie of onderwijsfunctie. De locatie van adressen waar mogelijk extra kwetsbare groepen verblijven, kan op deze manier in kaart worden gebracht.
De locaties van scholen voor basisonderwijs, voortgezet onderwijs en speciaal onderwijs zijn als aparte kaarten beschikbaar, evenals de hoofdvestigingen van mbo en hoger onderwijs. De adressen van de lagere en middelbare scholen zijn redelijk nauwkeurig, maar het hoger onderwijs heeft vaak meerdere vestigingen waarbij alleen de locatie van de centrale vestiging op de kaart staat. Behalve de locatie is nog een aantal andere zaken over scholen bekend, zoals het aantal leerlingen, de PC4-gebieden waar ze vandaan komen, de leeftijdsopbouw en het soort school.

Tabel 2 geeft een samenvatting van de databestanden die beschikbaar zijn om de locatie van woningen en onderwijs- en zorginstellingen in kaart te brengen.

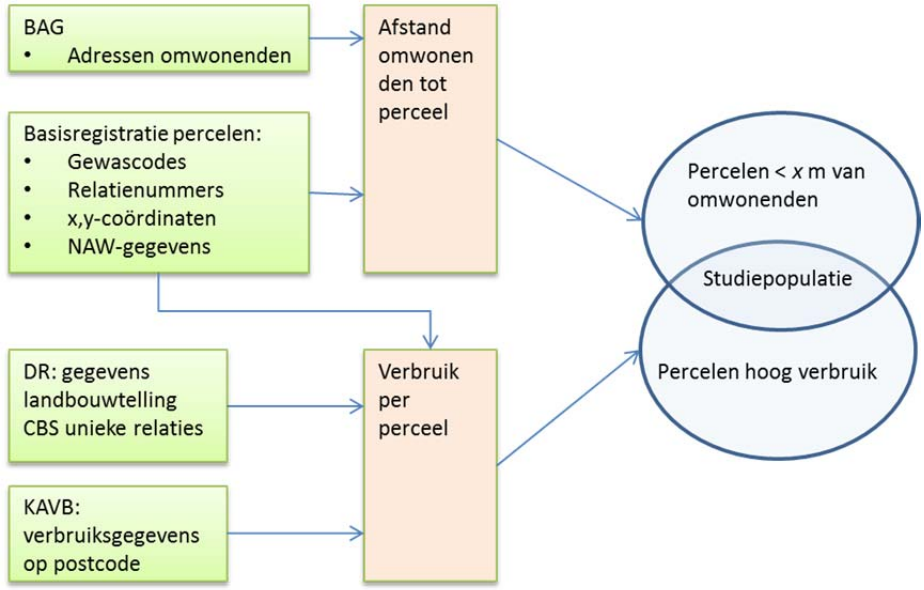
Tabel 2. Overzicht databestanden

Bestand	Bronhouder	Frequentie en/of peildatum	Locatie	Opmerkingen
Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)	Gemeenten (Kadaster beheerd)	Continu	Aanwezig op RIVM	RIVM ontvangt halfjaarlijks update
Locatie onderwijsinstellingen	Dienst Uitvoering Onderwijs (ministerie OCW)	Jaarlijks, meest recente peildatum 1-8-2013	http://www.duo.nl/organisatie/open_onderwijsdata/data-bestanden/default.asp	Open data-bestanden
Locatie ziekenhuizen	RIVM Zorgatlas	september 2012	Aanwezig op RIVM	
Locatie verpleeg- en verzorghuizen	ActiZ	2009	Aanwezig op RIVM	

3.2 Koppeling van gegevensbestanden

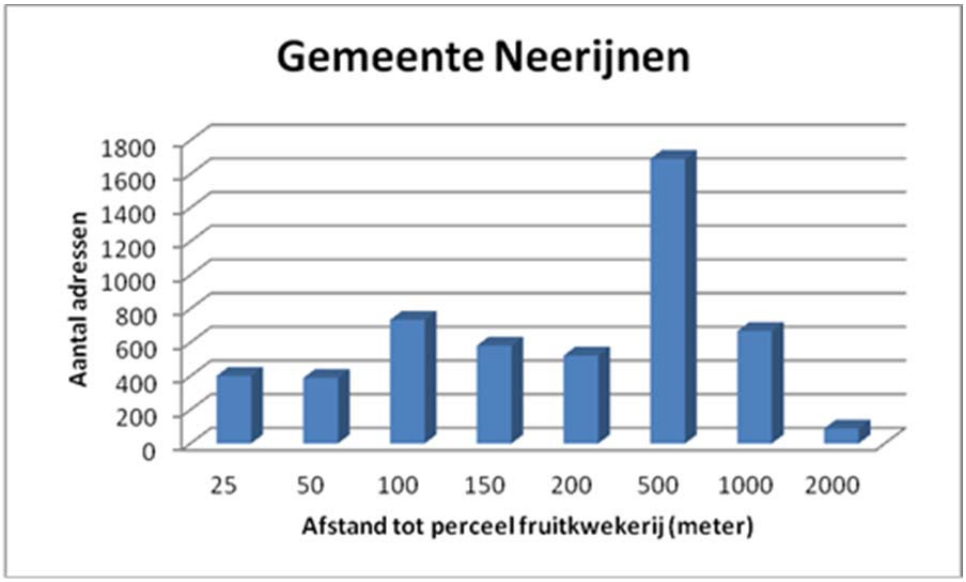
De voor de volksgezondheid meest relevante situatie van blootstelling is er een waarbij relatief veel mensen wonen nabij percelen waar de in het onderzoek te selecteren stoffen worden gespoten. Met andere woorden: de populatie 'at risk' moet voldoende groot zijn. De databestanden beschreven in de paragrafen 2.4 en 3.1 kunnen op verschillende manieren aan elkaar worden gekoppeld met een geografisch informatie systeem (GIS). Door gegevens te combineren kunnen geschikte onderzoeksgebieden in kaart worden gebracht.

Door adresgegevens van woningen te koppelen aan locatiegegevens van percelen en het middelengebruik per postcodegebied, kan een schatting worden gemaakt in welke gebieden in Nederland zich een grote 'populatie at risk' bevindt. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4. Vanuit het beleid zijn de volgende afstanden tussen woningen en percelen relevant: 25 meter en 50 meter. In veel gemeenten, zoals in Houten, moet een afstand van 25 meter worden aangehouden tussen de gevel van de woning en de boomgaard. Binnenkort zal deze afstand op 50 meter worden gesteld. Er is geen landelijk beleid ten aanzien van spuitvrije zones. Let wel: omdat hier wordt gebruikgemaakt van historische gegevens, moet bij de uitvoering van blootstellingsonderzoek altijd actuele informatie over perceel- en middelgebruik worden verzameld bij telers.

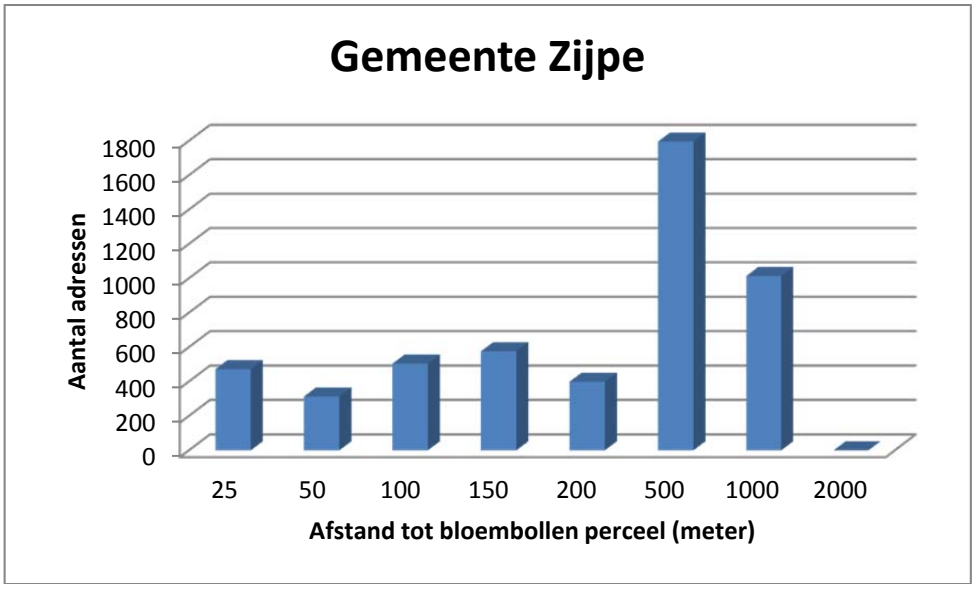


Figuur 4. Koppeling van gegevensbestanden voor de selectie van onderzoeksgebieden

Voor een eerste selectie van het onderzoeksgebied kan op het oog worden gekeken waar teelten zich concentreren en waar zich veel woningen bevinden. Vervolgens kan worden ingezoomd op (administratieve) regio's, zoals provincie, gemeente, GGD-regio, postcodegebied, wijk of buurt. Voor zo'n regio kan de verdeling worden weergegeven van de afstand van woonadressen tot een perceel. In Figuur 5 en Figuur 6 staan voorbeelden voor fruitteelt in de gemeenten Neerijnen (Betuwe) en voor bollenteelt in de gemeente Zijpe (Noord-Holland). In heel Nederland wonen ongeveer 30.000 mensen binnen 50 meter van een perceel met bollenteelt en ongeveer 58.000 mensen binnen 50 meter van een perceel met fruitteelt.

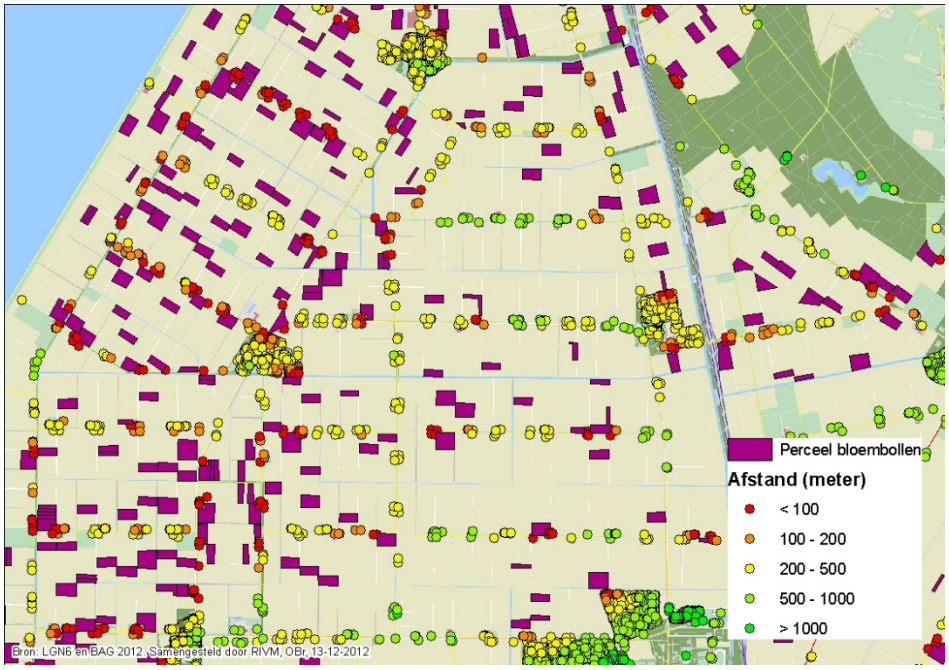


Figuur 5. Afstand van BAG-adressen 2012 tot het dichtstbijzijnde perceel van een fruitkwekerij, gemeente Neerijnen (Betuwe)



Figuur 6. Afstand van BAG-adressen 2012 tot het dichtstbijzijnde bloembollenperceel, gemeente Zijpe

In Figuur 7 worden ter illustratie voor een deel van Flevoland de locaties van bloembollenpercelen en woonadressen getoond. Voor elk woonadres (uit de BAG) is de afstand tot het dichtstbijzijnde perceel (uit de LGN6) berekend. De kleuren van de woonadressen zijn een maat voor de afstand tot het dichtstbijzijnde perceel. Van elk woonadres is ook een schatting bekend van het aantal personen dat op het adres woont. Met deze methode kunnen schattingen worden gemaakt van het aantal personen in Nederland of een andere regio dat binnen een bepaalde afstand van bloembollenvelden en/of fruitteelt woont. Dit geeft inzicht in het aantal personen dat mogelijk is blootgesteld aan gewasbeschermingsmiddelen. Daarnaast biedt deze analyse de mogelijkheid om onderzoeksgebieden te selecteren waar voldoende mensen in de nabije omgeving van een bloembollen- of fruitperceel wonen. Er is overigens een groot aantal bedrijfswoningen te zien op de kaart (alle woningen op de lijnen). Eenzelfde analyse kan ook worden gebruikt om de locatie van kinderdag-verblijven, onderwijsinstellingen, zorginstellingen, et cetera te relateren aan de ligging van landbouwpercelen.



Figuur 7. Afstand van woonadressen tot bloembollenvelden in een deel van Flevoland

Bovenstaande analyse geeft inzicht in de afstand van de bevolking tot percelen, maar zegt nog weinig over de werkelijke blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen. Daarvoor is onder meer inzicht nodig in het type en de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel dat op een perceel wordt/is toegepast. Deze informatie is niet beschikbaar per perceel, maar wel opvraagbaar per postcodegebied. Koppeling van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen met het areaal per postcodegebied geeft een indicatie van het gemiddelde gebruik en de mogelijke blootstelling per postcodegebied.

Bij de selectie van onderzoeksgebieden is ook de nabijheid van andere percelen van belang. Hoe minder andere percelen in de nabijheid, des te beter kunnen residuen van een bepaald middel in de urine worden gerelateerd aan middelengebruik op percelen van telers die in het onderzoek zijn betrokken. De mogelijkheid hoog te worden blootgesteld is echter het grootst als er ook op omliggende percelen (met dezelfde of andere teelten) wordt gespoten. Zo worden bijvoorbeeld in de aardappelteelt, net als in de bloembollenteelt, veel fungiciden gebruikt.

3.3 Selectie controlegroep

Om blootstelling die is toe te schrijven aan het wonen in een agrarisch gebied te kunnen scheiden van blootstelling afkomstig uit de voeding of door particulier gebruik, is een controlegroep nodig. De optimale controlegroep bestaat uit mensen die qua leefstijl en leefomstandigheden zo veel mogelijk op de omwonenden lijken. Zo zouden mensen uit het studiegebied kunnen worden geselecteerd die op een aanzienlijke afstand van een perceel wonen (inclusief percelen met andere gewassen waarbij dezelfde of vergelijkbare stoffen als de geselecteerde stoffen worden gebruikt) en die niet beroepsmatig zijn blootgesteld. Deze aanpak is vergelijkbaar met de methodiek die bij lopende gezondheidsonderzoeken wordt gehanteerd, waarbij verschillende afstanden tot

percelen in combinatie met gebruiksgegevens worden gehanteerd om de blootstelling te schatten. Een punt van aandacht is dat er bij de selectie van controlepersonen op moet worden gelet dat de kans dat zij als omstander aan gewasbeschermingsmiddelen worden blootgesteld, beperkt is. Mensen die in de stad wonen maar die regelmatig door agrarisch gebied fietsen, zijn bijvoorbeeld minder geschikt als controles.
Omwonenden kunnen mogelijk ook hun eigen controles zijn, door ook buiten het spuitseizoen metingen te doen. Deze aanpak veronderstelt dat buiten het spuitseizoen geen gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt. Voor fruitteelt kan deze veronderstelling echter onterecht zijn.

4 Meetstrategie

In dit hoofdstuk worden verschillende methoden beschreven om blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen te bepalen. Er wordt ingegaan op metingen in contactmedia (buitenlucht, binnenlucht, huisstof, water, gewassen), biomonitoring, en vragenlijsten. Praktische aspecten, zoals de beschikbaarheid van meetapparatuur en de opslag en het transport van monsters, komen hierbij aan de orde. Tot slot komt aan bod hoe de omvang van het onderzoek (het aantal deelnemers en metingen) kan worden bepaald.
Het RIVM adviseert evenals de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014) om lokale, goed getrainde veldwerkers in te zetten om vragenlijsten en (urine)monsters te verzamelen. Zij moeten goed bekend zijn met de lokale problematiek omdat zij het directe aanspreekpunt voor de deelnemers zijn.

4.1 Metingen in contactmedia

4.1.1 Buitenlucht

Het is lastig om een meetcampagne voor gewasbeschermingsmiddelen in buitenlucht op te zetten, doordat van tevoren niet precies bekend is op welk moment zal worden gespoten. De meting moet vlak voor het spuiten worden gestart, indien mogelijk via een tijdklok of regeling op afstand. De techniek lijkt momenteel echter nog niet zo ver te zijn dat dit laatste mogelijk is. Een andere manier is om apparaten in te zetten die gedurende een week veel lucht aanzuigen en die zowel de gasfase als deeltjes opvangen, namelijk High Volume Samplers (HVS). De totale gemeten concentratie gewasbeschermingsmiddelen zou dan achteraf aan een spuitmoment in die week kunnen worden toegeschreven, mits er geen andere bronnen op die locatie en in die week zijn. Er zijn in totaal in Nederland zo'n vijf HVS aanwezig, verdeeld over verschillende instituten.



Figuur 8. High volume sampler Digitel DH77 operationeel op de locatie De Zilk (444) van het RIVM Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit



Figuur 9. Passieve sampler operationeel op de locatie De Zilk (444) van het RIVM Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

Voor zover bekend zijn nog weinig buitenluchtmetingen verricht in het kader van blootstellingsonderzoek bij omwonenden, met uitzondering van meetcampagnes in de Verenigde Staten van de Environmental Protection Agency (CalEPA, 2013) en het Pesticide Action Network North America (PANNA, 2012). Curwin et al. hebben één 24-uurs monster genomen in binnenlucht en één in buitenlucht per woning van 25 agrariërs en 25 niet-agrariërs. In respectievelijk 89 procent en 99 procent van de monsters lagen de concentraties van de zes gemeten gewasbeschermingsmiddelen onder de detectielimiet (Curwin et al., 2005).

HVS zijn eerder gebruikt bij onderzoek naar Persistent Organic Pollutants (POP), waaronder een aantal gewasbeschermingsmiddelen in lucht in Nederland (Hollander et al., 2012). Bemonstering vond elke week, gedurende de hele week, plaats in de periode 2009/2010 in De Zilk; een meetlocatie van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (http://www.lml.rivm.nl/, bezocht op 17 januari 2012). De concentraties van de meeste gechloreerde koolwaterstoffen lagen onder de detectielimiet in luchtstof, maar in de gasfase werden vaker detecteerbare hoeveelheden aangetroffen. Voor dieldrin en alfa-endosulfan werden pieken gevonden in de periode juli-augustus, wanneer er ook wordt gespoten. In het rapport wordt vermeld dat de EMEP (European co-operative programme for Monitoring and Evaluation of the long-range transmission of air Pollutants) werkt aan de ontwikkeling van goedkopere passieve monstername-methodes voor monitoringsdoeleinden.

Concentraties van gewasbeschermingsmiddelen in buitenlucht zijn ook tussen 1999 en 2002 gemeten in Nederland. Ongeveer 80 gewasbeschermingsmiddelen zijn elke 4 weken op 18 locaties gemeten. De meetlocaties lagen niet in de buurt van bekende bronnen als bollenvelden of boomgaarden. De gemeten depositiepatronen van gewasbeschermingsmiddelen bleken desondanks samen te hangen met het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in bepaalde

perioden en gebieden. De jaarlijkse depositie verschilde, door verschillen in gebruik, tot een factor twee, van jaar tot jaar. Voor oppervlaktewater gold dat de atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen van dezelfde ordegrootte was als de bijdrage van drift en afstromen ('lateral leaching') (Duyzer and Vonk, 2003).

Het verdient aanbeveling om te bekijken of monsters ook zonder pomp zouden kunnen worden genomen: 'passieve monstername'. Dit is logistiek handig; er is geen energie nodig, het is stil en goedkoper en waarschijnlijk kan op meer plaatsen tegelijk worden gemeten dan met HVS. Recent zijn in de Verenigde Staten passieve polyurethane foam depositie platen ('disks') gebruikt voor de bemonstering van gewasbeschermingsmiddelen (Armstrong et al., 2013). In bovengenoemde studie in De Zilk in Nederland is, gelijktijdig met de monstername met de HVS, een aantal gewasbeschermingsmiddelen passief bemonsterd met een PUF (Hollander et al., 2012). De passieve monsternametechniek kan dus worden gevalideerd. Er bestaan ook fijnstofmeters (PM-meters), die één dag lucht kunnen aanzuigen. Dat is waarschijnlijk in dit geval te kort, vanwege de lage hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen in buitenlucht en het onbekende spuitmoment. Metingen van drift zouden moeten worden uitgevoerd in een selectie van de studiepopulatie: dit vereist namelijk een aanzienlijke onderzoeksinspanning (verschillende afstanden en hoogtes) en een intensieve samenwerking met de teler. Driftmetingen kunnen meerdere doelen dienen: 1) kwantificeren van de bron 2) aansluiten bij zorgen van omwonenden die drift waarnemen 3) valideren van verspreidingsmodellen 4) schatten kans op acute gezondheidseffecten 5) evaluatie van criteria voor de gewenste afstand tussen bedrijven en bebouwing. Het precieze doel en de optimale meetstrategie daarvoor moeten nog nader worden bepaald.

Er zijn in Nederland al veel driftmetingen gedaan (van de Zande et al., 2012), maar de focus daarbij lag op driftdepositie op de grond en naar oppervlaktewater. Op basis van de metingen zijn zogenaamde driftcurves (benedenwindse depositie van dampdrift als een functie van afstand) opgesteld. Tijdens deze driftmetingen is op één afstand naast het perceel ook de drift naar de lucht gemeten. Dit geeft een globale schatting van de blootstelling voor omstanders en bewoners. Wat ontbreekt, zijn goede metingen van de verdeling van de druppeldrift naar de lucht op verschillende hoogtes en afstanden van het perceel. De driftcurves zijn afhankelijk van de spuittechniek; daardoor zouden bij voorkeur zowel de standaard spuittechniek en meerdere stappen van driftreducerende technieken (bijvoorbeeld 50 procent en 90 procent driftreducerend) moeten worden geselecteerd voor driftmetingen.

Voor driftmetingen bestaat een standaard internationaal protocol (ISO, 2006) dat is aangepast voor de Nederlandse situatie (CIW, 2003). Druppeldrift in de lucht is bijvoorbeeld bepaald in een studie in de aardappelteelt (van de Zande et al., 2002). In die studie werd drift op 5,5 meter afstand van de laatste spuitmond gemeten met collectoren op 0, 1, 2, 3, en 4 meter hoogte. Aan de spuitvloeistof was de fluorescerende stof Brilliant Sulfo Flavine (BSF) toegevoegd. Na de blootstelling werden de collectoren (Siral Siebauer spherical synthetic cleaning pads) gewassen en werd de BSF-concentratie gemeten met behulp van fluorimetrie (van de Zande et al., 2002). Voor het blootstellingsonderzoek zou ook op andere afstanden van de spuitmond de dampdrift op verschillende hoogten moeten worden bepaald.

4.1.2 *Binnenlucht*

Ook voor monstername in binnenlucht geldt dat veel lucht moet worden aangezogen om meetbare hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen te kunnen verzamelen. Voor de monstername zijn dus pompen nodig, die veel lawaai maken en daardoor hinder kunnen geven voor de deelnemers. Er bestaan stillere pompen, maar die zuigen slechts zo'n 10 liter lucht per minuut aan. Het is eventueel mogelijk de pomp buiten te plaatsen en de monsternamekop binnenshuis, zoals in een studie in de Verenigde Staten bij dertien kinderen die waren geselecteerd op basis van hoge niveaus dialkylfosfaat in urinemonsters (Lu et al., 2004). In het voor- en najaar werd een 24-uurs monster genomen met een polyurethane foam (PUF) cartridge (SKC Inc., Eighty Four, PA). De gebruikte analysemethode had een lage detectielimiet en in de meeste monsters werden detecteerbare, maar lage hoeveelheden gewasbeschermingsmiddelen gevonden. De gevonden hoeveelheden leken te corresponderen met zelf-gerapporteerd eigen gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en niet zozeer met het al dan niet wonen in agrarisch gebied. De huisstofmonsters die in dezelfde studie werden verzameld lieten een grotere range aan blootstelling zien (Lu et al., 2004). Net als voor buitenlucht geldt dat mogelijk passieve monstername toepasbaar is. In een studie in Spanje werden bijvoorbeeld 'Semipermeable Membrane Devices' geplaatst in huizen waar bewoners zelf binnenshuis intensief gewasbeschermingsmiddelen gebruikten (Esteve-Turrillas et al., 2009).

4.1.3 *Huisstof*

De Universiteit Utrecht heeft huisstof verzameld in twaalf huizen van bollentelers uit Zijpe en vijftien huizen nabij bollenvelden waar geen bollentelers woonden (Hogenkamp et al., 2004). Het huisstof werd verzameld met een stofzuiger waaraan een monsternamekop met filter was bevestigd. Een standaardoppervlakte (1 of 2 m^2 afhankelijk van type vloerbedekking) van het vloeroppervlak in de woonkamer werd gedurende 2 minuten gezogen. De voor- en nagewogen filters werden geëxtraheerd in ethylacetaat. Hogenkamp et al. benadrukken dat validatiestudies nodig zijn om de monstername- en extractie-methode te evalueren. Zo is niet bekend of gewasbeschermingsmiddelen verdampen door het gebruik van de stofzuiger en of de samenstelling van het stofmonster de extractie beïnvloedt (Hogenkamp et al., 2004). De studie liet zien dat gewasbeschermingsmiddelen vaker werden aangetroffen in het stof uit de huizen van telers dan in de huizen van niet-telers (Hogenkamp et al., 2004).

In een aantal studies in de staat Washington zijn gewasbeschermingsmiddelen in huisstof bepaald (Fenske et al., 2002, Lu et al., 2000, Lu et al., 2004). In deze studie, waarin zowel urine van kinderen als huisstof werd verzameld, werden in totaal 76 huizen bezocht van toepassers, agrarische families en referentiefamilies. Het huisstof werd opgezogen met een High-Volume Surface Sampler (HVS3) in de woonkamer of de speelkamer als er vloerbedekking aanwezig was. Hard vloeroppervlak in de speelkamer werd bemonsterd met een doek, net als de werklaarzen en het stuur van de auto waarmee men van werk naar huis reed. De monstername met de doek werd gebruikt om te bekijken of de stoffen van het veld naar de woning werden getransporteerd ('take home exposure pathway') (Fenske et al., 2002). In huizen die dichtbij (<60 m) bespoten gebieden lagen, werden hogere concentraties gewasbeschermingsmiddelen in het huisstof aangetroffen dan in huizen die verder weg lagen (Fenske et al., 2002, Lu et al., 2000). De concentraties gewasbeschermingsmiddelen in huisstof correleerden enigszins met de concentraties van de metabolieten van de gewasbeschermingsmiddelen in urinemonsters van kinderen (Lu et al., 2000). Een andere studie in Washington

liet zien dat concentraties van vijf van de zeven bepaalde gewasbeschermingsmiddelen hoger lagen in het stof van huizen waar binnen een straal van 1250 meter was gespoten dan in huizen zonder nabij gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (Gunier et al., 2011). De concentraties van de meeste middelen hingen sterker samen met het gerapporteerde gebruik in de afgelopen twee jaar, dan met het gebruik in het afgelopen (half)jaar (Gunier et al., 2011). In een andere studie in de Verenigde Staten naar huisstofconcentraties van veel door bewoners gebruikte gewasbeschermingsmiddelen is aangetoond dat één monster voor de meerderheid van deze gewasbeschermingsmiddelen representatief is voor een periode van zo'n twee jaar (Deziel et al., 2013). Waarschijnlijk betekent dit dat ook gewasbeschermingsmiddelen die afkomstig zijn van nabij gelegen percelen relatief lang in huisstof aanwezig blijven en dat huisstofmonsters dus niet direct na het spuiten hoeven te worden genomen. Bepaalde kenmerken van gewasbeschermingsmiddelen, zoals de octanol-water verdelingscoëfficiënt en de dampdruk, bepalen of ze al dan niet een relatie vertonen met de hoeveelheid die in de omgeving van de woning wordt toegepast (Harnly et al., 2009).

Het RIVM en TNO hebben voor de milieuongevallendienst en voor bijvoorbeeld een onderzoek naar zware metalen in huisstof monsters verzameld met filterdoekjes (TechniCloth (9"x9") TX 609, van TEXWIPE) (Hall et al., 2009). Alleen woningen met harde vloerbedekking in de woonkamer werden geselecteerd, omdat de bemonsteringmethode niet geschikt is voor andere soorten vloerbedekking. Een oppervlak van 1 m^2 werd met verticale en horizontale S-bewegingen geveegd. De doekjes werden voor en na de meting gewogen om de hoeveelheid stof te bepalen.

Concluderend kan huisstof een indicatie geven van (een deel van) de blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen – zie de zwakke correlatie tussen huisstof en urine in VS-studie. Tot nu toe is niet goed uitgezocht wat de beste monsternamemethode is (doekjes of stofzuigen). Dit hangt ook samen met het type vloerbedekking (doekjes beter voor glad oppervlak, zuigen voor tapijt). Ook andere oppervlakken dan de vloer (bijvoorbeeld de tafel of de vensterbank) zouden kunnen worden bemonsterd. Een validatie van monstername- en extractiemethoden is nodig voordat het veldwerk kan worden verricht.

4.1.4 Water

De waterschappen monitoren jaarlijks de concentraties gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater. De onderzochte stoffen kunnen per jaar wisselen. Deze informatie is door het CML in Leiden verzameld en verwerkt in de Bestrijdingsmiddelenatlas (BMA) (http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl).

Het RIVM kan regenwatermetingen doen. Dat lijkt echter niet heel nuttig, aangezien regenwater geen goede indicator is voor lokale verspreiding van middelen. In theorie zijn ook metingen in oppervlaktewater en grondwater mogelijk, maar deze worden buiten beschouwing gelaten omdat de relatie met een perceel niet of nauwelijks is vast te stellen en concentraties hierin waarschijnlijk niet of zeer gering bijdragen aan de blootstelling. Ook bemonstering van drinkwaterputten wordt niet meegenomen omdat waarschijnlijk weinig mensen zo'n put gebruiken.

4.1.5 Gewassen (uit moestuinen, gras)

Er bestaan in Nederland geen formele protocollen voor het bepalen van representatieve concentraties van gewasbeschermingsmiddelen in en op

gewassen die niet zelf zijn bespoten. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit heeft richtlijnen voor het bemonsteren van gewassen in het geval van incidenten, dat wil zeggen wanneer het vermoeden bestaat dat er verontreiniging is opgetreden. Deze richtlijnen zijn niet zonder meer van toepassing voor dit onderzoek, waarin we niet zozeer willen vaststellen of een bepaalde verontreiniging is opgetreden, maar willen vaststellen welke concentraties in en op moestuinengewassen kunnen worden aangetroffen; representatieve concentraties voor bijvoorbeeld een heel veld of moestuinen langs bollenvelden in het algemeen. Voor dit doel is de procedure van Swartjes et al. (Swartjes et al., 2007) waarschijnlijk het meest geschikt. Zij beschrijven in stap 3 van hun procedure welke typen groenten, en in welke hoeveelheden, op een locatie het beste kunnen worden bemonsterd als indicatie voor gezondheidsrisico's door contaminanten (bijvoorbeeld zware metalen). De gewassen worden daarbij behandeld (schillen, wassen, et cetera) zoals in de huishoudelijke praktijk gangbaar is. Met deskundigen moet nader worden besproken of dit wassen en dergelijke ook voor het blootstellingsonderzoek de beste procedure is. Ook moet worden besproken of (onderdelen van) de OECD richtlijnen voor veldexperimenten bruikbaar zijn bij het opstellen van een protocol, zie http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-509-crop-field-trial_9789264076457-en en http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2011)50&doclanguage=en, bezocht op 26 augustus 2013). Deze richtlijnen, waaraan Nederland zich heeft gecommitteerd, worden gebruikt door fabrikanten van pesticiden voor het residu-dossier. Het doel van die richtlijnen is om vast te stellen hoeveel van een gewasbeschermingsmiddel maximaal achterblijft op de gewassen die zijn bespoten.

De GGD'en in Noord-Holland en de toenmalige Keuringsdienst van Waren hebben al eens gewasmonsters genomen uit moestuinen naast bollenpercelen en van voormalige bollenpercelen (Staal, 2000). In totaal zijn ruim 90 monsters genomen van 9 verschillende gewassen bij ongeveer 25 moestuinhouders en bollentelers, en waarop 15 verschillende gewasbeschermingsmiddelen zijn bepaald. Er zijn geen residuen aangetoond in concentraties boven de detectiegrens van de geselecteerde gewasbeschermingsmiddelen (Staal, 2000). Het rapport beschrijft een aantal voorwaarden voor de gewasbemonstering, die hier zijn aangevuld met criteria uit de methode van Swartjes et al., namelijk:

Selectie van moestuinen
- Eigenaren moeten bereid zijn monsters te laten nemen. In het onderzoek van Staal werden monsters van ongeveer één pond per stuk genomen, wat voor veel groenten overeenkomt met de procedure van Swartjes (Swartjes et al., 2007).
- Ligging op een dusdanige afstand (<25 m voor druppeldrift en <1 km voor dampdrift) van een perceel dat in redelijkheid verwacht kan worden dat gewasbeschermingsmiddelen via drift en/of via gebruik van slootwater op de moestuin kunnen komen.
- Bereidheid van de moestuinhouder om (via een dagboekje) schriftelijke informatie te verstrekken over de behandeling van de gewassen op de tuin.
- Mogelijkheid om informatie te verkrijgen over het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op het nabijgelegen perceel.

Selectie van gewassen
- Groentes uit alle vier categorieën (vruchtgroente, bladgroente, bol- en knolgewas, overig), omdat niet a priori kan worden gesteld welke groentesoort in welk gewasgedeelte een bepaald gewasbeschermingsmiddel

zal opnemen. Als het doel van de metingen is om contaminatie via drift te bepalen, zijn knolgewassen niet direct relevant (hooguit via indirecte blootstelling via de grond en opname door wortels en/of blad).
- De opname door het gewas hangt onder andere af van de water-oplosbaarheid van het gewasbeschermingsmiddel, de aanwezigheid van hulpstoffen en het vetgehalte van het gewas(gedeelte). Eventueel zou de opname door het gewas kunnen worden voorspeld met behulp van modellen (Swartjes et al., 2007) en zou de selectie daarop kunnen worden gebaseerd.
- Het gewas moet een zodanig aandeel hebben in de teelt op moestuinen of in volgteelt dat er een redelijke kans is dat het door de meewerkende moestuinhouders en volgtelers wordt verbouwd, zie (Hulshof, 1988) en (Swartjes et al., 2007).
- Het gewas moet een redelijk aandeel hebben in het dagelijkse voedingspatroon. Om groente- en fruitconsumptie van moestuinhouders te bepalen, corrigeren Swartjes et al. de resultaten van de Voedselconsumptiepeiling (van Rossum et al., 2011) met resultaten van de enige peiling onder moestuinhouders (Hulshof, 1988). Moestuinhouders eten (bepaalde) groenten namelijk meer dan gemiddeld.
- De groeiperiode van het gewas moet (deels) samenvallen met de tijd dat de gewasbeschermingsmiddelen op de bloembollenpercelen worden toegepast (afhankelijk van het bolgewas, vanaf februari tot in september).
- Het gewas moet zich lenen voor detectie van gewasbeschermingsmiddelen. Kool is bijvoorbeeld gecontra-indiceerd bij onderzoek naar dithiocarbamaten, omdat deze stoffen worden geanalyseerd op CS2, terwijl kool zelf CS2 bevat (de Kroon et al., 1993).
- In het gewas moeten niet (uitsluitend) dezelfde gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt die men wil onderzoeken op basis van gebruik in de geselecteerde teelten. Dit moet van tevoren worden overlegd met de moestuinhouders.

Op basis van bovengenoemde criteria is door Staal een keuze gemaakt voor de moestuingewassen sperziebonen, peultjes, sla, andijvie, spinazie, worteltjes, bietjes, aardappelen en rabarber (Staal, 2000). Sla, andijvie, spinazie, worteltjes en aardappelen worden ook door Swartjes et al. aanbevolen voor bemonstering, aangevuld met tomaat, courgette, meloen/pompoen en prei (Swartjes et al., 2007).

De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit onderzoekt steekproefsgewijs residuen van gewasbeschermingsmiddelen op groente- en fruitmonsters uit normale handelspartijen (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, 2012). Dit gebeurt op een Europees geharmoniseerde manier, zie Richtlijn 2002/63/EG. EFSA publiceert op basis van deze gegevens uit alle EU-lidstaten jaarlijks een EU-breed overzicht, zie http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3130.pdf In bijvoorbeeld de Verenigde Staten bestaat een soortgelijk monitoringsprogramma (Department of Pesticide Regulation, 2011), net als in andere EU-landen (Boon et al., 2012). De hierbij gehanteerde meetstrategie richt zich op de handel, en niet op het verzamelen van monsters op het veld. Zo'n strategie is wel beschreven door de OECD (OECD, 2009), omdat producenten van gewasbeschermingsmiddelen in hun toelatingsdossier dit soort gegevens moeten overleggen, en omdat deze gegevens op een eenduidige manier moeten worden verkregen. Bij TNO is ervaring met het bemonsteren van gewassen in veldstudies. Hierbij wordt gebruikgemaakt van 'leaf punches' (kleine schijfjes bladmonster) waarop dislodgeable foliar residues (DFR) worden geanalyseerd. Dit zijn residuen die met een waterige oplossing van beide kanten van een blad kunnen worden verwijderd.

4.2 Biomonitoring

4.2.1 Criteria voor indicatoren

Met behulp van biomonitoring kan de inwendige blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen indirect worden afgeleid. Concentraties van stoffen in lichaamsmateriaal zijn een weerspiegeling van de door het lichaam binnengekregen hoeveelheid via alle mogelijke routes (inhalatoir, dermaal, oraal) (Aprea, 2012). Gewasbeschermingsmiddelen worden meestal gemeten in urine (Aprea, 2012).

Volgens de Gezondheidsraad heeft 'blootstellingsbiomonitoring vooral meerwaarde boven omgevingsmonitoring in situaties waarin weinig bekend is over de bronnen en routes van opname' (Gezondheidsraad, 2003). In het geval van blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden is dit het geval: er is weinig bekend over mogelijke chronische blootstelling in huis en over de relatieve bijdrage van verschillende opnameroutes, vooral voor kinderen.

De Gezondheidsraad noemt de volgende criteria voor zinvol onderzoek van de inwendige blootstelling (Gezondheidsraad, 2014):

- de inwendige 'blootstellingsindicator' is voldoende specifiek voor de uitwendige bron(nen);
- er is voldoende kennis over de halfwaardetijd van uitscheiding, zodat het optimale moment van monstername kan worden bepaald;
- de blootstellingsindicator dient aanwezig te zijn in goed toegankelijk lichaamsmateriaal;
- er treedt geen contaminatie of verlies op bij afname, transport en opslag;
- er is een analysemethode beschikbaar met voldoende specificiteit en sensitiviteit;
- er zijn goede referentiegegevens of een goede controlegroep beschikbaar.

De Gezondheidsraad noemt ook andere aspecten waarmee rekening gehouden moet worden (Gezondheidsraad, 2014):

- de technische en organisatorische haalbaarheid;
- het draagvlak voor deelname bij betrokkenen;
- een positieve balans van voor- en nadelen voor individu of groep;
- inbedding in onderzoek naar uitwendige blootstelling.

Zowel de moederstof als metabolieten van de moederstof komen in aanmerking voor biomonitoring. In opdracht van de GGD Amsterdam hebben studenten van de Universiteit Utrecht uitgezocht welke metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen die worden gebruikt in de bloembollenteelt kunnen worden aangetoond in de urine van kinderen. Zij concluderen dat van alle in het kader van hun onderzoek geselecteerde stoffen de moederstof en een relevant metaboliet gemeten kunnen worden in de urine, behalve voor chloorprofam en prochloraz, waarvoor alleen metabolieten detecteerbaar zijn. Verder bevelen zij aan om vanwege de hogere toxiciteit de moederstof te meten (Arp et al., 2011).

Biomonitoring van gewasbeschermingsmiddelen wordt meestal gedaan door concentraties in urine te meten. Correctie voor de concentratie creatinine in de urine, wat een maat is voor hoe geconcentreerd de urine is, is daarbij gebruikelijk. Bij kinderen die nog niet zindelijk zijn, is het mogelijk urine te verzamelen uit luiers (Bradman et al., 2007). Meten in speeksel wordt afgeraden door mogelijke invloeden van de in speeksel aanwezige enzymen en doordat het

moeilijk is voldoende speeksel te verzamelen (Arp et al., 2011). Voor blootstellingsonderzoek waarbij op een aantal momenten een monster wordt verzameld bij jonge kinderen, lijkt het afnemen van bloed minder geschikt.

4.2.2 Interpretatie van resultaten van biomonitoring

Concentraties van residuen (moederstof of metabolieten) in urine kunnen worden teruggerekend naar de uitwendige blootstelling als voldoende kennis beschikbaar is over opnameroutes en de kinetiek in het lichaam. Hiervoor worden farmacokinetische modellen (ook PBPK-modellen genoemd) gebruikt. Een biomonitoringsequivalent (BE) is de concentratie (of range van concentraties) van een residu in een biologisch medium die overeenkomt met toxicologische richtwaarden, zoals de ADI (Hays and Aylward, 2012). Farmacokinetische modellen en het BE-concept kunnen worden gebruikt om gemeten concentraties in urine te duiden. Het IOM in Groot-Brittannië (Galea et al., 2011) gebruikt bijvoorbeeld een model gebaseerd op dat van Rigas et al. (Rigas et al., 2001) om te berekenen wat concentraties stoffen in urine zouden zijn bij een blootstelling gelijk aan de ADI. In modellen moeten echter veel aannames worden gemaakt over opname, metabolisme en uitscheiding van stoffen. Het gedrag van stoffen in het lichaam is vaak onbekend, en er zijn (onbekende) verschillen tussen individuen waar farmacokinetische modellen geen rekening mee (kunnen) houden, zoals genetisch bepaalde verschillen in de snelheid van biotransformatie en verschillen in biometrie en fysiologie. Desondanks kunnen gemodelleerde doses in de praktijk goed overeenkomen met gemeten doses (Scher et al., 2008). BE's zijn afgeleid voor ongeveer tachtig stoffen. Hier zijn ook enkele stoffen uit gewasbeschermingsmiddelen bij, waaronder 2,4-D en deltamethrin (Hays and Aylward, 2012), wat betekent dat deze stoffen of metabolieten meetbaar zijn in een biologisch medium, en dat informatie beschikbaar is over opname en toxicokinetiek.

Een andere manier om concentraties residuen in urine te interpreteren, is om bevindingen uit dierexperimentele studies te extrapoleren naar de mens (Hays and Aylward, 2012). Hierin worden dieren blootgesteld aan toxicologisch kritische doses (bijvoorbeeld de LOAEL), waarna residuen in urine worden bepaald. Extrapolatie naar de mens gaat echter ook met aannames gepaard.

De gemeten concentraties van residuen van gewasbeschermingsmiddelen in urine geven een indicatie van de blootstelling. Vanwege bovenstaande aspecten kan hier niet op individueel niveau direct een gezondheidskundige betekenis aan worden toegekend. Hiermee moet rekening worden gehouden bij de communicatie van resultaten naar omwonenden.

4.2.3 Monsternamestrategie

De concentratie residuen in urine varieert tussen personen en tussen herhaalde metingen in één individu (binnen en tussen dagen, maanden of seizoenen). Hierdoor geeft de concentratie van één urinemonster van één persoon niet de gemiddelde blootstelling van deze persoon weer, en is het noodzakelijk om op meer momenten urinemonsters te verzamelen (Barr and Angerer, 2006). Voor chronische blootstelling aan een constante concentratie over een lange periode kan een enkel monster representatief zijn, maar voor periodieke of acute blootstelling is dit niet het geval. Het hangt af van kenmerken van het gebruik (frequentie) en toxicokinetiek (halfwaardetijd) van de specifieke stof wat de optimale monsternamestrategie is. In een aantal eerdere studies naar concentraties gewasbeschermingsmiddelen in de urine werd gevonden dat de

variatie van dag tot dag veel groter is dan de variatie tussen personen (zie onder anderen (Griffith et al., 2011)).

Om piekblootstelling te bepalen, moet vanwege de relatief korte verblijftijd van residuen in het lichaam, kort na toepassing (binnen 24 uur (Galea et al., 2011)) van een gewasbeschermingsmiddel urine worden verzameld. In het onderzoek van het IOM zijn echter ook monsters verzameld binnen 48 uur na toepassing (Galea et al., 2011). Eén van de onderzochte stoffen in een pilotstudie was mancozeb (met als metaboliet ETU), dat een 50 procent verblijftijd heeft van 100 uur (Sleeuwenhoek et al., 2007). Idealiter worden 24-uurs monsters verzameld, maar om praktische redenen wordt vaak gedurende een kortere periode urine verzameld (spotmeting). Voor organofosfaten is beschreven dat de voorkeur uitgaat naar een spotmeting van ochtendurine, omdat deze de hoogste concentraties metabolieten bevat (Egeghy et al., 2011, Barr and Angerer, 2006).

Voor het bepalen van chronische blootstelling is de timing van monstername minder kritiek. In een onderzoek uit de VS is gevonden dat er geen relatie was tussen urineconcentraties van gewasbeschermingsmiddelen en de tijd vanaf toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Hieruit concluderen de auteurs dat gewasbeschermingsmiddelen mogelijk langdurig binnenshuis aanwezig blijven (Curwin et al., 2007).

In de praktijk zouden de deelnemers bijvoorbeeld gedurende een aantal weken binnen het spuitseizoen dagelijks urine kunnen verzamelen. Om de belasting voor de deelnemers zo laag mogelijk te maken, is ochtendurine aan te bevelen. Om zicht te krijgen op het verloop van metabolieten in urine, geniet 24-uurs urineverzameling echter de voorkeur. Om piekblootstelling te bepalen, kan een selectie van monsters waarvan achteraf blijkt dat ze vlak na het spuiten zijn verzameld, worden geanalyseerd. Een andere methode is om deelnemers op het moment van spuiten te verzoeken de volgende ochtend urine te verzamelen. Dit vereist een goede afstemming met de telers.
Voor het bepalen van blootstelling over een langere periode kan de gemiddelde concentratie van een aantal monsters worden bepaald. Een andere methode is om de urine van een periode (bijvoorbeeld een week) bij elkaar te (laten) voegen. Dit heeft als nadelen het grote volume en een mogelijk beperkte houdbaarheid indien stoffen niet stabiel zijn in urine. Door de urine over een adsorbens te leiden, worden de te onderzoeken stoffen geconcentreerd en kan achteraf met informatie over het totale volume de (gemiddelde) concentratie worden afgeleid.

Pilotstudies zijn geschikt om informatie over blootstelling/biomarkerconcentratie (de binnenpersoons- en tussenpersoonsvariatie) te verzamelen die nodig is om de optimale monsternamestrategie te bepalen (Loomis and Kromhout, 2004). Na een pilotstudie kan (beter) worden onderbouwd bij hoeveel personen moet worden gemeten, en hoeveel metingen per persoon nodig zijn om gemiddelde concentraties in urine betrouwbaar vast te stellen.

4.3 Opslag, transport en analyse van monsters

4.3.1 Huisstof, gewassen en (binnen)lucht

In een studie van de Universiteit Utrecht werden huisstofmonsters in de vriezer bewaard tot de extractie. De extracten werden met Gaschromatografie Massa Spectrografie geanalyseerd (door TNO Zeist) (Hogenkamp et al., 2004).

De procedure van Swartjes et al. beschrijft in detail hoe gewasmonsters het beste kunnen worden vervoerd, bewaard en geanalyseerd; bijvoorbeeld vervoer in papieren zakken en gekoeld transport en opslag (< 4 ^{o}C) (Swartjes et al., 2007). Voor opslag geldt wel dat het van de stof afhangt wat de optimale methode is. In de studie van Staal (Staal, 2000) werden de gewasmonsters op de dag van aanleveren door middel van 'huishoudelijk' wassen met water van aanhangend zand ontdaan, gesneden en in de diepvries geplaatst. Indien dit niet op dezelfde dag kon, werden de producten tijdelijk (maximaal vier dagen) in de koeling bewaard. Vervolgens werden met behulp van organische oplosmiddelen extracten vervaardigd en analyses gedaan door middel van verschillende chromatografietechnieken.

Monsters kunnen worden geanalyseerd op een specifiek middel of op een groot aantal stoffen tegelijk (die dan alle wateroplosbaar moeten zijn). Deze laatste methode is operationeel bij het RIKILT.

4.3.2 Urine

Na monstername is het afhankelijk van de stof hoe deze moet worden opgeslagen en hoe snel analyse moet plaatsvinden. Voor sommige stoffen is invriezen nodig om doorreageren van metabolieten te voorkomen, voor andere niet. Analyse van urinemonsters gebeurt op vergelijkbare wijze als bij stof-, lucht- en gewasmonsters. Wel is vanwege de verschillen in media een andere extractiewijze noodzakelijk.

4.4 Vragenlijsten en databases

Vragenlijsten en databases kunnen worden gebruikt om determinanten van blootstelling te bepalen die van belang zijn voor de (statistische) analyse, voor modellering van blootstelling en voor interpretatie van de metingen in urine en contactmedia. In een vragenlijst kan bijvoorbeeld worden gevraagd of iemand binnen of buiten was op het moment dat een perceel werd behandeld, of en hoe het huis werd geventileerd en of iemand thuis of in de tuin zelf gewasbeschermingsmiddelen heeft gebruikt. Ook kan worden overwogen om de voeding na te vragen, met als doel om de inname van gewasbeschermingsmiddelen via de voeding te kunnen schatten. In een database kan onder andere worden opgezocht wat de weersomstandigheden waren op het moment van toepassing, wat als input kan dienen voor een verspreidingsmodel. Hierbij moet de kanttekening worden gemaakt dat lokale weersomstandigheden van belang zijn en dat de bruikbaarheid van gegevens van het dichtstbijzijnde weerstation beperkt is (tenzij deze op het veld is geplaatst).

Voor biomonitoring is het van belang om het tijdstip van urineverzameling en het laatste toiletbezoek voor de urineverzameling na te vragen, zodat bekend is naar welk tijdinterval metabolieten in de urine refereren. Voor de interpretatie van concentraties residuen in huisstof moet worden nagevraagd wanneer er voor het laatst is gestofzuigd of schoongemaakt op de plaats van monstername. Het IOM maakt in zijn onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen (Galea et al., 2011) gebruik van een vragenlijst en activiteitendagboekje voor de twee dagen voorafgaand aan de urineverzameling. Deze kunnen dienen als basis voor een vragenlijst en dagboekje voor de Nederlandse situatie.

Niet alleen voor omwonenden, maar ook voor telers en hun familie moet een vragenlijst en/of dagboekje worden opgesteld. Belangrijke vragen hierin zijn wanneer (dag en tijdstip) ze hebben gespoten, welke middelen zijn gebruikt, in welke hoeveelheden en op welke locatie.

4.5 Bepalen groepsgrootte en benodigd aantal metingen

De groepsgrootteberekening geeft een indicatie van het aantal omwonenden en personen uit de controlegroep dat nodig is om statistisch betrouwbare uitspraken te doen. Hierbij moet worden vermeld dat de steekproefgrootte afhankelijk is van het gekozen middel en de te verwachte gemiddelde concentratie in de urine, en van de spreiding om het gemiddelde bij omwonenden en de controlegroep.
Als voorbeeld voor het berekenen van de groepsgrootte is gekozen voor het meten in urine van de volgende drie stoffen:

- Fluazinam;
- Mancozeb;
- Pirimicarb.

Voor alle drie de stoffen geldt dat er weinig bekend is over (referentie)waarden in de algemene bevolking. Het meeste is bekend over ETU, een metaboliet van mancozeb. De steekproefgrootteberekening is daarom alleen uitgevoerd voor ETU. In SCOPUS is met de volgende zoektermen gezocht naar artikelen waarin iets wordt beschreven over ETU in urine in de algemene bevolking of bij controles in onderzoek naar beroepsmatige blootstelling:

(mancozeb or etu) and urine and (population or children or adults or controls)

In Tabel 3 staat een overzicht van de gevonden artikelen in de algemene bevolking en in controlegroepen van studies onder de beroepsbevolking. Er is geen informatie beschikbaar over concentraties ETU in urine van omwonenden, behalve een studie onder zwangere vrouwen in Salinas Valley; een gebied waar veel wordt gespoten (Castorina et al., 2010).

Uit Tabel 3 blijkt dat gevonden concentraties ETU in urine in het algemeen niet normaal verdeeld zijn. Daarnaast is een groot percentage van de metingen onder de detectielimiet (DL). In de meeste studies wordt daarom het geometrisch gemiddelde (GM) en/of de mediaan gepresenteerd. Bij de berekening van het GM zijn (met uitzonering van de studie van Aprea et al. (1996)) waarden onder de DL vervangen door 1/2DL. Dit is echter geen goede aanname als onbekend is of de stof is gebruikt. Bij de studie van Colosio et al. (2006) is daarnaast nog een drietal andere methoden gehanteerd (zie Tabel 3). Dit resulteerde in geometrische gemiddelden (GM) en medianen rond de 0,5 µg/g creatinine, en in geometrische standaarddeviaties (GSD) van circa 2-4.

De DL in de verschillende studies ligt tussen de 0,1 en 1 µg/L. De laagste DL wordt gerapporteerd in een Amerikaanse studie, met monsters uit de algemene bevolking (niet specifiek omwonenden) waarin (ondanks de lage DL) meer dan 75 procent van de monsters onder de DL lag (Montesano et al., 2007).

Bij de berekening van de benodigde steekproefgrootte is uitgegaan van een logaritmische verdeling, waarbij alle waarden boven de DL zijn (zie volgende paragraaf voor invloed van waarden <DL). Daarnaast is uitgegaan van een gelijk aantal omwonenden en controles, en van eenzelfde GSD voor beide groepen.

Mogelijk kan echter worden volstaan met een lager aantal controles omdat het denkbaar is dat bij een groot deel van de mensen geen of lage concentraties stoffen in de urine worden gevonden, wat een kleine GSD impliceert. Figuur 10 geeft de benodigde steekproefgrootte weer voor verschillende GSDs (respectievelijk 2, 3 en 4). In eerste instantie is op basis van de resultaten uit Tabel 3 uitgegaan van een GM van 0,5, waarbij is berekend hoeveel personen nodig zijn om een bepaald verschil tussen omwonenden en controles aan te kunnen tonen. Het verschil is uitgedrukt als de ratio van de medianen van omwonenden ten opzichte van controles (op de niet-logaritmische schaal) [5]. Bij andere waarden van het GM zal de benodigde steekproefgrootte daarom vergelijkbaar zijn. De figuur laat zien dat tussen de 16 en 62 personen per groep nodig zijn om een verdubbeling (ratio=2) van ETU in urine bij omwonenden ten opzichte van controles aan te kunnen tonen. Voor een verhoging van 50 procent liggen deze aantallen tussen de 46 en 182. Er zijn dus algauw zo'n 200 deelnemers nodig om een 30-70 procent hogere blootstelling bij de omwonenden betrouwbaar vast te kunnen stellen. Om een twee keer zo hoge blootstelling te kunnen vaststellen, zijn circa 30-120 deelnemers nodig. Dit is iets hoger dan het IOM heeft berekend in zijn powerberekeningen, namelijk 30 (Galea et al., 2011). De berekening van het IOM was echter voor andere stoffen gedaan, en voor de vergelijking binnen personen (binnen en buiten het spuitseizoen) in plaats van tussen twee groepen. Het RIVM adviseert om pilotmetingen van de voor het blootstellingsonderzoek geselecteerde stoffen in urine uit te voeren, om beter vast te kunnen stellen bij hoeveel personen gemeten moet worden, hoeveel metingen per persoon nodig zijn, en wat de optimale verhouding tussen omwonenden en controles is. Hierbij worden tijdseries aanbevolen om (binnenpersoons)variatie in de tijd vast te stellen.

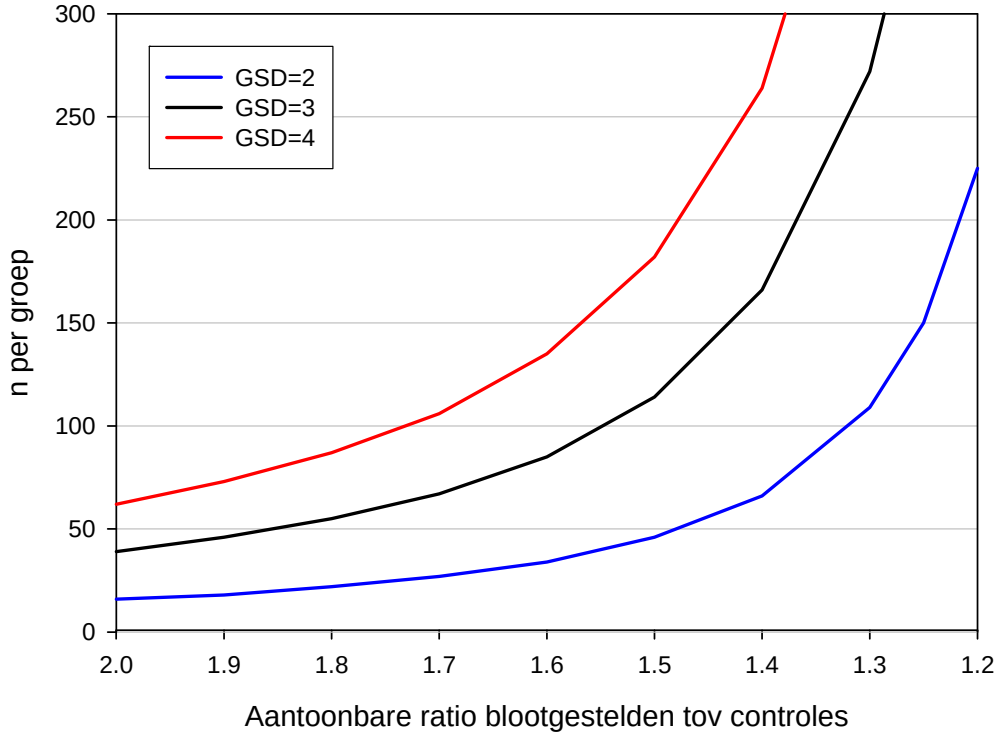
[5] Bij een log-normale verdeling komt het verschil tussen log-getransformeerde waarden bij benadering overeen met de log van de ratio

Tabel 3. Overzicht van gevonden studies waarin ETU in urine is gemeten in de algemene bevolking of bij controles in onderzoek naar beroepsmatige blootstelling

Ref	Detectie-limiet (DL)[1]	%< LOD	Gebruikte waarde voor <DL	Populatie	Soort monster	n	Concentratie ETU in urine[1]
(Jones et al., 2010)	0.26 µg/L	54%	Vervangen door 50% DL	Algemene bevolking, GB	1 spot	361	µg/g creatinine: AM: 1.3 GM (GSD): 0.5 (4.4) Range: <0.2-14.3
(Castorina et al., 2010)	0.1 µg/L	1. 76% 2. 92%	Vervangen door DL/√2	Zwangere vrouwen, Salinas Valley, VS	2 x spot (trimesters)	450	µg/L: 90th: 1:0.7 2:<LOD 95th: 1.5 0.4 Max: 14.4 11.0
(Montesano et al., 2007)	0.11 µg/L	77%		Volwassenen en kinderen, Salinas Valley, VS	spot	499	GM: 0.7 µg/L Range: 0.11-14.4 (van de positieve monsters)
(Fustinoni et al., 2008)	0.6 µg/l		Vervangen door 50% DL	Niet beroepsmatig blootgestelde controles. 4 Europese landen (Nederland, Bulgarije, Finland, Italië)	2x spot (voor en 30d na het spuit-seizoen)	NL: 40 Bul: 45 Fin: 49 It: 45	µg/g creatinine NL: T0 T30 AM: 1.2 1.2 SD: 1.1 1.1 Median: 0.7 0.9 10th: <0.5 <0.5 90th: 2.9 2.5 Max: 4.8 5.5
(Colosio et al., 2006)	0.5 µg/g creatinine (conversie volgens Jones et al. (2010): 0.68 µg/L	41%	4 methoden: 1. DL 2. 50% DL 3. robust log-prob extrapol 4. MLE	Algemene bevolking, Noord-Italië, gezonde volwassenen	1 spot	95	µg/g creatinine GM: 0.56-0.82 GSD: 2.39-3.74 GMI: 0.43-0.69 GMu: 0.73-0.98 50th: 0.50-0.56 90: 2.92-3.01 95: 4.53-4.96

Ref	Detectie-limiet (DL)[1]	%< LOD	Gebruikte waarde voor <DL	Populatie	Soort monster	n	Concentratie ETU in urine[1]
(Saieva et al., 2004)	0,51 µg/L	78%	Vervangen door 50% DL	Gezonde, niet-beroepsmatig blootgestelde volwassenen, Florence en Ragusa, Italië	24-uurs urine	69 F: 51 R: 18	Nmol/dag AM: F: 9.5 R: 6.0 Sd: 13.3 3.7 GM: 5.7 5.1 Conversie volgens Jones (2010) naar µg/g creatinine: AM: 0.4; GM: 0.3 Range: <0.5-3.3
(Aprea et al., 1996)	1 µg/L	Stad: 76% Platte-land: 63%	Alleen waarden >DL gerap-porteerd	Algemene bevolking, verschillende regio's in Italië	spot	Stad:167 Platteland: 97	Resultaten voor waarden >DL; µg/g creatinine Urban Rural AM: 2.7 9.1 Sd: 2.0 13.4 GM: 2.1 5.3 GSD: 2.0 2.6 Median: 1.8 4.7 Range: 0.8-8.3 0.9-61.4

[1]Voor de omrekening van eenheden geldt: ETU:1 nmol/L= 0.102 µg/L; Creatine: 1 mmol/L = 0.113 g/L; Jones et al. (2010) rekenen 1 µg ETU/L = 0.74 µg ETU/g creatine onder de aanname van een gemiddelde creatinineconcentratie van 1.36 g creatine/L.



Figuur 10. Benodigde steekproefgrootte om een significante (p<0,05, twee-zijdige toets) verhoging te kunnen aantonen, met een power van 0,8. Verhoging uitgedrukt als de ratio van de medianen van blootgestelden ten opzichte van controles (originele schaal)

4.5.1 Invloed van waarden onder de detectielimiet

Bij bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met waarden onder de detectielimiet. Uit Tabel 1 blijkt dat in alle studies het percentage <DL aanzienlijk is. Indien niet-detecteerbare monsters niet worden meegenomen in de berekeningen, zal de power van het onderzoek logischerwijs afnemen, wat betekent dat kleine verschillen minder goed zijn aan te tonen. Het aantal waarden <DL is echter moeilijk te voorspellen. Als er daadwerkelijk sprake is van een hogere blootstelling bij omwonenden, is het niet ondenkbaar dat het aantal waarden < DL bij de omwonenden kleiner zal zijn dan bij de controles. TNO verwacht voor de analyse van ETU in urine een DL van 0.1 µg/L. Dit is een lagere DL dan in de meeste van de in Tabel 1 gepresenteerde studies.

5 Eisen vanuit WMO en WBP

Het omgaan met persoonsgebonden gegevens wordt primair geregeld door de Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP). Persoonsgebonden gegevens zijn gegevens die informatie bevatten over een natuurlijke persoon die identificeerbaar is (Sauerwein and Linnemann, 2002). Andere relevante wetgeving betreft de Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met Mensen (WMO).

5.1 Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP)

Voor dit onderzoek zijn de volgende punten relevant:

1. Worden er persoonsgegevens gebruikt?
   Ja, er zijn onder andere adresgegevens nodig om de afstand tot een perceel te kunnen bepalen. Lichaamsmateriaal, waaronder urine, wordt door het College Bescherming Persoonsgegevens als een bron van persoonsgegevens betreffende erfelijke eigenschappen beschouwd. De adresgegevens kunnen apart worden opgeslagen van de kenmerken van de deelnemers (bijvoorbeeld uit vragenlijsten) door gebruik te maken van een sleutelbestand (zie Figuur 11). Zodra gegevens zijn geanonimiseerd, is volgens de WBP geen sprake meer van persoonsgegevens. De 'Code Goed Gedrag' (http://www.federa.org/gedragscodes-codes-conduct-en, bekeken op 10 december 2012) beschrijft hoe onderzoekers zorgvuldig kunnen omgaan met geanonimiseerde gegevens. In deze code wordt ervan uitgegaan dat gegevens pas echt anoniem zijn als de sleutel tot identificatie niet (meer) berust bij de onderzoeker of iemand die onder diens gezag staat.
2. Is de verwerking aangemeld in het register WBP?
3. Is de verwerking voor de betrokkene transparant, is aan de informatieverplichting en toestemmingsverplichting voldaan?
   De betrokkene moet voorafgaande aan de verkrijging op de hoogte worden gesteld van de identiteit van de organisatie, het doel waarvoor de gegevens worden verwerkt en de bewaartermijn van de gegevens.
4. Vindt verwerking plaats voor welbepaalde, uitdrukkelijk omschreven en gerechtvaardigde doeleinden?
5. Vindt de verwerking plaats op grond van een rechtmatige grondslag?
   Voor dit onderzoek is het noodzakelijk dat de betrokkene voor de verwerking zijn ondubbelzinnige toestemming verleent, bijvoorbeeld door het aankruisen van een apart toestemmingsvakje op een papieren of elektronisch formulier. Elke twijfel moet zijn uitgesloten over de vraag of de betrokkenen zijn toestemming heeft gegeven en voor welke specifieke verwerkingen deze toestemming is gegeven.
6. Zijn de rechten van de betrokkenen voldoende gegarandeerd?
   De betrokkene heeft recht op inzage, verbetering, aanvulling, verwijdering of afscherming van diens persoonsgegevens, zie (Sauerwein and Linnemann, 2002).
7. Wordt de kwaliteit van de verwerking van persoonsgegevens voldoende gewaarborgd?
   Geef bijvoorbeeld in het onderzoeksprotocol aan wanneer de gegevens worden gecontroleerd en wanneer ze worden vernietigd (bijvoorbeeld twee jaar na het verschijnen van de rapportage).

8. Is de verwerking van persoonsgegevens bij uitbesteding aan derden voldoende gegarandeerd?
   Dit onderzoek zal waarschijnlijk worden uitgevoerd door een consortium. Het verdient aanbeveling het adresbestand en het sleutelbestand (zieFiguur 11) bij slechts één instituut te laten en de andere instituten met geanonimiseerde monsters en/of data te laten werken. Als dat niet mogelijk is, moet de bewerker dezelfde beveiliging garanderen als de verantwoordelijke organisatie. Dit moet worden vastgelegd in een contract met de bewerker. Ook is het verplicht dat de bewerker een geheimhoudingsverklaring tekent.
9. Zijn de bewaring en vernietiging van de persoonsgegevens voldoende gegarandeerd?
10. Zijn de persoonsgegevens voldoende beveiligd?
    Denk hierbij bijvoorbeeld aan het inrichten van een projectdirectory waar alleen onderzoeksmedewerkers toegang toe hebben en versleuteling (anonimiseren) van persoonsgegevens. Alle deelnemers kunnen bijvoorbeeld een anoniem respondentnummer toegewezen krijgen, dat alleen via een zorgvuldig bewaard sleutelbestand is te herleiden tot het adres van de deelnemer. De urinemonsters en fysieke vragenlijsten kunnen dan gerangschikt naar persoonsnummer – en dus anoniem – worden opgeslagen.
11. Wordt op een zorgvuldige wijze omgegaan met bijzondere persoonsgegevens?
    Bijzondere gegevens zijn wettelijk voorgeschreven persoonsnummers (bijvoorbeeld sofinummer) en gegevens over de gezondheid. Deze gegevens zijn niet strikt noodzakelijk voor het blootstellingsonderzoek.



Figuur 11. Voorbeeld van het anonimiseren van bestanden

Het GIS-bestand wordt gebruikt om bijvoorbeeld afstanden te berekenen en de resultaten daarvan worden via het sleutelbestand aan het analysebestand gekoppeld. Het GIS-bestand en het sleutelbestand dienen beperkt toegankelijk te zijn, en na publicatie van de resultaten moet het sleutelbestand bij een derde partij (buiten het consortium) worden ondergebracht.

5.2 Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met Mensen (WMO)

Onderzoek valt onder de WMO als aan de volgende twee voorwaarden is voldaan:

1. Er is sprake van medisch-wetenschappelijk onderzoek, en
2. Personen worden aan handelingen onderworpen of hen worden gedragsregels opgelegd.

De WMO zal binnen het blootstellingsonderzoek in elk geval van toepassing zijn als wordt besloten om lichaamsmateriaal te verzamelen en misschien als een vragenlijst wordt uitgezet onder omwonenden. Of een vragenlijst onder de WMO valt, hangt af van de belasting voor de deelnemer, die afhankelijk is van het

onderwerp en de lengte van de vragenlijst. Het is verstandig om de vragenlijst voor te leggen aan een erkende medisch-ethische toetsingscommissie (METC) om te bepalen of de vragenlijst onder de WMO valt. Het in de WMO gehanteerde begrip 'proefpersonen' is hier vervangen door 'deelnemers', omdat het geen geneesmiddelenonderzoek betreft. Onderzoek dat valt onder de WMO moet vooraf ter goedkeuring worden voorgelegd aan een METC. Daarbij moeten in elk geval het onderzoeksprotocol en de informatie voor de deelnemers (inclusief een formulier waarmee deelnemers hun toestemming kunnen geven) worden bijgevoegd (www.ccmo-online.nl, bekeken op 3 december 2012, bevat onder andere een model informatiebrief, een model brochure en een schrijfwijzer). Veel commissies, waaronder de METC Utrecht, werken met een digitaal portaal voor het indienen van een voorstel (https://toetsingonline.ccmo.nl/). De METC zal toetsen of het onderzoek voldoet aan de volgende voorwaarden, die voortvloeien uit de WMO (http://www.ccmo-online.nl/hipe/uploads/downloads_catw/WMO%207-2012.pdf, bekeken op 3 december 2012), namelijk dat het:

1. redelijkerwijs aannemelijk is dat het wetenschappelijk onderzoek tot de vaststelling van nieuwe inzichten op het gebied van de medische wetenschap zal leiden;
2. redelijkerwijs aannemelijk is dat de vaststelling, bedoeld onder punt 1, niet door andere vormen of methoden van wetenschappelijk onderzoek dan wetenschappelijk onderzoek met deelnemers of door het verrichten van onderzoek van minder ingrijpende aard kan geschieden;
3. redelijkerwijs aannemelijk is dat het met het onderzoek te dienen belang van de deelnemer in evenredige verhouding staat tot de bezwaren en het risico voor de deelnemer;
4. het onderzoek voldoet aan de eisen van een juiste methodologie van wetenschappelijk onderzoek;
5. het onderzoek wordt uitgevoerd in daarvoor geschikte instellingen en door of onder leiding van personen die deskundig zijn op het gebied van wetenschappelijk onderzoek en waarvan er ten minste één deskundig is op het gebied van de verrichtingen die ter uitvoering van het onderzoek ten aanzien van de deelnemer plaatsvinden (met behulp van modelverklaring 'lokale uitvoerbaarheid');
6. redelijkerwijs aannemelijk is dat aan de deelnemer te betalen vergoedingen niet in onevenredige mate van invloed zijn op het geven van toestemming voor deelneming aan het onderzoek;
7. degene die het wetenschappelijk onderzoek uitvoert en de instelling waar dit onderzoek plaatsvindt, een vergoeding ontvangen die niet hoger is dan een bedrag dat in redelijke verhouding staat tot de aard, de omvang en het doel van het wetenschappelijk onderzoek;
8. in het onderzoeksprotocol duidelijk is aangegeven in hoeverre het wetenschappelijk onderzoek aan de betrokken deelnemer ten goede kan komen;
9. in het onderzoeksprotocol op het wetenschappelijk onderzoek toegesneden criteria voor de werving van deelnemers zijn opgenomen;
10. het onderzoek ook overigens voldoet aan redelijkerwijs daaraan te stellen eisen.

Daarnaast zijn de volgende regels mogelijk relevant voor dit onderzoek:

- In principe is het verboden wetenschappelijk onderzoek te verrichten bij kinderen, tenzij bijvoorbeeld kan worden gemotiveerd dat het alleen kan worden uitgevoerd bij kinderen en risico's verwaarloosbaar en bezwaren minimaal zijn. In dit onderzoek is het nodig om kinderen erbij te betrekken doordat zij mogelijkerwijs extra worden blootgesteld via de insleep van

stoffen en het spelen op de grond (hand-mond contact) en omdat zij mogelijk een gevoelige groep zijn met het oog op gezondheidseffecten.

- Schriftelijke toestemming is vereist. Voor dit onderzoek geldt dat deze toestemming ook is vereist wegens de WBP (zie boven). Voor kinderen jonger dan twaalf jaar moeten beide ouders of een voogd schriftelijk toestemming geven. Voor kinderen van twaalf jaar en ouder, van wie kan worden aangenomen dat deze in staat zijn hun belangen ter zake te kunnen waarderen, moeten naast beide ouders of een voogd ook de deelnemers zelf schriftelijk toestemming geven.
- Alvorens toestemming wordt gevraagd, draagt degene die het onderzoek uitvoert er zorg voor dat de persoon wiens toestemming is vereist, schriftelijk of tijdens een gesprek wordt ingelicht over:
  a. het doel, de aard en de duur van het onderzoek;
  b. de risico's die het onderzoek voor de gezondheid van de deelnemer met zich zou meebrengen;
  c. de risico's die het tussentijds beëindigen van het onderzoek voor de gezondheid van de deelnemer met zich zou meebrengen;
  d. de bezwaren die het onderzoek voor de deelnemer met zich zou kunnen meebrengen.
- Het is belangrijk om mensen te informeren over hoe de onderzoeksresultaten zullen worden gepubliceerd, zie de Code Goed Gedrag (http://www.federa.org/gedragscodes-codes-conduct-en, bekeken op 10 december 2012) en dat meetresultaten worden teruggekoppeld naar de deelnemers. Daarbij dient rekening te worden gehouden met de vraag in hoeverre omwonenden met relatief hoge uitslagen adequate acties kunnen nemen. Op basis van de urinemonsters kunnen geen uitspraken worden gedaan over mogelijke effecten op de gezondheid. Daarom adviseert het RIVM om de meetresultaten alleen als vergelijkingen tussen verschillende groepen omwonenden terug te koppelen. De manier van terugkoppeling van meetresultaten moet worden besproken met het te vormen onderzoeksconsortium, de klankbordgroep en de Medisch-Ethische Toetsingscommissie (METC).
- De inlichtingen worden op zodanige wijze verstrekt dat redelijkerwijs zeker is dat de betrokkene deze naar haar inhoud heeft begrepen. Hij krijgt een zodanige bedenktijd dat hij op grond van deze inlichtingen een zorgvuldig overwogen beslissing omtrent de gevraagde toestemming kan geven.
- Mogelijk moet een verzekering worden afgesloten die de door het onderzoek veroorzaakte schade door dood of letsel van de deelnemer dekt. Aangezien deze risico’s minimaal zijn bij het verzamelen van urine, kan indien de biomonitoring beperkt blijft tot metingen in urine, bij de METC ontheffing van de verplichting tot verzekering worden aangevraagd.
- De deelnemer moet zich voor inlichtingen en advies betreffende het onderzoek kunnen wenden tot een in het onderzoeksprotocol aan te wijzen arts die niet bij de uitvoering van het onderzoek is betrokken of tot een andere deskundige die in staat moet worden geacht de deelnemer adequaat van inlichtingen en advies betreffende het onderzoek te voorzien. Huisartsen in het onderzoeksgebied kunnen deze functie wellicht vervullen.
- Het is belangrijk om na te denken hoe zal worden omgegaan met ‘uitschieters’, bijvoorbeeld als heel hoge waarden van een stof worden aangetroffen in de urine. Dit is een belangrijk punt om te bespreken met bijvoorbeeld de klankbordgroep en/of de onafhankelijke arts die volgens de WMO moet worden aangesteld.

Over het algemeen heeft een METC maximaal 8 weken nodig om tot een besluit te komen nadat alle benodigde informatie is ingediend, tenzij de METC binnen

die termijn heeft laten weten meer tijd nodig te hebben. Er zijn kosten aan de toetsing verbonden, die afhangen van de gekozen METC.

6 Onderzoeksconsortium

6.1 Coördinatie

Er is een aantal redenen om het onderzoek te laten uitvoeren door een Nederlands onderzoeksteam. In de eerste plaats is kennis van lokale (teelt)omstandigheden, kennis van en toegang tot nationale en lokale gegevensbestanden, en bewustzijn van de maatschappelijke discussie rondom gebruik van en blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen van belang voor een goede uitvoering van het onderzoek. Daarnaast wekt het vertrouwen en zorgt het voor draagvlak voor de uitkomsten als Nederlandse deskundigen betrokken zijn bij het onderzoek. Tot slot heeft het de voorkeur dat deelnemers aan het onderzoek worden benaderd door mensen die de Nederlandse taal spreken en die op de hoogte zijn van de (lokale) cultuur en gebruiken.

Het vertrouwen in de uitkomsten van het blootstellingsonderzoek zal het grootst zijn wanneer partijen in het onderzoek worden betrokken die expertise hebben op relevante deelgebieden. Onder de geïnterviewde personen heerst dan ook de overtuiging dat het onderzoek het best door een consortium van partijen kan worden uitgevoerd. Gezien de complexiteit van het onderzoek en de diverse deelgebieden die bij blootstellingsonderzoek komen kijken (onder andere blootstellingsbepaling, risicocommunicatie, epidemiologie/methodologie, toxicologie), is het raadzaam om één partij de coördinatie te laten doen.

6.2 Rol van GGD'en

GGD'en zijn een aanspreekpunt voor burgers die zorgen hebben over het effect van hun leefomgeving op de gezondheid. Ook vragen over gewasbeschermings-middelen horen daarbij. Het kan dus zijn dat tijdens het onderzoek mensen zich tot de GGD richten. De GGD moet om die reden in elk geval op de hoogte zijn van het onderzoek.
Mogelijk kan de GGD ook een rol spelen in de communicatie over het onderzoek; GGD-medewerkers hebben veel ervaring met risicocommunicatie. Tevens beschikt de GGD over een netwerk van lokale organisaties, deels doordat een GGD-werkgroep actief is die ook meedenkt in het traject van de Tweede nota duurzame gewasbescherming.

Concreet wordt aangeraden:
- vertegenwoordiging van de GGD op te nemen in de klankbordgroep;
- een lijst met vragen en antwoorden over het onderzoek op te stellen (in overleg met de GGD) die de GGD'en kunnen gebruiken als zij vragen krijgen;
- te overleggen of de GGD een rol kan spelen in het benaderen van de onderzoeksdeelnemers.

6.3 Begeleidingscommissie

Voor zover instanties of deskundigen met relevante kennis en expertise niet in het consortium zijn vertegenwoordigd, kunnen deze hun inbreng geven via een begeleidingscommissie. Expertise uit het buitenland kan zo ook via het consortium worden ingehuurd. In hoofdstuk 8 worden enkele relevante (internationale) organisaties en projecten genoemd.

7 Klankbordgroep en publiekscommunicatie

7.1 Inleiding

Bij de omgang met milieuvraagstukken die lokaal ongerustheid oproepen en die zich kenmerken door substantiële onzekerheid, is vroegtijdige risico-communicatie van groot belang (Gezondheidsraad, 2001, Gezondheidsraad, 2008). Beide lijken hier aan de orde te zijn[6] en daarom is het belangrijk om informatie en meningen tussen de overheid, de bevolking en andere betrokkenen over de aard en omvang van het risico uit te wisselen. Dit kan bevorderen dat betrokkenen een afgewogen oordeel kunnen vormen over de eventuele risico's van lokale milieufactoren en het kan leiden tot meer begrip en vertrouwen tussen partijen. De Gezondheidsraad heeft een hoorzitting met omwonenden en belanghebbenden georganiseerd, zie het rapport (Gezondheidsraad, 2014). De raad stelt dat als een onderzoek wordt ingesteld om de blootstelling te meten, transparantie en communicatie sleutelbegrippen zouden moeten zijn. Het doel hiervan is om bij alle betrokken partijen het vertrouwen te wekken dat het onderzoek met verstand van zaken en onafhankelijk wordt uitgevoerd (Gezondheidsraad, 2014). Communicatie moet niet alleen na afloop over de resultaten plaatsvinden, maar al tijdens de voorbereiding van het onderzoek en terwijl het aan de gang is.
Een communicatieplan zal daarom deel moeten uitmaken van het onderzoeksvoorstel. In dit hoofdstuk geven wij handreikingen daarvoor op basis van de richtlijn risicocommunicatie, die is opgesteld door en wordt gebruikt door de verschillende GGD'en (Elsman-Domburg, 2006). Deze richtlijn biedt overigens ook veel praktische ondersteuning die bij de uitwerking van de uiteindelijke communicatie-aanpak kan worden gebruikt.
Er kunnen bij de publiekscommunicatie verschillende middelen worden ingezet. Op basis van goede ervaringen uit recente onderzoeken bevelen wij aan om in elk geval een klankbordgroep met (vertegenwoordigers van) belanghebbenden te vormen.

7.2 Communicatie over het onderzoek

Het is van belang om in het projectvoorstel een communicatieplan op te nemen dat aangeeft op welke momenten over het onderzoek wordt gecommuniceerd en wie daarvoor verantwoordelijk is. Ook moet duidelijk zijn welke onderwerpen op welk moment bij welke doelgroep moeten worden geadresseerd. Het is hierbij van belang dat men zich realiseert dat risicocommunicatie vaak maatwerk is en dat het soms nodig is om dit op individueel niveau te leveren.

Hieronder werken we voor het onderzoek naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen de verschillende stappen van een communicatieplan globaal uit. Het is helaas nog niet mogelijk om definitieve en volledige invulling te geven, omdat op het moment van schrijven onder andere nog niet bekend is waar het onderzoek zal worden gehouden en welke gewassen en gewasbeschermingsmiddelen in het onderzoek zullen worden betrokken.

[6] http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/201118%20gewasbeschermingsmiddelen.pdf

7.2.1 Stap 1: Communicatiedoelstellingen

Voordat wordt begonnen met de communicatie, moet het eerst duidelijk zijn wat het doel is. Het is voor dit communicatieplan handig om een aantal fases in het onderzoeksproces te onderscheiden. Ten eerste zijn er de voorbereiding en de opzet van het onderzoek. De tweede fase betreft het veldonderzoek en de analyses. Ten slotte is er een fase waarin het veldonderzoek en de analyses zijn afgerond en de resultaten naar buiten worden gebracht.

Tijdens de voorbereiding en de opzet van het onderzoek
De doelstelling in deze fase van het onderzoek is dat de verschillende belanghebbenden en de bewoners weten dat er in een specifieke periode een onderzoek naar de blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen wordt uitgevoerd. Het is zaak om deelnemers van te voren duidelijk te maken dat niet de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen op zich, maar de niveaus bepalen in hoeverre er risico's zijn voor de gezondheid (Gezondheidsraad, 2014). Het doel van het onderzoek moet duidelijk zijn voor de verschillende belanghebbenden en de bewoners en men moet weten in hoeverre op basis van het onderzoek uitspraken kunnen worden gedaan over risico's voor de gezondheid. Men weet wat de praktische gevolgen van deelname aan het onderzoek zijn. Ook weet men dat men voor aanvullende informatie terecht kan bij de GGD of een onafhankelijk deskundige, bijvoorbeeld een toxicoloog, een toxicologisch geschoolde arts of medisch milieukundige. Verder zijn de meeste belanghebbenden en bewoners overtuigd van het belang van het onderzoek en is men van mening dat de verschillende belangen en perspectieven goed zijn meegenomen. Ook is men in principe bereid om deel te nemen aan het onderzoek en wil een aantal (vertegenwoordigers van) omwonenden en belanghebbenden meedenken over de opzet en uitvoering van het onderzoek in de klankbordgroep (zie 7.2.4).

Tijdens het onderzoek
De omwonenden en andere belanghebbenden zijn op de hoogte van het verloop van het onderzoek en weten dat zij feedback en suggesties voor bijsturing kunnen geven. De omwonenden zijn bereid om een aantal keer urine te verzamelen en vragenlijsten in te vullen. De telers leveren informatie, bijvoorbeeld over wanneer ze ongeveer de gewassen gaan spuiten.

Na afloop van het onderzoek
Na afloop zijn de bewoners en andere belanghebbenden bekend met de uitkomsten en weet men wat met deze resultaten zal worden gedaan. Verder weet men dat men voor aanvullende informatie bij de onderzoekers, de GGD of een huisarts in de regio terecht kan.

7.2.2 Stap 2: Doelgroep

Bij de communicatie over het blootstellingsonderzoek zijn verschillende doelgroepen te onderscheiden. Deze doelgroepen vereisen een verschillende aanpak en zijn in een bredere publiekscommunicatie vaak te splitsen in primaire en secundaire doelgroepen. Het is echter niet altijd mogelijk dit onderscheid te maken; bij sommige dialogen brengen zowel vertegenwoordigers uit de primaire doelgroep (bijvoorbeeld bewoners) als vertegenwoordigers van de secundaire doelgroep (bijvoorbeeld waterbeheerders) hun stem in. De inventarisatie van doelgroepen is vaak snel en simpel uit te voeren, zie (Elsman-Domburg, 2006). Hieronder staat een overzicht van veelvoorkomende doelgroepen. Bij de definitie van de doelgroep kan ook de deelnemerslijst van de hoorzitting van de Gezondheidsraad worden geraadpleegd, zie bijlage D van het Gezondheidsraad

rapport (Gezondheidsraad, 2014). Als meer bekend is over het onderzoeksgebied, moet dit op maat worden gemaakt.

Tabel 4. Overzicht van potentiële doelgroepen in de communicatie

Primaire doelgroepen	Secundaire doelgroepen
Bewoners en telers in de onderzoeksgebieden	Overige omwonenden
Bewonersgroepen	Bestuurders
Natuur- en milieuorganisaties	Andere gemeentelijke diensten
Koepelorganisaties van land- en tuinbouw	Pers: verschillende media van lokaal tot landelijk
Brancheverenigingen van handel in gewasbeschermingsmiddelen	Gemeentes
Brancheverenigingen van agrochemische industrie	Waterbeheerders
College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden	Vissers en (biologische) boeren
	Projectontwikkelaars, winkeliers, scholen, bedrijven, volkstuin of sportverenigingen

Voor een goede communicatie is informatie nodig over de doelgroepen. Het is van belang om een indruk van hun achtergrond (leeftijd, geslacht, gezinssamenstelling, nationaliteit, opleidingsniveau, et cetera, op groepsniveau), hun kennis over het probleem, de risicoperceptie en hun houding tegenover onder andere de gemeente en de GGD te hebben. De kennis van het probleem en de maatschappelijke bezorgdheid over gewasbeschermingsmiddelen zijn door de Gezondheidsraad in kaart gebracht.

7.2.3 *Stap 3: Onderwerpen die in de communicatie worden geadresseerd*

De drie in de eerste stap beschreven communicatiedoelstellingen moeten worden omgezet in de onderwerpen die in de communicatie worden geadresseerd. Dit is te onderscheiden naar de verschillende fasen van het onderzoek, waarbij het zwaartepunt ligt op de fase van voorbereiding en opzet van het veldonderzoek.
Onderwerpen die, op basis van de hoorzitting van de Gezondheidsraad, aan bod kunnen komen zijn: mogelijke effecten op de volkgezondheid, waaronder effecten op de ontwikkeling van (het ongeboren) kind, kanker, afwijkingen op latere leeftijd als Parkinson, Alzheimer en effecten van een mengsel van gewasbeschermingsmiddelen (combinatietoxiciteit). Omwonenden voelen zich vaak niet gehoord wanneer ze gezondheidsklachten of verkeerd gebruik van middelen rapporteren, zo bleek uit de hoorzitting. Ze hebben het gevoel dat het leven in kavelsloten en watergangen meer bescherming geniet dan zijzelf. Ook dit onderwerp moet in de communicatie aan bod komen. Uit de ZEMBLA-uitzending over 'Gif in de bollenstreek' is ook op te maken waar de maatschappelijke bezorgdheid bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen uit bestaat, hoewel de uitzending niet duidelijk maakt hoe breed deze zorgen zijn gedeeld. Misschien kan ook het dit jaar geopende meldpunt 'de Gifklikker' (www.gifklikker.nl) worden gebruikt om te kijken welke vragen en zorgen spelen bij omwonenden van landbouwpercelen. Zorgen van telers betreffen meer de oprukkende bebouwing en daaruit voortvloeiende beperkingen in de bedrijfsvoering, zo blijkt uit de hoorzitting van de Gezondheidsraad. Ze willen echter graag de dialoog met omwonenden aangaan. Alle partijen hopen dat onafhankelijk onderzoek onder omwonenden duidelijkheid zal verschaffen.

Tijdens de voorbereiding en de opzet van het veldonderzoek

1. Het doel en de reikwijdte van het onderzoek moet worden besproken. Maak duidelijk dat een deel van de omwonenden en andere belanghebbenden invloed kunnen hebben op het onderzoek door deelname aan een klankbordgroep en dat de klankbordgroep een adviserende rol heeft. Soms zullen suggesties wel, soms niet worden meegenomen. De randvoorwaarden kunnen ook worden benoemd, dat zijn bijvoorbeeld de kosten en de kwaliteit van het onderzoek.
2. Ga in op onderwerpen gerelateerd aan gewasbeschermingsmiddelen waarover, zoals bleek uit de hoorzitting van de Gezondheidsraad, bezorgdheid en maatschappelijke discussie bestaat en geef aan in hoeverre hier in dit onderzoek aandacht voor is. Uitgelegd moet worden dat aan de te meten urinewaarden niet direct op individueel niveau een gezondheidskundige betekenis kan worden gegeven. Leg vast hoe en wanneer de deelnemers op de hoogte worden gebracht van de resultaten van het onderzoek.
3. De aanleiding van het onderzoek – verwijs daarbij naar het rapport van de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014). Hoe het onderzoek zal worden uitgevoerd (vragenlijsten, dagboekjes, GIS-bestanden, urinemonsters, huisstofmetingen, luchtmetingen, gewasmetingen) en hoe lang de uitvoering en de verschillende fases zullen duren. Daarbij moet expliciet aandacht worden besteed aan de praktische consequenties. Wat wordt er van de deelnemers verwacht en wat kan men van de onderzoekers en/of veldwerkers verwachten.
4. Over de urineverzameling moet worden uitgelegd dat we dit ook willen verzamelen bij kinderen, aangezien zij mogelijk anders zijn blootgesteld.
5. Over de urineverzameling moet worden aangegeven wat er van de deelnemers aan het onderzoek wordt verwacht, en wat zij van de organisatie kunnen verwachten. Bijvoorbeeld over de frequentie van monsters aanleveren, thuis in de vriezer zetten tot het wordt opgehaald, ophaaltijden, levering van verzamelbuisjes/potjes et cetera.
6. Uitleggen dat er in principe geen risico aan deelname is verbonden, maar dat de organisatie om alles uit te sluiten verzekerd is (indien de Medisch-Ethische Toetsingscommissie dit eist).
7. Er moet duidelijkheid worden gegeven over de voorwaarden waaronder de data worden verzameld. Het is voor de verwerking van de onderzoeksgegevens nodig dat wordt vastgelegd dat hiervoor toestemming wordt verleend, bijvoorbeeld door het aankruisen van een apart toestemmingsvakje op een papieren of elektronisch formulier, maar dat deze toestemming te allen tijde, zonder opgaaf van redenen, kan worden ingetrokken. Ten tweede moet worden aangegeven voor welk doel de gegevens worden verwerkt en wat de bewaartermijn van de gegevens is. Ten derde moet worden aangegeven dat betrokkenen recht hebben op inzage, verbetering, aanvulling, verwijdering of afscherming van persoonsgegevens.
8. Een duidelijke beschrijving van de organisatie. Wie is wie, wie doet wat, wie is waarvoor verantwoordelijk, en waar kan men met vragen terecht.
9. De betrokkenen kunnen zich verder voor onafhankelijke inlichtingen en advies over het onderzoek wenden tot een onafhankelijke arts. Geef hierbij de contactgegevens van die arts.

Tijdens het onderzoek

Gedurende de loop van het onderzoek wordt, zoals hierboven aangegeven, er niet gecommuniceerd over tussentijdse uitkomsten met het publiek, maar is er uitdrukkelijk wel communicatie met het brede publiek en met belanghebbenden

over de manier waarop het onderzoek verloopt, over mogelijke verbeterpunten hierbij, wat er mag worden verwacht van de resultaten en wat niet, en wanneer deze beschikbaar komen.

Na afronding van het onderzoek
1. Wordt er gecommuniceerd over de mate waarin bewoners (als groep, niet op individueel niveau) blootgesteld zijn geweest.
2. Wordt aangegeven wat deze uitkomsten voor verschillende doelgroepen betekenen. Wordt aangeven waar men naartoe kan (GGD en/of huisarts) voor vragen en aanvullende informatie.
3. Wordt aangeven wat de opdrachtgever zal doen naar aanleiding van de resultaten.

7.2.4 Stap 4: Communicatiemiddelen

Over het algemeen geldt dat als gepercipieerde risico's hoog zijn en het berekende risico laag, communicatiemiddelen die een dialoog mogelijk maken de voorkeur hebben. Als zowel het gepercipieerde risico als het berekende risico laag is, kan worden volstaan met middelen die informeren. Omdat de risicoperceptie in de praktijk nogal varieert tussen doelgroepen en personen in een doelgroep, wordt over het algemeen de inzet van dialoog en informeren gecombineerd. Voor meer informatie zie de GGD-richtlijn risicocommunicatie.

Tijdens de voorbereiding en opzet van het veldonderzoek
De verschillende partijen die zijn onderscheiden bij de doelgroepenanalyse, zullen bij het onderzoek worden betrokken door deelname aan een klankbordgroep. Dit heeft naast een communicatieve ook een inhoudelijke functie; er is dus sprake van participatie.

Klankbordgroep
Verschillende organisaties en personen hebben direct of indirect te maken met gewasbeschermingsmiddelen. Uiteraard (vertegenwoordigers van) de telers zelf, koepel- en brancheorganisatie, maar ook de omwonenden, al of niet georganiseerd in actiegroepen. Ook GGD'en en gemeenten kunnen vragen krijgen over het gebruik van gewasbescherming, evenals waterbeheerders, vissers en sportclubs voor buitensporten.
Het is aan te raden om te proberen deze partijen op de een of andere manier te betrekken bij het onderzoek. Sommigen hebben geen moeite met het toepassen van gewasbeschermingsmiddelen, anderen maken zich juist veel zorgen, maar samen hebben zij waarschijnlijk bruikbare informatie om het onderzoek goed in te richten. Door hen tijdig te betrekken, laten de onderzoekers merken dat alle meningen serieus worden genomen en wordt de kans vergroot op een breed gedragen onderzoeksvoorstel.

Ervaring in andere projecten van het RIVM (Corus, Sterigenics, Thermphos) heeft geleerd dat het instellen van een klankbordgroep belangrijke voordelen heeft:
- De deelnemers voelen zich serieus genomen, of zij nu tot de voor- of tot de tegenstanders van de onderzochte activiteit behoren.
- Er ontstaat begrip voor de beperkingen van het onderzoek. De klankbordgroepleden zien met eigen ogen hoe moeilijk het is om goed onderzoek te doen en denken mee over de (on)mogelijkheden.
- Er komt bijna altijd informatie op tafel die ertoe leidt dat het onderzoeksvoorstel wordt aangepast, en beter aansluit bij de praktijkvragen.

- Wanneer de onderzoekers laten zien dat zij op basis van argumenten bereid zijn hun plannen aan te passen, of laten zien waarom dat niet kan, ontstaat er bij de klankbordgroepleden meer vertrouwen in het onderzoek en de onderzoekers.
- Als de klankbordgroep een belangrijke rol krijgt bij het formuleren van de onderzoeksopdracht, zoals dat bij Sterigenics het geval was, is er ook meer commitment bij de resultaten.

De volgende zaken zouden met de klankbordgroep moeten worden besproken:
- De onderzoeksopzet en de keuzes die daarin zijn gemaakt;
- Tussenresultaten;
- Eindresultaten en conceptrapport.

De leden van de klankbordgroep kan worden gevraagd hun mening te geven over de keuze van de te onderzoeken gewasbeschermingsmiddelen of de gebieden die zijn geselecteerd. Telers en omwonenden weten vaak wanneer er wordt gespoten en wanneer en waar overlast wordt ervaren. Dat kan tot nieuwe inzichten leiden bij de onderzoekers en tot aangepaste plannen.
Suggesties voor wijzigingen in het onderzoek kunnen met de klankbordgroep worden besproken. De onderzoekers kunnen aangeven wat deze wijzigingen betekenen, voor de resultaten en eventuele prioritering. Dit laatste kan het geval zijn als een wijziging hogere kosten met zich meebrengt; mogelijk moeten daardoor andere onderdelen vervallen. In het licht van het beschikbare budget zullen immers sommige wijzigingen met zich meebrengen dat prioriteiten moeten worden gesteld.

Het heeft de voorkeur dat de klankbordgroep wordt ingesteld door de opdrachtgever van het onderzoek. De leden vertegenwoordigen hun achterban en dienen zich daar ook van bewust te zijn. In de eerste bijeenkomst moet de rol van de klankbordgroep worden vastgesteld. Tevens is het verstandig aan te geven dat de klankbordgroep een adviserende rol heeft. Soms zullen suggesties wel, soms niet worden meegenomen. Ook de randvoorwaarden kunnen worden benoemd, dat zijn bijvoorbeeld de kosten en de kwaliteit van het onderzoek.

Als er iets meer bekend is over de opzet van het veldonderzoek, kan er worden gewerkt met informerende brochures, persberichten, websites en bewonersbrieven, in combinatie met kleinschalige bewonersbijeenkomsten waarin de dialoog wordt gezocht. Er kan ook worden gedacht aan huisbezoeken. Het is zeer wel voorstelbaar dat de GGD-en, specifiek de afdelingen waar milieu en gezondheid is ondergebracht, graag een rol in het proces zouden willen spelen.

<u>Tijdens het veldonderzoek</u>
Als het veldonderzoek is gestart, hebben de veldwerkers verschillende rollen. Naast hun rol in het verwerven van data, gegevens en monsters zijn zij het directe aanspreekpunt voor de deelnemers aan het onderzoek. Het is daarom van belang dat zij de deelnemers kunnen informeren over de gang van zaken in het onderzoek, maar niet over voorlopige bevindingen. De veldwerkers moeten hierover dus geregeld worden geïnformeerd. Het is ook van aanzienlijk belang bij de eventuele uitbesteding van de veldwerkopdracht de ervaring van het bureau met dit soort rollen van veldwerkers als selectiecriterium mee te nemen.

Naast de klankbordgroep en de communicatie via de veldwerkers moet er gedurende het onderzoek bredere publiekscommunicatie over het verloop van het onderzoek plaatsvinden. Gezien mogelijke aanpassingen in de benadering en (tussen)producten is het waarschijnlijk het handigste om hierbij te kiezen voor

de flexibiliteit van een website of een blog. Eventueel kan een (digitale) nieuwsbrief worden overwogen. Daarnaast moet de bewoners een duidelijk centraal aanspreekpunt (naast de veldwerkers) worden geboden, via een contactpersoon die per mail of telefoon kan worden benaderd.

Na afloop van het veldonderzoek
Na afloop van het onderzoek wordt er gecommuniceerd over de uitkomsten van het onderzoek en een eventueel vervolg. De mate waarin de dialoog zal moeten worden gezocht, is deels afhankelijk van de uitkomsten, maar vanwege verschillen tussen personen en doelgroepen is het nu al duidelijk dat ook in deze fase een mix van dialoog en informeren zal moeten worden gebruikt. Geschikt voor dialoog zijn kleinschalige bewonersbijeenkomsten en huisbezoeken. Voor het informeren kan onder andere worden gebruiktgemaakt van de website en van bewonersbrieven, brochures en persberichten. Bij de kleinschalige bewonersbijeenkomsten en de huisbezoeken kan de GGD worden betrokken. Anders kunnen huisartsen in de regio, waarmee bewoners al bekend zijn, hierbij een rol spelen.

7.2.5 Stap 5: Organisatie van de communicatie

Omdat bij de communicatie verschillende doelgroepen en afzenders (bijvoorbeeld onderzoekers, veldwerkorganisatie, klankbordgroep en GGD, bewoners, huisartsen) zijn betrokken, is het belangrijk dat de communicatie goed wordt georganiseerd. Aspecten die hierbij van belang zijn, zijn: afbakening, samenwerking en tijdsplanning van de communicatie. Een belangrijk onderdeel hierbij vormen de afspraken tussen de verschillende afzenders over communicatie met de verschillende doelgroepen. De primaire opdrachtnemer van het onderzoek is hierbij de eindverantwoordelijke. In de uitvoering is het belangrijk om niet, of zo min mogelijk, af te wijken van de vastgestelde communicatieplannen en -procedures. Omdat nog niet bekend is welke partijen het onderzoek zullen uitvoeren, hoe het precies zal worden uitgevoerd, waar het zal worden gehouden en hoe lang de verschillende fases zullen duren, kan de organisatie van communicatie nu nog niet verder uitgewerkt worden.

7.2.6 Stap 6: Evaluatie van de communicatie

Om te kunnen leren van de ervaringen in het communicatieproces is het nuttig om de communicatie te evalueren.

8 Aansluiting bij lopend onderzoek en toelatingsprocedures

Het doen van blootstellingsonderzoek is naar verwachting een langdurige en kostbare activiteit. Het is dus zaak om te borgen dat de uitkomsten in een bredere context relevantie hebben dan alleen voor de specifieke onderzoeksgebieden en -jaren. Zo kunnen de meetresultaten van het blootstellingsonderzoek mogelijk worden gebruikt voor de validatie van blootstellings- en verspreidingsmodellen, en voor de validatie van blootstellingsmaten die nu in epidemiologisch onderzoek worden gebruikt (afstand tot een perceel en gebruik). Ook kunnen bijvoorbeeld metingen in buitenlucht zo worden opgezet dat met de resultaten driftcurves kunnen worden verbeterd. Omgekeerd kunnen ervaringen uit andere studies worden gebruikt bij het opstellen van een onderzoeksprotocol. Afstemming met andere onderzoeksprojecten en beoordelings- en toelatingsinstanties is dus van wezenlijk belang. Hieronder wordt een aantal relevante studies en instanties nader toegelicht.

Ctgb
Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb; www.ctb-wageningen.nl) beslist op grond van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Wgb) over het toelaten van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland. Resultaten van het blootstellingsonderzoek kunnen van belang zijn voor het Ctgb.

EFSA
De European Food Safety Authority (EFSA; www.efsa.europa.eu) werkt momenteel aan de harmonisatie van de modellen die in verschillende landen worden gebruikt, en ontwikkelt in dat traject de EFSA calculator. Deze EFSA calculator zou, op onderdelen, kunnen worden gevalideerd met de meetresultaten van het blootstellingonderzoek. Daarnaast ontwikkelt EFSA methodologie voor overig onderzoek aan GBM.

BROWSE (en EUROPOEM en BREAM)
Zie voor deze projecten Bijlage A over blootstellings- en verspreidingsmodellen. Net als de EFSA-calculator kunnen ook andere modellen worden gevalideerd met meetgegevens van het blootstellingsonderzoek (voor zover dit externe blootstelling betreft).

ACROPOLIS
ACROPOLIS (Aggregate and Cumulative Risk of Pesticides: an on-line integrated Strategy; http://acropolis-eu.com) is een EU-project dat in 2010 is begonnen en dat nu in de afrondingsfase zit. Het doel van het project is om de risicobeoordeling van blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen te verbeteren. Het project richt zich daarbij op cumulatieve blootstelling, dat wil zeggen blootstelling aan een combinatie van middelen, en geaggregeerde blootstelling via verschillende routes (dermaal, inhalatoir, inname via voeding). Dit zijn aspecten waarmee bij de risicobeoordeling van middelen nog geen rekening wordt gehouden.
Binnen Acropolis worden zogeheten ‘cumulative assessment groups’ opgesteld van stoffen die mogelijk synergetische effecten hebben.
Het RIVM coördineert dit project. Vanuit Nederland zijn verder betrokken het IRAS en de WUR. Informatieuitwisseling met het BROWSE-project vindt onder

andere plaats via de klankbordgroep van BROWSE, en doordat output van driftmodellen uit BROWSE in ACROPOLIS wordt gebruikt.

COPHES
COPHES (Consortium to Perform Human Biomonitoring on a European Scale; www.eu-hbm.info/cophes) is een door de EU gefinancierd project waarbinnen protocollen zijn ontwikkeld voor een geharmoniseerde aanpak van humane biomonitoring (HBM). Dit is in verschillende work packages uitgewerkt voor de verschillende stappen in HBM onderzoek: werving van deelnemers, monstername, bewerking van monsters, kwaliteitsbewaking, data-analyse en interpretatie, en communicatie van resultaten. Het doel van een geharmoniseerde aanpak is om een vergelijking tussen verschillende HBM studies in verschillende landen mogelijk te maken.

PAGES
Het IRAS werkt, samen met vijf ziekenhuizen in Nederland, aan de 'Parkinson Genes And Environment Study (PAGES)'. Deze studie is gestart nadat een mogelijk cluster van Parkinson was gevonden onder omwonenden van akkerbouw in het Zuiden van Nederland. Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar Amyotrofe Laterale Sclerose (ALS) en andere chronische ziekten in relatie tot blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen, in zowel patiënt-controleonderzoeken als cohortonderzoeken. In het kader van PAGES worden met behulp van Geografische Informatiesystemen (GIS) modellen ontwikkeld om de (historische) blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen te schatten. Daarvoor worden landgebruikgegevens van Alterra en CBS-gegevens over gewassen gebruikt, naast gegevens van CBS en experts over welke stof op welk gewas werd gebruikt. Naar verwachting kan in 2013 een eerste historische en huidige blootstellingkaart worden gemaakt voor de PAGES populatie. Verdere uitbouw (bijvoorbeeld landelijke dekking) en verfijning van het project hangen af van verdere financiering. Metingen van de omgevingsblootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen zouden, naast persoonlijke metingen bij individuen, waardevol zijn om het model te valideren. Op basis van het GIS-model, mogelijk gekalibreerd op basis van omgevingsmetingen, kan mogelijk de blootstelling van de gehele Nederlandse populatie worden geschat en worden gelinkt aan deelnemers van epidemiologische studies.

Blootstellingsonderzoek IOM
Het Institute of Occupational Medicine (IOM) voert een onderzoek uit naar blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden van landbouwpercelen (zie www.pesticidebiomonitoring.org en (Galea et al., 2011)). Zowel bij volwassenen als kinderen worden concentraties van metabolieten van stoffen in de urine onderzocht. Dit gebeurt binnen en buiten het seizoen. Het doel van het onderzoek is om te beoordelen of het huidige systeem van risicobeoordeling en toelating van gewasbeschermingsmiddelen voldoende bescherming biedt aan omwonenden. Leden van de commissie van de Gezondheidsraad hebben een werkbezoek gebracht aan het IOM waarbij waardevolle (praktische) kennis is opgedaan over het opzetten en uitvoeren van blootstellingsonderzoek.

9 Kosten en doorlooptijd

Voor een blootstellingsonderzoek van deze omvang bestaat er geen ‘standaard meetstrategie’, ook niet in het buitenland. Deze moet deels nog worden ontwikkeld, wat relatief veel tijd en geld kost. De metingen in het onderzoek dienen grotendeels gelijktijdig plaats te vinden en zijn lastig ‘op te knippen’ in aparte onderdelen. Om concentraties van stoffen in urine te kunnen duiden, moeten metingen in contactmedia plaatsvinden rondom de momenten van urineverzameling. Met name de metingen in contactmedia zijn lastig en arbeidsintensief.

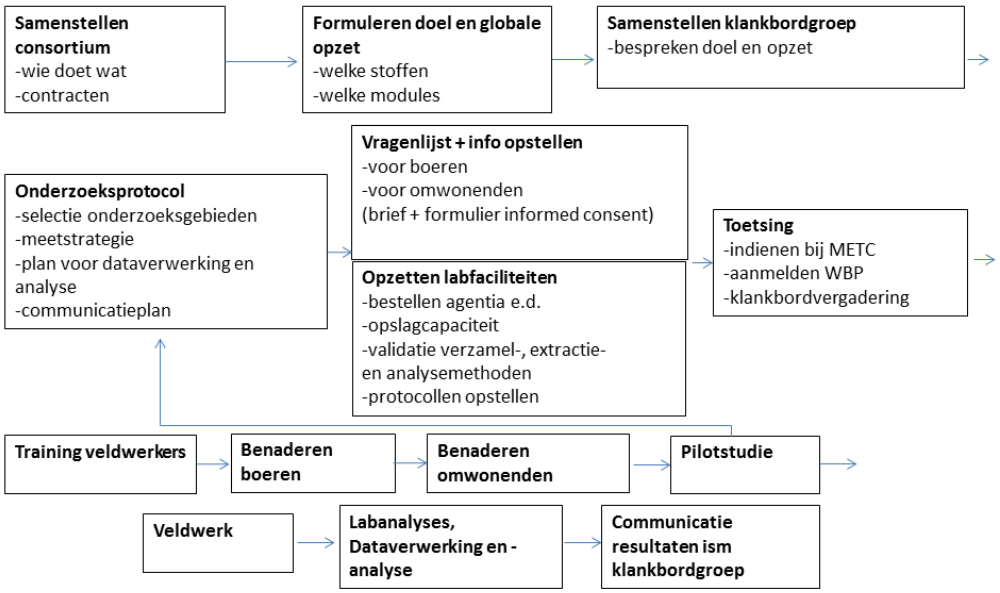
Door het uitvoeren van een pilotstudie wordt duidelijk welk budget nodig zal zijn voor het daadwerkelijke onderzoek. Een pilotstudie geeft namelijk inzicht in hoeveel tijd en kosten gemoeid gaan met het werven van deelnemers, de logistiek, het uitvoeren van de metingen, de labanalyses, de statistische analyses, en de interpretatie van de resultaten. Een pilotstudie zal al snel zo’n € 500.000 kosten. Door echter de pilotstudie goed op te zetten en uit te voeren, kunnen bij het daadwerkelijke blootstellingsonderzoek kosten worden bespaard. De pilotstudie geeft ook inzicht in de kosten van alle specifieke onderdelen van blootstellingsonderzoek. Met deze informatie kan eventueel worden gekozen om bepaalde metingen wel of niet uit te voeren.

Omdat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen van jaar tot jaar kan verschillen, beveelt de Gezondheidsraad aan om gedurende een aantal jaren te meten. Dit moet worden opgeteld bij minstens een jaar dat nodig is voor de voorbereiding van het onderzoek en uitvoering van een pilot, en minstens een jaar voor de verwerking en interpretatie van de meetgegevens en rapportage daarvan.

Gezien de relatief lange doorlooptijd van het onderzoek, de veelheid aan metingen, en de complexe analyse en interpretatie van de meetgegevens, sluit het RIVM zich aan bij de verwachting van de Gezondheidsraad dat blootstellingsonderzoek enkele miljoenen euro’s zal gaan kosten. Na een pilotstudie is er meer zicht op de kosten van de verschillende onderdelen van het onderzoek, en zou het onderzoek gefaseerd kunnen worden begroot.

10 Aanbevelingen voor blootstellingsonderzoek

In dit hoofdstuk worden alle aandachtspunten uit de voorgaande hoofdstukken puntsgewijs samengevat: welke aanbevelingen kunnen eruit worden gehaald voor de verschillende activiteiten binnen het onderzoek. Hierbij moet worden benadrukt dat het te vormen onderzoeksconsortium in onderling overleg en met inachtneming van de opmerkingen van de klankbordgroep de uiteindelijke onderzoeksopzet vaststelt. Figuur 12 laat een overzicht zien van de verschillende activiteiten die nodig zijn voor een blootstellingsonderzoek. We gaan er daarbij vanuit dat eerst een pilot wordt uitgevoerd om de praktische uitvoerbaarheid te testen. Aan de hand van de evaluatie van de pilot kan het onderzoeksprotocol dan nader worden ingevuld of aangepast. Tabel 5 geeft aanbevelingen en aandachtspunten per activiteit, met uitzondering van de laatste twee stappen.



Figuur 12. Overzicht van activiteiten in het onderzoek, waarin de pijlen een mogelijke volgorde schetsen. De laatste pijl van elke regel verwijst naar de volgende regel, dus 'onderzoeksprotocol' komt na 'samenstellen klankbordgroep'.

Het RIVM adviseert om het blootstellingsonderzoek toe te spitsen op het kennen van de inwendige en uitwendige blootstelling van omwonenden, en om de toxicologische en gezondheidskundige evaluatie van de blootstelling apart in te richten, waarbij wordt aangesloten bij lopende (inter)nationale onderzoeken.
Het advies van de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2014) omvat naast aanbevelingen voor onderzoek naar blootstelling, ook aanbevelingen voor verbetering van de toelatingsbeoordeling, voorlichting over bescherming, en eventuele permanente monitoring van blootstelling. Omdat al deze activiteiten onderling zijn verbonden, moet de communicatie, de participatie van belanghebbenden, en de integratie van de verschillende sporen worden aangestuurd vanuit een overkoepelende opdrachtgever.
Indien uit de resultaten van blootstellingsonderzoek blijkt dat omwonenden hoger worden blootgesteld dan een controlegroep, kan bijvoorbeeld door het

organiseren van een bijeenkomst met verschillende experts een eerste inschatting worden gemaakt of de resultaten aanleiding geven tot zorg en aanvullend gezondheidsonderzoek. Gemeten blootstellingsniveaus in urine en contactmedia kunnen worden vergeleken met gerapporteerde niveaus in internationale studies naar gezondheidseffecten en met gerapporteerde achtergrondconcentraties. Een gedegen risicobeoordeling valt volgens het RIVM buiten het kader van het blootstellingsonderzoek. Een vergelijking met grenswaarden is weliswaar mogelijk, maar de bestaande grenswaarden zouden bij een risicobeoordeling ook moeten worden geëvalueerd. Zo worden bijvoorbeeld vaak niet alle mogelijke gezondheidseffecten meegenomen bij de vaststelling van grenswaarden.

Tabel 5. Aanbevelingen voor blootstellingsonderzoek

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
Samenstellen consortium	• Partijen betrekken met expertise op relevante deelgebieden; heldere taakverdeling voor deskundigen. • Betrek bij de onderzoeksgroep (als toehoorder of deskundige) ook organisaties die zijn belast met toelating en beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen. • Voorkeur voor Nederlands onderzoeksconsortium vanwege onder andere kennis van nationale en lokale omstandigheden, toegang tot nationale gegevensbestanden en draagvlak voor de uitkomsten. • Voor zover niet in consortium vertegenwoordigd andere partijen in begeleidingscommissie opnemen. Coördinatie door één (interdisciplinaire) partij vanwege complexiteit onderzoek en diverse deelgebieden. • Opdrachtgever dient blootstellingsonderzoek aan te sturen vanuit overkoepelende blik en zorg te dragen voor aansluiting met toxicologische en gezondheidskundige evaluatie van de blootstelling, toelating en beoordeling, en communicatie.	6.1 en 6.3	
Formuleren doel en globale opzet	• Maak gebruik van ervaringen uit eerdere en lopende onderzoeken. • Definieer de duur van het onderzoek en neem daarbij minimaal twee spuitseizoenen mee. • Doel en opzet in voldoende detail uitwerken maar ruimte laten voor inbreng van de klankbordgroep. • Advies door begeleidingscommissie.	8 en 6.3	(Gezondheidsraad, 2014)
Welke modules	• Besteed aandacht aan verwachtingsmanagement: welke vragen kan dit onderzoek wel en niet beantwoorden? Waar zitten de onzekerheden? Hoe past dit onderzoek in (toekomstig) beleid ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen?	1 en 7.2.3	

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
Welke stoffen	• Besluit welke toepassingen worden bestudeerd; alleen spuiten of ook dompelen van bollen? • Maak selectie van circa tien stoffen uit lijst veelgebruikte stoffen. • Betrek (vertegenwoordigers van) telers bij keuze om actuele informatie over huidig en toekomstig gebruik te garanderen.	Zie checklist bij2.3. Zie ook 4.2.1 voor criteria biomonitoring.	Gegevensbronnen percelen en gebruik middelen: Tabel 1.
Samenstellen klankbordgroep	• Intensieve samenwerking met telers uit onderzoeksgebied essentieel. • Via klankbordgroep input van alle belanghebbenden.	6.2	
Onderzoeksprotocol			
Selectie studiepopulatie en onderzoeksgebieden	• Populatie 'at risk' moet voldoende groot zijn, dat wil zeggen voldoende volwassenen en kinderen nabij percelen met voor blootstelling relevante teelt. Definieer gewenste groepsgroottes van potentieel blootgestelden en controles voor de verschillende modules, zoals urinemetingen (zie 4.5) en metingen in contactmedia. • Koppeling woonadressen, locaties percelen en toegepaste hoeveelheden stoffen m.b.v. GIS: 3.2. • Selecteer ook telers en hun gezinnen.	3	Gegevensbronnen woon- en verblijfslocaties: Tabel 2.
Meetstrategie: biomonitoring	• Ochtendurine verzamelen. • Chronische blootstelling bepalen als functie (bijvoorbeeld gemiddelde, mediaan) van aantal monsters binnen en buiten spuitseizoen. • Acute en periodieke blootstelling door kort na spuitmoment urine te verzamelen, of door op meer momenten urine te verzamelen en achteraf alleen relevante monsters te analyseren. • Afstemming met telers over spuitmomenten. • Belasting voor kinderen (en hun ouders) minimaal maken, dus bijvoorbeeld geen bloedafname.	Zie 4.2.1 voor criteria biomonitoring.	Veel praktische ervaring aanwezig bij het IOM. Het EU-project COPHES (zie hoofdstuk 8) geeft aanwijzingen voor alle stadia van biomonitoring.

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
Meetstrategie: buitenlucht en binnenlucht	• Voor piekblootstelling moet spuitmoment in bemonsteringsperiode vallen. • Veel lucht bemonsteren om meetbare hoeveelheden stoffen te verzamelen. Slechts circa vijf High Volume Samplers (HVS) in Nederland aanwezig. HVS mogelijk ook binnen toepasbaar indien pomp buiten en aanzuigkop binnen. • Actieve meting beginnen als telers aangeven te gaan spuiten. • Bruikbaarheid passieve monstername met PUF depositie platen verder onderzoeken. • Drift naar de lucht (eventueel experimenteel met tracer) vaststellen op verschillende afstanden en hoogtes tijdens het spuiten.	4.1.1 en 4.1.2.	Ervaring bij onder andere TNO, IRAS, RIVM (LML), PRI en buitenlands onderzoek.
Meetstrategie: huisstof	• Vloer- en andere oppervlakken (bijvoorbeeld kleding) kunnen worden bemonsterd. • Monstername met behulp van veegdoekjes of stofzuigen. • Concentraties stoffen in huisstof relatief stabiel over de tijd, dus kan mogelijk volstaan worden met eenmalig onderzoek (niet zowel voor als na spuiten). • Validatiestudies nodig om monstername- en extractiemethode te evalueren.	4.1.3.	Ervaring bij IRAS, TNO en RIVM, en buitenlands onderzoek.
Meetstrategie: gewassen	• Eerder onderzochte moestuingewassen op basis van criteria genoemd in 4.1.5 zijn sperziebonen, peultjes, sla, andijvie, spinazie, worteltjes, bietjes, aardappelen, rabarber, tomaat, courgette, meloen/pompoen en prei. • Rekening houden met groeiperiode.	Zie 4.1.5 voor selectiecriteria van moestuinen en gewassen.	Expertise bemonstering bij RIVM (Swartjes et al., 2007), TNO, PRI, RIKILT en GGD (Staal, 2000).
Meetstrategie: bepalen aantal metingen	• Berekening aantallen en statistische power uitvoeren nadat keuze voor gewenste drempel, en voor specifieke stoffen is gemaakt en schattingen bekend zijn van binnen- en tussenpersoonsvariatie (NB: voorbeeldberekening laat zien dat circa 200 deelnemers nodig zijn om 30-70 procent hogere blootstelling in urine te kunnen vaststellen).	4.5.	Informatie over verwachte blootstelling uit eerder buitenlands onderzoek.

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
Communicatieplan	• Stel voorafgaand aan het onderzoek een communicatieplan op. • Communicatie is een tweerichtingsproces, belanghebbenden actief betrekken in proces. • Klankbordgroep vormen met (vertegenwoordigers van) belanghebbenden.	7	(Gezondheidsraad, 2001, Elsman-Domburg, 2006, Gezondheidsraad, 2014)
Vragenlijst + info opstellen	• Deelnemers tijdens meetperiode activiteitendagboekje laten bijhouden, onder andere over tijdstip urineverzameling en laatste voorafgaande toiletbezoek, schoonmaken/stofzuigen op plek monstername huisstof, eigen middelengebruik.	4.4.	Vragenlijst en activiteitendagboekje uit blootstellingsonderzoek IOM kunnen als basis dienen.
Opzetten labfaciliteiten	• Nauwelijks expertise aanwezig in Nederland met betrekking tot bepaling van deze stoffen in urine (wel in lucht en andere media). • Ontwikkelen analysemethode(n) voor specifieke stoffen in urine en contactmedia. • Reserveren analysecapaciteit bij één of meer laboratoria. • Analyse doorgaans met GCMS of HPLC MS/MS; optimale methode stofafhankelijk. Analysemethode moet lage detectie- en kwantificeringsdrempel hebben om lage concentraties te kunnen aantonen. • In pilotstudie stabiliteit stoffen in verschillende media testen. • Analysemethode ontwikkelen indien deze niet beschikbaar is voor een specifieke stof. Reken 3-6 maanden ontwikkeltijd. • Doorreageren van stoffen moet worden voorkomen bij transport en opslag. Gekoeld transport en opslag kan dit voorkomen maar moet per stof worden geëvalueerd.	4.3.	Expertise en voldoende capaciteit bij onder andere Rikilt, TNO en WUR/Alterra.
Toetsing	• Borgen dat de uitkomsten relevant zijn voor meer dan alleen de specifieke onderzoeksgebieden en -jaren, onder andere door meetresultaten te gebruiken voor validatie van blootstellings- en verspreidingsmodellen en blootstellingsindicatoren voor epidemiologische studies.	8.	

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
WBP	• Aanmelden in register WBP. • Vooraf informatie aan deelnemers geven over identiteit organisatie, doel waarvoor gegevens worden verwerkt en bewaartermijn van de gegevens. • Ondubbelzinnige toestemming van deelnemers nodig. • Gegevens anonimiseren met behulp van sleutelbestand. • Voldoende beveiligen gegevens. • In protocol omgang met gegevens beschrijven. • De deelnemers recht geven op inzage, verbetering, aanvulling, verwijdering of afscherming van persoonsgegevens. • Bewerkersovereenkomst opstellen indien niet uitsluitend verantwoordelijke organisatie met gegevens werkt.	5.1.	
WMO	• Indienen protocol bij METC, inclusief vragenlijsten die worden afgenomen, wervingscriteria en verklaring van 'lokale uitvoerbaarheid'. De METC heeft maximaal 8 weken nodig voor besluit. • In aanvraag motiveren dat het onderzoek moet worden uitgevoerd bij kinderen en dat risico's verwaarloosbaar en bezwaren minimaal zijn. • Ondubbelzinnige toestemming van deelnemers nodig. Voor kinderen <12 jaar toestemming van beide ouders of voogd nodig. Vóór vragen toestemming informatie geven over onderzoek en wijze van publiceren onderzoeksresultaten. • Onafhankelijke deskundige aanwijzen, bijvoorbeeld medisch milieukundigen bij de GGD. • Van tevoren nadenken over hoe om te gaan met uitschieters, zoals sterk verhoogde concentraties stoffen in urine.	5.2.	www.ccmo-online.nl
Training veldwerkers	• Lokale, goed getrainde veldwerkers zijn essentieel. Naast hun rol bij gegevensverzameling zijn zij het directe aanspreekpunt voor deelnemers aan het onderzoek. •	6.2	(Galea et al., 2011) gaat ook in op inzet 'community researchers'.
Benaderen telers en omwonenden	• GGD en koepelorganisaties kunnen mogelijk een rol spelen bij het benaderen van onderzoeksdeelnemers en telers.	6.2	

Activiteit	Aanbevelingen / aandachtspunten	Hoofdstuk in rapport	Verdere informatie
Pilotstudie	Moet onder andere antwoord geven op de volgende vragen: • Zijn de geselecteerde stoffen te analyseren in de gekozen media? • Wordt door HVS of andere actieve bemonsteringsmethode voldoende lucht aangezogen om meetbare hoeveelheden residuen te verkrijgen? • Is passieve luchtbemonstering een valide methode? • Met welke methoden kan huisstof het beste worden verzameld en geëxtraheerd? • Hoe is de variatie concentraties stoffen in de tijd? • Wat is de stabiliteit van stoffen in urine en contactmedia bij opslag en transport? • Wat is de binnen- en tussenpersoonsvariatie van concentraties residuen in urine en contactmedia? • Is het onderzoek praktisch uitvoerbaar (onder andere afstemming met telers; voldoende mensen bereid om mee te doen, urineverzameling bij jonge kinderen; logistiek veldwerk)? • Leveren de metingen bruikbare informatie op om modellen (op onderdelen) te verbeteren? • Wat zijn de kosten voor verschillende onderdelen?	4	
Veldwerk	• Afspraken maken met telers. • Praktische ervaring bij IOM benutten.		

10.1 Risico's en beperkingen

Er is een groot onderzoek vanuit meerdere disciplines nodig om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen. Gezien de complexiteit van het onderwerp, zullen echter ook na het onderzoek onzekerheden over de blootstelling blijven bestaan. Waarschijnlijk zal ook de vraag rijzen wat de gemeten blootstellingsniveaus kunnen betekenen voor de gezondheid. Het is goed om hier, bijvoorbeeld in vergaderingen met de klankbordgroep, helder over te zijn. Op die manier kunnen gezamenlijk keuzen worden gemaakt over het te besteden onderzoeksbudget; welke onzekerheden kunnen, tegen welke kosten, worden weggenomen, en welke niet? Dit onderzoek zal niet de (enige) oplossing bieden voor de zorgen die bestaan rond gewasbeschermingsmiddelen, maar moet worden gezien als een van de acties die de overheid, samen met burgers en belanghebbenden, neemt om zo goed mogelijk om te gaan met de mogelijke risico's en onzekerheden. Relevant in dit kader zijn de bevindingen van de Raadsgroep Signalering, die beschrijft hoe om te gaan met omgevingsrisico's en onzekerheden (Brenninkmeijer et al., 2012) en de opmerkingen die de Gezondheidsraad maakt over 'voorzorg met rede' (Gezondheidsraad, 2008) en 'no-regret' maatregelen rond gewasbeschermingsmiddelen (Gezondheidsraad, 2014).

Er zal aandacht moeten worden besteed aan de vraag in hoeverre de resultaten van het onderzoek kunnen worden vertaald naar bijvoorbeeld gezondheidsrisico's en andere stoffen, andere teelten en andere gebieden dan die zijn meegenomen in het onderzoek. In het onderzoek kunnen ook vragen opkomen over stoffen die niet (meer) toegelaten zijn op de markt maar die mogelijk nog wel worden gebruikt, en over incidentele blootstelling, bijvoorbeeld door lekkende opslag van gewasbeschermingsmiddelen.
In onderstaande tabel worden risico's geschetst: wat kan er zoal misgaan bij de uitvoering van het blootstellingsonderzoek en hoe vallen deze risico's mogelijk te beheersen?

Tabel 6. Risico's en beheersstrategieën

risico	Beheersstrategie
Procesmatig	
Moeizame interdisciplinaire samenwerking.	Consortium 'onderzoek van ons allen'; in vroeg stadium overeenstemming bereiken over het doel van het onderzoek. Regelmatige bijeenkomsten met het consortium, tussentijdse toetsmomenten. Duidelijkheid geven over de mogelijkheden en onmogelijkheden van het onderzoek. Bekwame onderzoekcoördinator.
Vertraging bij vorming consortium /klankbordgroep en vaststellen van het onderzoeksprotocol doordat er veel belanghebbenden zijn.	Bekwame onderzoekcoördinator. Eisen ten aanzien van besteding budget binnen bepaalde termijnen.
'Paralysis by analysis' ((EEA, 2013)); geen nieuw beleid door het wachten op de uitkomsten van het onderzoek.	Het onderzoek zal een aantal jaar in beslag nemen. In de tussentijd mogelijkheden om potentiële blootstelling te beperken (voorzorgsbeginsel) blijven onderzoeken. Zie ook (Gezondheidsraad, 2014, Gezondheidsraad, 2008). Breed gedragen mening over de rol van dit onderzoek en positionering ten opzichte van het beleid.

risico	Beheersstrategie
Inhoudelijk	
Ontevredenheid met resultaten van het onderzoek onder belanghebbenden.	'Verwachtingsmanagement'; waar kan het onderzoek antwoord op geven, en waarop niet? Breed gedragen keuzes ten aanzien van de opzet van het onderzoek door middel van klankbordgroep. Een goed communicatieplan (zie hoofdstuk 7).
Resultaten achterhaald door veranderingen in de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen (andere spuittechnieken, andere middelen).	Nauw contact met telers en met bijvoorbeeld LTO. Zo veel mogelijk inspelen op toekomstige ontwikkelingen, door bijvoorbeeld ook telers te selecteren die voorop lopen in het gebruik van nieuwe technieken. Resultaten uitdrukken in scenario's; stel dat er 20 procent minder drift is, dan zou de blootstelling met ... procent dalen.
Mogelijkheid dat geen verhoogde blootstelling wordt gevonden. De technische uitvoering van het onderzoek wordt ter discussie gesteld.	Nadruk leggen op een 'worst case' scenario in de onderzoeksopzet, waarmee kan worden aangetoond dat verschillen in blootstelling in principe aantoonbaar zijn met de gebruikte technieken. Pilotstudie voor de metingen in urine en contactmedia voor optimalisering van meettechnieken.
Onderzoekstechnisch	
Lage respons onder telers en/of omwonenden. Extra inspanningen (en budget) nodig om de onderzoekspopulatie samen te stellen.	Inschakelen van branche- en belangenorganisaties, lokale overheden en (vertegenwoordigers van) omwonenden. Goed communicatieplan. Efficiënte selectie van onderzoeksgebieden m.b.v. GIS (zie hoofdstuk 3.2)
Uitval van deelnemers tijdens het onderzoek.	Deelnemers blijven motiveren door goed getrainde veldwerkers in te zetten en tussentijds te informeren over het onderzoek.
Falende meetapparatuur, diefstal van in het veld of openbare weg opgestelde apparatuur.	Apparatuur zo veel mogelijk uit het zicht plaatsen en/of bijvoorbeeld op omheind terrein van telers of omwonenden. Regelmatige controle van apparatuur.
Uitzonderlijke weersomstandigheden tijdens metingen – resultaten niet representatief.	Extra meetperiode nemen.
Metingen in buitenlucht pas in stelling als spuitmoment allang voorbij is.	Apparatuur geruime tijd laten staan, zodat spuitmoment er altijd in valt (zie 4.1.1). Onderzoeken of apparatuur op afstand te bedienen is. Goede uitwisseling van informatie met de telers.
Weinig meetapparaten beschikbaar voor metingen in buitenlucht (ca. 5 HVS, zie hoofdstuk 4.1.1).	Onderzoek of andere meetapparatuur bruikbaar is (passieve samplers).

risico	Beheersstrategie
Verwisseling urinemonsters tussen personen, of binnen één persoon van verschillende tijdstippen.	Goede en gebruiksvriendelijke instructies geven, met bijv. kant en klare stickers. Training veldwerkers. Controle op afwijkende resultaten met behulp van statistiek en zo nodig aanpassing van de protocollen als blijkt dat er onduidelijkheden bestaan.
Technische problemen bij analyse van bijvoorbeeld urinemonsters	Pilotstudie. Meer stoffen selecteren (risicospreiding).
Uitschieters in urinewaarden.	Herhaling van de bepaling. Vooraf bespreken met consortium en METC of en hoe terug te koppelen met betreffende persoon.

Referenties

APREA, C., BETTA, A., CATENACCI, G., LOTTI, A., MINOIA, C., PASSINI, W., PAVAN, I., SAVERIO ROBUSTELLI DELLA CUNA, F., ROGGI, C., RUGGERI, R., SOAVE, C., SCIARRA, G., VANNINI, P. & VITALONE, V. 1996. Reference values of urinary ethylenethiourea in four regions of Italy (multicentric study). *Sci Total Environ,* 192**,** 83-93.

APREA, M. C. 2012. Environmental and biological monitoring in the estimation of absorbed doses of pesticides. *Toxicol Lett,* 210**,** 110-8.

ARMSTRONG, J. L., FENSKE, R. A., YOST, M. G., TCHONG-FRENCH, M. & YU, J. 2013. Comparison of polyurethane foam and XAD-2 sampling matrices to measure airborne organophosphorus pesticides and their oxygen analogs in an agricultural community. *Chemosphere*.

ARP, R., VAN DIJK, L., HOOGSTRATEN, B., DE RUIJTER, C., VINAMONT, I. & VAN DER WELLE, R. 2011. Mogelijke biomarkers voor onderzoek naar blootstelling aan bestrijdingsmiddelen. Onderzoek naar in urine aantoonbare metabolieten afkomstig van bestrijdingsmiddelen gebruikt in de bloembollenteelt. Adviesrapport in opdracht van GGD Amsterdam.

BARR, D. B. & ANGERER, J. 2006. Potential uses of biomonitoring data: a case study using the organophosphorus pesticides chlorpyrifos and malathion. *Environ Health Perspect,* 114**,** 1763-9.

BOON, P. E., VAN DONKERSGOED, G., NOORDAM, M., TE BIESEBEEK, J. D., VAN DE VEN – VAN DEN HOOGEN, B. M. & VAN KLAVEREN, J. D. 2012. Evaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming. Deelrapport Voedselveiligheid. RIVM Rapport 320038001/2012. Bilthoven: Rijkstinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

BRADMAN, A., WHITAKER, D., QUIROS, L., CASTORINA, R., CLAUS HENN, B., NISHIOKA, M., MORGAN, J., BARR, D. B., HARNLY, M., BRISBIN, J. A., SHELDON, L. S., MCKONE, T. E. & ESKENAZI, B. 2007. Pesticides and their metabolites in the homes and urine of farmworker children living in the Salinas Valley, CA. *J Expo Sci Environ Epidemiol,* 17**,** 331-49.

BRENNINKMEIJER, A. F. M., DE GRAAF, B., ROESER, S. & PASSCHIER, W. F. 2012. Omgaan met omgevingsrisico's en onzekerheden. Hoe doen we dat samen? Den Haag: Bureau KLB.

CALEPA 2013. AIR MONITORING NETWORK RESULTS FOR 2012. Sacramento: California Environmental Protection Agency, Department of Pesticide Regulation.

CASTORINA, R., BRADMAN, A., FENSTER, L., BARR, D. B., BRAVO, R., VEDAR, M. G., HARNLY, M. E., MCKONE, T. E., EISEN, E. A. & ESKENAZI, B. 2010. Comparison of current-use pesticide and other toxicant urinary metabolite levels among pregnant women in the CHAMACOS cohort and NHANES. *Environ Health Perspect,* 118**,** 856-63.

CIW 2003. Beoordelingsmethodiek emissiebeperkende maatregelen lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Den Haag: Commissie Integraal Waterbeheer.

COLLEGE VOOR DE TOELATING VAN GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN EN BIOCIDEN 2012. Jaarverslag 2011.

COLOSIO, C., VISENTIN, S., BIRINDELLI, S., CAMPO, L., FUSTINONI, S., MARIANI, F., TIRAMANI, M., TOMMASINI, M., BRAMBILLA, G. & MARONI, M. 2006. Reference values for ethylenethiourea in urine in Northern Italy: results of a pilot study. *Toxicol Lett,* 162**,** 153-7.

CURWIN, B. D., HEIN, M. J., SANDERSON, W. T., NISHIOKA, M. G., REYNOLDS, S. J., WARD, E. M. & ALAVANJA, M. C. 2005. Pesticide contamination inside farm and nonfarm homes. *J Occup Environ Hyg*, 2**,** 357-67.

CURWIN, B. D., HEIN, M. J., SANDERSON, W. T., STRILEY, C., HEEDERIK, D., KROMHOUT, H., REYNOLDS, S. J. & ALAVANJA, M. C. 2007. Urinary pesticide concentrations among children, mothers and fathers living in farm and non-farm households in iowa. *Ann Occup Hyg*, 51**,** 53-65.

DE KROON, M. W., ENZELER, K. & V.D. SCHEE, H. A. 1993. Onderzoek nar de betrouwbaarheid van de bepalingsmethode van dithiocarbamaten (als CS2) op diverse koolsoorten. Amsterdam: IGB-KvW.

DEPARTMENT OF PESTICIDE REGULATION. 2011. *Pesticide Residue Monitoring Program* [Online]. California. Available: http://www.cdpr.ca.gov/docs/enforce/residue/rsmonmnu.htm [Accessed March, 8 2013].

DEZIEL, N. C., WARD, M. H., BELL, E. M., WHITEHEAD, T. P., GUNIER, R. B., FRIESEN, M. C. & NUCKOLS, J. R. 2013. Temporal variability of pesticide concentrations in homes and implications for attenuation bias in epidemiologic studies. *Environ Health Perspect*, 121**,** 565-71.

DUYZER, J. H. & VONK, A. W. 2003. Atmospheric deposition of pesticides, PAHs and PCBs in the Netherlands. Apeldoorn: TNO.

EEA 2013. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. Copenhagen: EEA.

EFSA 2010. Scientific opinion on preparation of a guidance document on pesticide exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents. *EFSA journal*, 8**,** 1501.

EGEGHY, P. P., COHEN HUBAL, E. A., TULVE, N. S., MELNYK, L. J., MORGAN, M. K., FORTMANN, R. C. & SHELDON, L. S. 2011. Review of pesticide urinary biomarker measurements from selected US EPA children's observational exposure studies. *Int J Environ Res Public Health*, 8**,** 1727-54.

ELSMAN-DOMBURG, M. G. 2006. GGD-Richtlijn Risicocommunicatie. Risk taking is a joy of life. Geraadpleegd via: http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:76242&type=org&disposition=inline. GGD-Nederland.

ESTEVE-TURRILLAS, F. A., PASTOR, A. & DE LA GUARDIA, M. 2009. Use of semipermeable membrane devices for monitoring pesticides in indoor air. *J AOAC Int*, 92**,** 1557-65.

FENSKE, R. A., LU, C., BARR, D. & NEEDHAM, L. 2002. Children's exposure to chlorpyrifos and parathion in an agricultural community in central Washington State. *Environ Health Perspect*, 110**,** 549-53.

FUSTINONI, S., CAMPO, L., LIESIVUORI, J., PENNANEN, S., VERGIEVA, T., VAN AMELSVOORT, L., BOSETTI, C., VAN LOVEREN, H. & COLOSIO, C. 2008. Biological monitoring and questionnaire for assessing exposure to ethylenebisdithiocarbamates in a multicenter European field study. *Hum Exp Toxicol*, 27**,** 681-91.

GALEA, K. S., MACCALMAN, L., JONES, K., COCKER, J., TEEDON, P., SLEEUWENHOEK, A. J., CHERRIE, J. W. & VAN TONGEREN, M. 2011. Biological monitoring of pesticide exposures in residents living near agricultural land. *BMC Public Health*, 11**,** 856.

GEZONDHEIDSRAAD 2001. Ongerustheid over lokale milieufactoren: risicocommunicatie, blootstellingsbeoordeling en clusteronderzoek. Den Haag: Gezondheidsraad.

GEZONDHEIDSRAAD 2003. Gezondheid en milieu: mogelijkheden van monitoring. Den Haag.

GEZONDHEIDSRAAD 2008. Voorzorg met rede. Den Haag: Gezondheidsraad.

GEZONDHEIDSRAAD 2014. Gewasbescherming en omwonenden. Publicatienummer 2014/02. Den Haag: Gezondheidsraad.

GILBERT, A., KREBS, B., MAASFELD, W. & PHILLIPS, J. 2002. Bystander exposure to pesticides – EUROPOEM II project FAIR3 CT96- 1406. Bystander Working Group Report, September 2001 (Revised February 2002).

GRIFFITH, W., CURL, C. L., FENSKE, R. A., LU, C. A., VIGOREN, E. M. & FAUSTMAN, E. M. 2011. Organophosphate pesticide metabolite levels in pre-school children in an agricultural community: within- and between-child variability in a longitudinal study. *Environ Res,* 111**,** 751-6.

GUNIER, R. B., WARD, M. H., AIROLA, M., BELL, E. M., COLT, J., NISHIOKA, M., BUFFLER, P. A., REYNOLDS, P., RULL, R. P., HERTZ, A., METAYER, C. & NUCKOLS, J. R. 2011. Determinants of agricultural pesticide concentrations in carpet dust. *Environ Health Perspect,* 119**,** 970-6.

HALL, E. F., DUSSELDORP, A., ARIES, M. B. C. & KNOLL, B. 2009. Verbindingen in lucht en huisstof van woningen. Bilthoven: RIVM.

HARNLY, M. E., BRADMAN, A., NISHIOKA, M., MCKONE, T. E., SMITH, D., MCLAUGHLIN, R., KAVANAGH-BAIRD, G., CASTORINA, R. & ESKENAZI, B. 2009. Pesticides in dust from homes in an agricultural area. *Environ Sci Technol,* 43**,** 8767-74.

HAYS, S. M. & AYLWARD, L. L. 2012. Interpreting human biomonitoring data in a public health risk context using Biomonitoring Equivalents. *Int J Hyg Environ Health,* 215**,** 145-8.

HOGENKAMP, A., VAAL, M. & HEEDERIK, D. 2004. Pesticide exposure in dwellings near bulb growing fields in The Netherlands: an explorative study. *Ann Agric Environ Med,* 11**,** 149-53.

HOLLANDER, A., VERBOOM, J. H. & VAN PUL, W. A. J. 2012. Concentraties van POP in lucht en regenwater. Meetresultaten De Zilk. Bilthoven: RIVM.

HULSHOF, P. J. M. 1988. De groenteconsumptie van volkstuinders. Den Haag: Staatstoezicht op de Volksgezondheid.

ISO 2006. ISO 2286: Equipment for crop protection - Methods for the field measurement of spray drift. Geneva: International Standardasation Organisation

JANSSENS, S. R. M., STOKREEF, J. W., SMIT, A. B. & PRINS, H. 2012. Evaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming - Deelrapport Naleving. Den Haag: Landbouw Economisch Instituut

JONES, K., PATEL, K., COCKER, J., BEVAN, R. & LEVY, L. 2010. Determination of ethylenethiourea in urine by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation-mass spectrometry for monitoring background levels in the general population. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci,* 878**,** 2563-6.

KENNEDY, M. C., BUTLER ELLIS, M. C. & MILLER, P. C. H. 2012. BREAM: A probabilistic Bystander and Resident Exposure Assessment Model of spray drift from an agricultural boom sprayer. *Computers and Electronics in Agriculture,* 88**,** 63-71.

KRUIJNE, R., VAN DER LINDEN, A. M. A., DENEER, J. W., GROENWOLD, J. G. & WIPFLER, E. L. 2012. Dutch Environmental Risk Indicator for Plant Protection Products. Wageningen: Alterra, part of Wageningen UR.

LEISTRA, M., VAN DER LINDEN, A. M. A., BOESTEN, J. J. T. I., TIKTAK, A. & VAN DEN BERG, F. 2001. PEARL model for pesticide behaviour and emission in soil-plant systems; Description of the processes in FOCUS-PEARL v 1.1.1. Wageningen: Alterra, RIVM.

LOOMIS, D. & KROMHOUT, H. 2004. Exposure variability: concepts and applications in occupational epidemiology. *Am J Ind Med,* 45**,** 113-22.

LU, C., FENSKE, R. A., SIMCOX, N. J. & KALMAN, D. 2000. Pesticide exposure of children in an agricultural community: evidence of household proximity to farmland and take home exposure pathways. *Environ Res,* 84**,** 290-302.

LU, C., KEDAN, G., FISKER-ANDERSEN, J., KISSEL, J. C. & FENSKE, R. A. 2004. Multipathway organophosphorus pesticide exposures of preschool children living in agricultural and nonagricultural communities. *Environ Res,* 96**,** 283-9.

MARTIN, S., WESTPHAL, D., ERDTMANN-VOURLIOTIS, M., DECHET, F., SCHULZE-ROSARIO, C., STAUBER, F., WICKE, H. & CHESTER, G. 2008. Guidance for Exposure and Risk Evaluation for Bystanders and Residents exposed to Plant Protection Products during and after Application. *J. Verbr. Lebensm. ,* 3**,** 272-281.

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN 2013. Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Tweede nota duurzame gewasbescherming periode 2013 tot 2023.

MONTESANO, M. A., OLSSON, A. O., KUKLENYIK, P., NEEDHAM, L. L., BRADMAN, A. S. & BARR, D. B. 2007. Method for determination of acephate, methamidophos, omethoate, dimethoate, ethylenethiourea and propylenethiourea in human urine using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization tandem mass spectrometry. *J Expo Sci Environ Epidemiol,* 17**,** 321-30.

NEDERLANDSE VOEDSEL- EN WARENAUTORITEIT. 2012. *Residuen van gewasbeschermingsmiddelen op groente en fruit. Overzicht van uitkomsten NVWA-inspecties juli 2010 - juni 2012.* [Online]. Available: http://www.vwa.nl/onderwerpen/inspectieresultaten/dossier/bestrijdingsmiddelen-op-groente-en-fruit/nieuwsoverzicht/nieuwsbericht/2027141/halfjaarlijkse-voortschrijdende-nvwa-rapportage-residuen-gewasbeschermingsmiddel [Accessed 29 January 2014].

NEDERLANDSE VOEDSEL- EN WARENAUTORITEIT 2013. Controleresultaten nalevingsmeting fruit 2012 WGB. NVWA, Divisie L&N

OECD 2009. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 5. OECD Publishing.

PANNA 2012. Pesticide Drift Monitoring in Minnesota. JUNE 13,2006 - AUGUST 13, 2009. San Fransisco.

RIGAS, M. L., OKINO, M. S. & QUACKENBOSS, J. J. 2001. Use of a pharmacokinetic model to assess chlorpyrifos exposure and dose in children, based on urinary biomarker measurements. *Toxicol Sci,* 61**,** 374-81.

SAIEVA, C., APREA, C., TUMINO, R., MASALA, G., SALVINI, S., FRASCA, G., GIURDANELLA, M. C., ZANNA, I., DECARLI, A., SCIARRA, G. & PALLI, D. 2004. Twenty-four-hour urinary excretion of ten pesticide metabolites in healthy adults in two different areas of Italy (Florence and Ragusa). *Sci Total Environ,* 332**,** 71-80.

SAUERWEIN, L. B. & LINNEMANN, J. J. 2002. Wet Bescherming Persoonsgegevens: Handleiding voor verwerkers van persoonsgegevens. Den Haag: Ministerie van Justitie.

SCHER, D. P., SAWCHUK, R. J., ALEXANDER, B. H. & ADGATE, J. L. 2008. Estimating absorbed dose of pesticides in a field setting using biomonitoring data and pharmacokinetic models. *J Toxicol Environ Health A,* 71**,** 373-83.

SLEEUWENHOEK, A., COCKER, J., JONES, K. & CHERRIE, J. W. 2007. Biological monitoring of pesticide exposures. Institute of Occupational Medicine.

SMITS, M. C. J., VAN JAARSVELD, J. A., MOKVELD, L. J., VELLINGA, O., STOLK, A. P., VAN DER HOEK, K. W. & VAN PUL, W. A. J. 2005. Het 'Veld'-

project: een gedetailleerde inventarisatie van de ammoniak-emissies en -concentraties in een agrarisch gebied. Bilthoven: RIVM.

STAAL, L. 2000. Consumptiegewassen na(ast) bloembollen; Gezondheidsrisico's ten gevolge van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de bloembollenteelt via de voeding? Heerlen: Open Universiteit (afstudeerverslag).

SWARTJES, F. A., DIRVEN-VAN BREEMEN, E. M., OTTE, P. F., VAN BEELEN, P., RIKKEN, M. G. J., TUINSTRA, J., SPIJKER, J. & LIJZEN, J. P. A. 2007. Human health risks due to consumption of vegetables from contaminated sites. Towards a protocol for site-specific assessment. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment.

VAN DE ZANDE, J. C., HOLTERMAN, H. J. & HUIJSMANS, J. F. M. 2012. Spray drift for the assessment of exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 1: Field crops and downward spraying. Wageningen: Plant Research International.

VAN DE ZANDE, J. C., MICHIELSEN, J. M. G. P., STALLINGA, H., PORSKAMP, H. A. J., HOLTERMAN, H. J. & HUIJSMANS, J. F. M. 2002. Spray distribution when spraying potatoes with a conventional or an air-assisted field boom sprayer. *American Society of Agricultural Engineers.*

VAN DE ZANDE, J. C., WENNEKER, M. & MICHIELSEN, J. M. G. P. 2010. Risk estimation of bystander and residential exposure from orchard spraying based on measured spray drift data. *Aspects of Applied Biology*, 99**,** 149-156.

VAN DER JAGT, K., TIELEMANS, E., LINKS, I., BROUWER, D. & VAN HEMMEN, J. 2004. Effectiveness of personal protective equipment: relevance of dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos among pest control operators. *J Occup Environ Hyg*, 1**,** 355-62.

VAN PUL, W. A. J., VAN JAARSVELD, J. A., VELLINGA, O. S., VAN DEN BROEK, M. & SMITS, M. C. J. 2008. The VELD experiment: An evaluation of the ammonia emissions and concentrations in an agricultural area. *Atm Env*, 42**,** 8086-8095.

VAN ROSSUM, C. T. M., FRANSEN, H. P., VERKAIK-KLOOSTERMAN, J., BUURMA-RETHANS, E. J. M. & OCKE, M. C. 2011. Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010 : Diet of children and adults aged 7 to 69 years. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment.

Bijlage A. Modellering van verspreiding en blootstelling

Het RIVM adviseert om het blootstellingsonderzoek dusdanig in te richten dat de resultaten kunnen worden gebruikt om bestaande modellen op onderdelen te toetsen. In deze bijlage geven we een overzicht van gangbare modellen in de toelatingsprocedure. In sommige gevallen zal toetsing en modelontwikkeling specifieke meetcampagnes vereisen. Voorbeelden zijn een experiment gericht op de beschrijving en toetsing van een driftcurve (druppeldrift) of toetsing van de vervluchtiging en verspreiding in de atmosfeer. Dit vereist relatief snelle concentratiemetingen in combinatie met gespecialiseerde meteorologische waarnemingen. Dergelijke metingen zouden onderdeel kunnen zijn van de metingen van het blootstellingsonderzoek. Op dit moment ontbreken nog modellen om de depositie op moestuinen te berekenen, of om concentraties binnenshuis te berekenen aan de hand van concentraties buitenshuis.

Er zijn modellen opgesteld om de blootstelling voor de toepasser, werker en omstander te schatten in het kader van de toelating van gewasbeschermingsmiddelen. De Europese Verordening 1107/2009/ stelt dat (residuen van) gewasbeschermingsmiddelen geen nadelige effecten mogen hebben op de gezondheid van mens en dier. De risicobeoordeling richt zich van oudsher op de bescherming van de werknemers (toepasser en werker), maar de laatste jaren worden risico's voor omstanders en omwonenden in diverse landen meegenomen, bijvoorbeeld in Duitsland en Engeland.

De European Food Safety Authority (EFSA) heeft recent een concept handleiding voor risicobeoordeling opgesteld (EFSA, 2010), onder andere om te komen tot een meer geharmoniseerde aanpak in de verschillende lidstaten voor wat betreft omstanders en omwonenden. De EFSA concludeert het volgende:
De empirische data waar de modellen op berusten zijn beperkt;
De uitkomsten zijn afhankelijk van het gekozen model, soms zijn combinaties van modellen nodig;
Er is onderzoek nodig naar de potentiële blootstelling door de consumptie van gewassen uit moestuinen die naast akkerbouwvelden liggen;
Nieuwe data en methoden zijn nodig om cumulatieve blootstelling, namelijk via verschillende blootstellingsroutes en verschillende middelen, te schatten.

Er bestaan grofweg drie categorieën voor de hier relevante modellen, namelijk voor:
1. drift;
2. vervluchtiging en atmosferische dispersie;
3. overdracht naar mensen.

Met name de laatste categorie betreft modellen met relatief grote onzekerheden in vergelijking met modellen uit de andere categorieën; hoeveel blijft bijvoorbeeld achter op kleding en kan zo de huid binnenkomen?

Het BREAM (Bystander and Resident Exposure Assessment Model) project heeft geleid tot een model om blootstelling via spuitnevel en vervluchtiging te schatten bij specifieke toepassingen ('boom sprayer') (Kennedy et al., 2012). In het daarop volgende Europese BROWSE project (2011-2013, Bystanders, Residents, Operators and WorkerS Exposure models for plant protection products; www.browseproject.eu) wordt de methodiek om de blootstelling van toepassers, werkers, omstanders en omwonenden te schatten, verder

ontwikkeld. De resultaten van dit project zullen waarschijnlijk worden gebruikt om de handleiding van EFSA (EFSA, 2010) nader uit te werken. BROWSE zal veel gegevens over toepassingen en gedragingen van personen verzamelen in Groot-Brittannië, Italië en Griekenland, maar voor vertaling naar de Nederlandse situatie zijn meer Nederlandse gegevens nodig vanwege verschillen in de manier waarop landbouw wordt bedreven. De gegevens worden verkregen door interviews met toepassers, arbeiders, omstanders en omwonenden. Vanuit Nederland participeren TNO en WUR (Alterra en PRI) in het BROWSE project. Resultaten van driftmetingen in Nederlandse boomgaarden (PRI) zijn in BROWSE ingebracht en op basis daarvan is een deterministisch model voor blootstelling van omstanders en omwonenden ontwikkeld. Het RIVM maakt deel uit van de klankbordgroep. Er loopt ook een project voor EFSA waarin spuitgegevens en milieugegevens worden verzameld in aardappel- en groenteteelt in Nederland en in zes andere landen (verschillende gewassen) met onder andere surveys en dagboekjes. In het kader van BROWSE zijn het model PEARL, voornamelijk de vervluchtigingsmodule in PEARL, en het atmosferische dispersiemodel OPS-Ste gekoppeld en aangepast voor de specifieke toepassing op gewasbeschermingsmiddelen.
Tabel 7 geeft een aantal modellen weer die internationaal worden gebruikt bij de toelating (EUROPOEM), die in Nederland ontwikkeld zijn (OPS, PEARL, driftcurves) en waarin de blootstelling van omwonenden wordt meegenomen (EFSA calculator, handleiding Duitsland). Ook het hierboven besproken BREAM model is in de tabel opgenomen. De tabel geeft geen uitputtend overzicht van de modellen die worden gebruikt.

De EFSA heeft als doel om tot een geharmoniseerde aanpak in de verschillende lidstaten te komen en zal in dat proces verschillende modellen combineren en aan elkaar koppelen. Dit zal resulteren in een rekenprogramma (‘EFSA-calculator’). Deze EFSA-calculator en de andere genoemde modellen kunnen bij het blootstellingsonderzoek op onderdelen worden gevalideerd met meetgegevens. Risicobeoordelaars bij het RIVM, Ctgb, WUR en TNO kunnen de genoemde modellen draaien.

Tabel 7. Verspreidings- en blootstellingsmodellen

Model	Type	Input	Output
PEARL (Leistra et al., 2001)	Vervluchtigingsmodel	Onder andere dampdruk, weersomstandigheden	o.a. uitspoeling, vervluchtiging, emissie naar lucht/water vanaf het behandelde gewas
OPS-Ste (Smits et al., 2005, Van Pul et al., 2008)	Atmosferisch verspreidingsmodel	Emissie naar lucht (bijvoorbeeld vanuit PEARL), weersomstandigheden	Dispersie, transport, en depositie
BREAM / Silsoe drift model (Kennedy et al., 2012)	Driftmodel voor 'boomsprayer'	Toepassingskenmerken (onder andere hoogte gewas), weeromstandigheden en blootstellingsparameters, zoals ademhalingssnelheid	Dermale en inhalatoire blootstelling door spuitnevel
EFSA modellen voor omwonenden/ calculator (EFSA, 2010)	Combinatie	Stofeigenschappen, Toepassingskenmerken, blootstellingsparameters	Dermale en inhalatoire blootstelling via - Spuitnevel - Vervluchtiging - Depositie - Residuen op gewas (re-entry)
EUROPOEM I	Overdachtsmodel		Dermale en inhalatoire blootstelling van toepassers
EUROPOEM II (Gilbert et al., 2002)	Overdachtsmodel		Verdere uitwerking van EUROPOEM I, inclusief omstanders
Handleiding beoordeling overeenkomstig regelgeving Duitsland (Martin et al., 2008)	Overdachtsmodel	Gebruikte hoeveelheden, drift (aan de hand van surrogaatwaarden) en blootstellingsparameters (aan de hand van surrogaatwaarden)	Verdere uitwerking van EUROPOEM II, inclusief omwonenden (ook kinderen)
BROWSE (www.browseproject.eu)	Model in ontwikkeling		Modellen die (externe) blootstelling kunnen schatten voor passanten, omwonenden, toepassers en werkers voor de inhalatoire, dermale en ingestie route
Driftcurves WUR (van de Zande et al., 2010)	Driftmodel		Emissie naar oppervlaktewater en lucht via spuitnevel

Bijlage B. Overzicht geconsulteerde personen

Binnen het RIVM	Buiten het RIVM
Jan Dirk te Biesebeek	Jan van Aartrijk (KAVB)
Esther Brandon	Erik v.d. Berg (Alterra)
Mark van Bruggen	Martin v.d. Berg (IRAS, UU)
Annelike Dusseldorp	Toon Driessen (NVWA)
Jacqueline van Engelen	Rianda Gerritsen (TNO)
José Ferreira	Dick Heederick (IRAS, UU)
Nicole Janssen	Frans van Houts (KAVB)
Jacob van Klaveren	Cor Jacobs (Alterra)
Ingrid van Kuilenburg	Erik Tielemans (TNO)
Erik Lebret	Wim Traag (RIKILT)
Ton van der Linden	Roel Vermeulen (IRAS, UU)
Robert Luttik	Jacobje Visser (GGD Hollands Noorden)
Mark Montforts	Jaap van Wenum (LTO Noord)
Yonne Mulder	Jan van de Zande (WUR)
Agnes Oomen	
Bernadette Ossendorp	
Edith van Putten	
Ramon Ramlal	
Frank Swartjes	
Hans Verboom	
Joke Vroom	
Henriette Westerling	
Piet van Zoonen	

Dit is een uitgave van:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl