Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen

Aan: de minister en staatssecretaris van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
en de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat
Nr. 2024/07, Den Haag, 25 april 2024

Gezondheidsraad

inhoud

Samenvatting 3

01 Inleiding 6

1.1 Aanleiding 7
1.2 Doelstelling 10
1.3 Werkwijze 10
1.4 Definities 11
1.5 Leeswijzer 12

02 Urgentie 14

2.1 Omissie in beleid 15
2.2 Blinde vlekken 21
2.3 Ontwikkelingen 25

03 Mogelijkheden van een meetprogramma 30

3.1 Mogelijkheden voor beleid 31
3.2 Technische mogelijkheden 34
3.3 Ethische en juridische overwegingen 40

04 Meet humane blootstelling in Nederland 41

4.1 Doel van het meetprogramma 42
4.2 Inbedding van het meetprogramma 42
4.3 Verantwoordelijkheid voor het meetprogramma 42
4.4 Opzet van het meetprogramma 46
4.5 Kosten, baten en financiering 51
4.6 Conclusie 54

Literatuur 55

samenvatting

Chemische stoffen bevinden zich overal in onze leefomgeving. Ze worden gebruikt in de landbouw en de industrie en zitten in voedingsmiddelen, geneesmiddelen, consumentenproducten zoals cosmetica en meubels, en bouwmaterialen. Door de vele toepassingen dragen chemische stoffen bij aan onze gezondheid, veiligheid en kwaliteit van leven. Blootstelling aan chemische stoffen kan echter ook een negatieve invloed hebben op onze gezondheid. Daarom voert de overheid beleid om deze blootstelling zo veel mogelijk te voorkomen en te beperken. Om de blootstelling te schatten voert ze metingen uit in milieu, drinkwater, voedsel en consumentenproducten. De daadwerkelijke blootstelling bij mensen kan echter alleen worden vastgesteld en gevolgd door regelmatig metingen te doen aan het lichaam of in lichaamsmateriaal zoals bloed of urine.
In Nederland vindt dit soort metingen uitsluitend incidenteel plaats. Hierdoor ontbreken belangrijke gegevens over de blootstelling van de bevolking.

Investeer in een structureel meetprogramma met biomonitoring
De Commissie Signalering gezondheid en milieu van de Gezondheidsraad adviseert de overheid te investeren in een structureel meetprogramma om de blootstelling van de bevolking aan chemische stoffen te volgen.
Ze adviseert hierbij gebruik te maken van biomonitoring. Hierbij wordt de blootstelling gemeten in lichaamsmateriaal, bijvoorbeeld bloed of urine, bij een representatieve groep vrijwillige deelnemers. Een structureel meetprogramma levert de gegevens op die nodig zijn om het overheidsbeleid te toetsen en te verbeteren. Hierdoor kan de overheid beter aan haar zorgplicht voldoen. Deze zorgplicht houdt onder meer in dat de overheid de volksgezondheid bewaakt en bevordert.

Belangrijke gegevens over blootstelling ontbreken
Biomonitoringsprogramma's worden internationaal steeds vaker gebruikt, waaronder in buurlanden als Duitsland en Vlaanderen. Tot 1997 bestond een structureel meetprogramma met humane biomonitoring ook in Nederland. Dit werd stopgezet omdat de overheid toen stelde dat de kosten niet opwogen tegen de baten, dat de concentraties van onderzochte stoffen daalden en dat ze ontwikkelingen rond biomonitoring in Europees verband af wilde wachten. De eerste twee redenen zijn volgens de commissie niet meer van toepassing. Ondertussen laten de ontwikkelingen in Europees verband juist zien dat biomonitoring een belangrijke rol kan spelen in milieu- en gezondheidsbeleid.

Momenteel wordt de blootstelling aan chemische stoffen in Nederland geschat op basis van metingen in milieu, drinkwater, voedsel en

consumentenproducten. Ook wordt gebruik gemaakt van modelleringen, incidentele biomonitoringsonderzoeken, gegevens uit het verleden en gegevens uit het buitenland. Dit levert echter beperkte gegevens op. Nederland heeft een eigen chemische omgeving en gegevens uit het buitenland zijn daarom vaak niet representatief. Ook zijn hoogrisico-groepen vanwege bijvoorbeeld regionale of sociale verschillen in blootstelling niet in beeld. De werkelijke blootstelling vanuit meerdere bronnen tegelijk kan met huidige milieumetingen en modellering niet worden vastgesteld. Verder is de ziektelast in de algemene bevolking als gevolg van blootstelling vrijwel onbekend. Regelmatig zijn er incidenten met blootstelling aan chemische stoffen (bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen, PFAS en PAK's) waarbij blijkt dat inzicht ontbreekt in de blootstelling van burgers en in de belangrijkste bronnen en routes van blootstelling.

Nieuwe ontwikkelingen rondom chemische stoffen versterken de urgentie van een structureel meetprogramma. Zo neemt het gebruik van chemische stoffen toe en worden stoffen waar beperkingen voor worden opgelegd in hoog tempo vervangen door stoffen waar nog geen toelatingsbeleid voor is. Verder komen door de transitie naar een circulaire economie schadelijke stoffen in nieuwe producten terecht. Ook neemt het vertrouwen van burgers in de overheid af door verschillende incidenten rondom de blootstelling aan chemische stoffen bij omwonenden van fabrieken. Door een gebrek aan gegevens over de daadwerkelijke blootstelling kan de overheid onvoldoende op deze zorgen inspelen.

Meetprogramma vult ontbrekende gegevens aan

De commissie stelt dat een structureel meetprogramma met biomonitoring kan worden ingezet om blootstelling aan schadelijke stoffen te bewaken en om het effect van beleid te controleren. De verkregen Nederlandse blootstellingwaarden geven zicht op blootstelling onder de Nederlandse bevolking en op verschillen in blootstelling tussen groepen. Daarnaast biedt het programma de mogelijkheid om in te spelen op (lokale) zorgen over blootstellingssituaties en om nieuwe stoffen en blootstellingen in kaart te brengen. De technische mogelijkheden op het gebied van biomonitoring zijn de laatste jaren sterk toegenomen. Door internationaal onderzoek zijn meetmethodes verbeterd, nieuwe methodes ontwikkeld om veel stoffen tegelijk te kunnen meten en zijn gezondheidskundige advieswaarden voor interne blootstelling afgeleid.

Herhaalde meetcycli en aandacht voor hoogrisicogroepen

Voor de uitvoering adviseert de commissie om de krachten te bundelen in een consortium van relevante instellingen. Het ligt voor de hand om de coördinatie en uitvoering van het programma bij het RIVM te beleggen. De commissie adviseert om een programma op te bouwen met repeterende meetcycli waarin stoffen herhaaldelijk of incidenteel worden gemeten in een wisselende, representatieve groep deelnemers.

De commissie schat dat een dergelijk programma minimaal 1.500 deelnemers zal moeten hebben. Om hoogrisicogroepen te kunnen identificeren is het van belang dat verschillende regionale en sociale groepen worden geïncludeerd. Bij financiering moet rekening worden gehouden met structurele kosten (personeel, infrastructuur), variabele kosten (afhankelijk van stofgroepen en aantallen deelnemers) en kosten voor eventueel vervolgonderzoek, zoals naar bronnen van blootstelling.

De commissie vindt dat het collectieve belang van een meetprogramma voor de publieke gezondheid opweegt tegen de belasting van een beperkte groep deelnemers. De commissie is van mening dat een meetprogramma aan de kwaliteitseisen van wetgeving omtrent onderzoek met mensen zou moeten voldoen. Daaruit volgt dat er een protocol moet worden ontworpen over de omgang met deelnemers, lichaamsmateriaal, persoonsgegevens en de onderzoeksresultaten die door een onafhankelijke commissie moet worden getoetst.

Participatie en communicatie zijn belangrijk

De commissie adviseert het meetprogramma goed te laten aansluiten op het bestaande milieu- en gezondheidsbeleid en andere milieu-meetprogramma's. Binnen het voorgestelde meetprogramma naar blootstelling is een goede uitwisseling tussen beleidsmakers, deskundigen en belanghebbende partijen noodzakelijk. Daarbij vindt de commissie het belangrijk dat burgers en andere maatschappelijke partijen betrokken worden in verschillende fases van het meetprogramma, bijvoorbeeld bij de opzet en bij selectie van de te meten stoffen. Ook is heldere communicatie over de opzet en uitkomsten van de metingen richting de algemene bevolking belangrijk voor een goed draagvlak.

Meetprogramma zorgt voor beter beleid

De commissie concludeert dat een meetprogramma naar de blootstelling van burgers een structurele investering vergt, maar belangrijke beleids-kundige, maatschappelijke en financiële baten heeft. Deze aanvulling op het bestaande controlesysteem kan de overheid helpen om meer gericht en beter onderbouwd milieu- en gezondheidsbeleid te voeren.
Een meetprogramma helpt om een belangrijke omissie in het huidige stoffenbeleid te dichten, waardoor de overheid beter aan haar zorgplicht voldoet.

01 inleiding

1.1 Aanleiding

In het dagelijks leven zijn we omringd door chemicaliën (zie figuur 1). Deze synthetische stoffen worden gebruikt in de landbouw en de industrie en zijn bestanddelen van voedingsmiddelen, geneesmiddelen, cosmetica, andere consumentenproducten en bouwmaterialen. Chemische stoffen maken producten beter, veiliger en gebruiksvriendelijker, bevorderen de hygiëne en beschermen onze gewassen. Zo dragen ze bij aan onze gezondheid, veiligheid en kwaliteit van leven. Veel stoffen kunnen niet zomaar vervangen worden.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en het Europees Milieu-agentschap schatten dat ongeveer 100.000 stoffen commercieel gebruikt worden, waarvan circa 6.000 stoffen verantwoordelijk zijn voor 99% van het totale volume chemicaliën op de markt.[1,2] Het totale volume stoffen dat wereldwijd jaarlijks geproduceerd wordt ligt rond de 2,3 miljard ton.[2] Ondanks het grote belang van chemische stoffen kunnen zij gevaarlijk zijn voor de gezondheid van mens, dier en milieu. Inmiddels zijn schadelijke stoffen zó wijdverspreid aanwezig in het milieu dat de Verenigde Naties (VN) en WHO Europa vervuiling door chemicaliën en afval aanmerken als onderdeel van een drievoudige planetaire crisis, samen met klimaat-verandering en verlies aan biodiversiteit.[3,4] De overheid en de Europese Commissie sturen daarom aan op aanpassingen in ons gebruik van stoffen.[5]

Er is maatschappelijke zorg over het gebruik van en onze blootstelling aan chemicaliën. In Nederland speelt dit voornamelijk rondom bedrijven en landbouwpercelen, maar er is ook zorg om stoffen van bronnen binnens-huis.[6,7] Het risico van chemische stoffen voor de gezondheid hangt af van de eigenschappen van een stof zelf en van de mate van blootstelling: hoe vaak, hoe lang en met welke hoeveelheid van een stof iemand in contact komt. Sommige groepen (zoals kinderen en zwangeren) zijn kwetsbaarder voor de effecten van blootstelling aan bepaalde stoffen en ook genetische aanleg en factoren uit de leefomgeving kunnen een rol spelen in het totale risico.[8,9] Sommige burgers worden beroepshalve aan andere en/of aan hogere concentraties van stoffen blootgesteld.[10,11] In Nederland zijn er voor de algemene bevolking vrijwel geen cijfers beschikbaar over de ziektelast door blootstelling aan chemische stoffen. Voor de blootstelling in arbeidssituaties schat het RIVM de ziektelast op 3.000 doden en bijna 90.000 DALY's per jaar.[12,13] De DALY (*disability-adjusted life years*) is een maat voor gezonde levensjaren die verloren gaan door ziekte of vroegtijdig overlijden. Wereldwijd schat de WHO de ziektelast door blootstelling aan (een beperkt aantal) stoffen onder werknemers en de algemene bevolking op 2 miljoen doden en 53 miljoen DALY's per jaar.[14] De *Lancet Commission on Pollution and Health* spreekt over 9 miljoen vroegtijdige sterfgevallen als gevolg van blootstelling per jaar wereldwijd.[15]

Mensen worden overal in de leefomgeving blootgesteld aan chemische stoffen



Figuur 1 Voorbeelden van chemische stoffen in de leefomgeving

Deze cijfers schetsen de omvang van het probleem, maar de daadwerkelijke gezondheidsrisico's en de ziektelast door blootstelling aan chemicaliën zijn moeilijk vast te stellen. Dit komt voornamelijk doordat de feitelijke blootstellingsniveaus vaak onbekend zijn. Ook zijn causale verbanden tussen blootstelling en gezondheidseffecten niet altijd duidelijk, vooral wanneer het gaat om blootstelling aan lage concentraties over een langere periode. De gezondheidseffecten van blootstelling zijn bovendien divers. Er is wetenschappelijk bewijs dat blootstelling aan verschillende stoffen kan leiden tot onder andere (een verhoogd risico op) aandoeningen zoals allergieën, astma, neurologische aandoeningen, reproductiestoornissen, aandoeningen van het immuunsysteem, hart- en vaatziekten, diabetes en kanker.[2,9,14] Bekende schadelijke stoffen zijn bijvoorbeeld lood, PAKs en gewasbeschermingsmiddelen.[16-18] Voor veel stoffen zijn de gezondheidseffecten onzeker, of niet of onvoldoende bekend. Zo was volgens de EEA in 2019 voor slechts 500 stoffen op de markt een robuuste risicobeoordeling beschikbaar.[2] Onze kennis over (de effecten van) stoffen is weliswaar voortdurend in ontwikkeling, maar hoe (nieuwe) inzichten zich tot de situatie in Nederland verhouden is onbekend, mede doordat Nederlandse blootstellingsgegevens grotendeels ontbreken.

Vanwege de effecten die stoffen hebben op de gezondheid van mensen en ecosystemen probeert de overheid (veelal in Europees verband) om blootstelling binnen geaccepteerde grenzen te houden via wet- en regelgeving, toezicht, handhaving en aanvullend beleid.[5,19]
Daarom worden in Nederland onder meer systematische metingen gedaan van concentraties van chemische stoffen in milieucompartimenten (lucht, water, bodem), in drinkwater en – in beperkte mate – in voedsel, consumentenproducten en woningen.[20,21] In sommige sectoren wordt de blootstelling van werknemers in de arbeidsomgeving en soms ook in het lichaam gemeten.[11] De blootstelling van de algemene bevolking aan chemische stoffen wordt echter vrijwel niet gemeten en kan alleen worden geschat op basis van metingen in het milieu, voedsel en/of consumentenproducten en modelberekeningen.

De blootstelling van burgers aan chemische stoffen en de spreiding van blootstelling binnen de bevolking kan alleen worden vastgesteld door metingen in lichaamsmateriaal en metingen direct aan de mens.
Een belangrijke methode hiervoor is humane biomonitoring. Hierbij worden concentraties van stoffen gemeten in menselijk lichaamsmateriaal zoals bloed, urine, moedermelk, nagels en haar. Door metingen uit te voeren in een groep deelnemers die representatief is voor (groepen binnen) de bevolking kunnen landelijke blootstellingsniveaus (achtergrondwaarden, referentiewaarden) en afwijkende blootstellingen in bevolkingsgroepen worden bepaald. In de Verenigde Staten en Duitsland is biomonitoring al decennia lang onderdeel van structurele meetprogramma's om de aanwezigheid van chemische stoffen in de leefomgeving te volgen. Nieuwe programma's in Europa, Canada, Israël,

Taiwan en Zuid-Korea en haalbaarheidsstudies in Australië en Japan tonen aan dat de methode internationaal in opkomst is.[22] In het verleden waren in Nederland de CCRX en het Bewakingsprogramma Mens, Voeding en Milieu internationaal voorlopers op dit gebied, maar sinds 1997 bestaat hier geen structureel meetprogramma meer naar de humane blootstelling. Sindsdien is er vrijwel geen zicht meer op de blootstelling van burgers aan chemische stoffen. Hierdoor ontbreekt ook de controle op uitkomsten van beleid dat gericht is op het voorkomen en beperken van de blootstelling van burgers.

1.2 Doelstelling

De Commissie Signalering gezondheid en milieu gaat in het voorliggend advies in op de wenselijkheid om te investeren in een structureel meetprogramma om de blootstelling van de algemene bevolking aan chemische stoffen te volgen, als aanvulling op bestaande meet-programma's voor chemische stoffen in milieucompartimenten, consumentenproducten en voedsel. De commissie concentreert zich in dit advies op de biomonitoring van chemische stoffen. Biologische milieu-factoren, zoals allergenen en toxinen, zouden onderdeel kunnen zijn van een meetprogramma naar blootstelling maar worden niet expliciet behandeld.

De commissie onderbouwt in dit advies waarom een meetprogramma naar de humane blootstelling urgent is en zet de mogelijkheden van een programma uiteen. Omdat de commissie vaststelt dat er bij de verschillende betrokken ministeries behoefte lijkt te zijn aan concrete handvatten voor de eventuele opzet van een meetprogramma in Nederland schetst zij ook de contouren van een programma en een aantal belangrijke overwegingen bij het opzetten hiervan.

1.3 Werkwijze

Het advies is opgesteld door de vaste Commissie Signalering gezondheid en milieu van de Gezondheidsraad. Zij heeft als taak om onderwerpen op het gebied van leefomgeving en gezondheid te volgen en relevante ontwikkelingen onder de aandacht van regering en parlement te brengen. Het conceptadvies is becommentarieerd door een aantal externe deskundigen. De vaste Commissie Ethiek en Recht van de Gezondheidsraad heeft inbreng gegeven op de ethische en juridische aspecten rondom een biomonitoringsprogramma. Het advies is getoetst door de beraadsgroep van de Gezondheidsraad. De samenstelling van de commissie en de namen van de externe experts zijn te vinden achterin dit advies.

De commissie heeft informatie ingewonnen over de doelen, organisatie en opbrengsten van landelijke meetprogramma's voor de blootstelling van burgers aan chemische stoffen door interviews met de leiders van zulke programma's in Canada, Duitsland, de Verenigde Staten en Vlaanderen. De commissie heeft door een werkconferentie verschillende visies in kaart

gebracht van wetenschappers en beleidsmakers over de wenselijkheid, doelen en organisatie van een meetprogramma in Nederland.
Verder baseert de commissie zich op publicaties van recente wetenschappelijke literatuur op het gebied van monitoring en chemische stoffen en rapporten van landelijke en internationale organisaties over humane blootstelling aan chemische stoffen.

1.4 Definities

Hieronder worden definities gegeven van een aantal begrippen zoals deze in het huidige advies door de commissie worden gehanteerd.

Biomonitoring

Humane biomonitoring ofwel biomonitoring staat voor meten van chemische stoffen in lichaamsmateriaal van de mens.[23] Het is een wetenschappelijke methode die concentraties van chemicaliën, hun metabolieten of reactieproducten meet in menselijk lichaamsmateriaal zoals bloed, urine, moedermelk, nagels en haar. Daarmee wordt de interne blootstelling of lichaamsbelasting aan stoffen in de mens bepaald.

Blootstelling en interne blootstelling

Humane blootstelling betekent het gedurende een bepaalde tijd direct in aanraking komen met een stof, via de huid, longen of via de mond.
De aanwezigheid van een stof in het milieu, voedingsmiddelen of een product is niet hetzelfde als blootstelling. De opname van een stof kan plaatsvinden via inademing (inhalatoir), slikken (oraal) en huidcontact (dermaal). Wanneer de stof is opgenomen in het lichaam is sprake van interne blootstelling, ook wel lichaamsbelasting aan stoffen genoemd. Samen met de eigenschappen van een stof bepaalt de mate van blootstelling en interne blootstelling het gezondheidsrisico. Sommige stoffen zijn vluchtig en verlaten het lichaam snel, andere stoffen kunnen zich in het lichaam ophopen (stapelen) en er jaren verblijven.

Chemische stoffen

Chemische stoffen komen in natuurlijke toestand voor en/of zijn het resultaat van een productieproces. In dit advies gaat het voornamelijk over de laatste groep.

Cumulatieve blootstelling, geaggregeerde blootstelling, stapeling

Blootstelling aan een stof vanuit meerdere bronnen of langs meerdere routes wordt geaggregeerde blootstelling genoemd. Blootstelling aan verschillende stoffen met vergelijkbare eigenschappen wordt cumulatieve blootstelling genoemd. In de praktijk worden beide vormen van blootstelling ook vaak stapeling genoemd. In dit advies wordt stapeling gebruikt om te verwijzen naar de gecombineerde druk van verschillende milieufactoren zoals stoffen, geluid, trillingen en elektromagnetische velden.

DALY's
De ziektelast wordt vaak uitgedrukt in DALY's (*disability-adjusted life years*). Dit is een maat voor gezonde levensjaren die verloren gaan door ziekte of vroegtijdig overlijden.

Hoogrisicogroepen
Hoogrisicogroepen zijn groepen met een hogere blootstelling (zoals inwoners van bepaalde wijken, burgers met een lage sociaaleconomische status) en/of groepen die gevoeliger zijn voor de effecten van die blootstelling (zoals kinderen, zwangeren, chronisch zieken, ouderen).

Leefomgeving
Deze term wordt hier in brede zin gebruikt en omvat het buitenmilieu, het binnenmilieu, de werkomgeving, voedsel, geneesmiddelen en consumentenproducten.

Mengsels
Mengsels zijn combinaties van verschillende lichaamsvreemde stoffen die gelijktijdig in het lichaam aanwezig zijn. Dit kan voorkomen door gelijktijdige blootstelling aan een mengsel van stoffen, of doordat meerdere stoffen via verschillende routes samen in het lichaam komen en daar samen verblijven. De gezondheidseffecten van mengsels kunnen groter of kleiner zijn dan de optelsom van de gezondheidseffecten van afzonderlijke stoffen. Dit komt doordat stoffen elkaars werking kunnen versterken of juist verminderen.

Monitoring
Het periodiek meten, analyseren en interpreteren van chemische stoffen in milieucompartimenten (bodem, water, lucht), dieren, in consumenten-producten, in voedsel en/of in de mens.

Persoonlijke blootstellingsmetingen
Bij persoonlijke blootstellingsmetingen wordt de blootstelling aan stoffen buiten het lichaam gemeten met draagbare apparaten.

Rioolwaterepidemiologie
Rioolwaterepidemiologie is het meten van bijvoorbeeld virusdeeltjes of chemische stoffen in rioolwater. Dergelijke metingen geven een indicatie van gebruik van stoffen of van gemiddelde blootstelling aan stoffen op lokaal, regionaal en landelijk niveau. De verkregen informatie is niet herleidbaar naar personen of huishoudens.

1.5 Leeswijzer
In dit advies zet de commissie eerst uiteen waarom een landelijk meetprogramma voor de blootstelling van burgers aan chemische stoffen in Nederland urgent is (hoofdstuk 2). Vervolgens schetst de commissie welke toepassingen een meetprogramma kent en wat de technische

mogelijkheden en beperkingen zijn (hoofdstuk 3). De commissie sluit af met een concrete aanbeveling voor de opzet van een landelijk meetprogramma in Nederland en geeft daarbij een aantal aanvullende overwegingen (hoofdstuk 4).

02 urgentie

De overheid wil de gezondheidsrisico's door blootstelling van burgers aan chemische stoffen zo veel mogelijk voorkomen en beperken. Dit hoort bij haar zorgplicht. Om blootstelling te reguleren is er een uitgebreid stelsel van toelatingsregels en vergunningsprocedures ontworpen en worden metingen gedaan in milieu, drinkwater, voedsel en consumenten-producten. De feitelijke blootstelling van burgers aan stoffen kan echter alleen in of direct aan het lichaam worden gemeten. Een belangrijke methode hiervoor is biomonitoring, waarbij metingen worden gedaan in lichaamsmateriaal zoals bloed of urine. Een structureel meetprogramma met biomonitoring in een representatieve groep deelnemers bestaat niet meer in Nederland, waardoor de controle op het effect van het stoffen-beleid onvolledig is. Hierdoor ontbreken belangrijke gegevens over de totale blootstelling aan stoffen en de blootstelling van hoogrisicogroepen. Nieuwe ontwikkelingen rondom chemische stoffen versterken de urgentie van een structureel meetprogramma.

2.1 Omissie in beleid

2.1.1 Verplichtingen en beginselen bij beleid

De Nederlandse overheid heeft vanuit de Grondwet en diverse internationale en Europese verdragen een positieve verplichting om de kwaliteit van de volksgezondheid en de leefomgeving te bewaken en te bevorderen. Hieruit volgt een zorgplicht die in andere wetten is vastgelegd. Deze zorgplicht houdt onder andere in dat de overheid de gezondheid van mens, dier en milieu beschermt en bevordert en bij onzekerheid handelt naar het voorzorgsbeginsel.[24,25]

Uit deze verplichtingen volgt onder andere dat burgers moeten worden voorgelicht over en beschermd worden tegen de gezondheidsrisico's en (mogelijke) gezondheidsschade door blootstelling aan chemische stoffen vanuit voedsel, consumentenproducten en het milieu. Zodoende bevat de recent in werking getreden Omgevingswet een algemene zorgplicht die bepaalt dat overheden, bedrijven en burgers verantwoordelijk zijn voor een veilige en gezonde leefomgeving en activiteiten met nadelige gevolgen voor de leefomgeving voorkomen, beperken of ongedaan maken. Daarnaast verplicht deze wet verschillende overheden om bij het opstellen van hun omgevingsvisie rekening te houden met het voorzorgs-beginsel, het beginsel van preventief handelen, het beginsel dat milieu-aantasting bij voorrang aan de bron dient te worden bestreden en het beginsel dat de vervuiler betaalt.[26]

De Gezondheidswet bepaalt dat de overheid onderzoek verricht naar de staat van de volksgezondheid en de determinanten daarvan.[27]
De Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA) en de Inspectie gezondheidszorg en jeugd (IGJ) zijn samen verantwoordelijk voor het staatstoezicht op de volksgezondheid.[28] De Wet publieke gezondheid heeft taken vastgelegd voor de landelijke overheid en gemeenten om de volksgezondheid te beschermen en te bevorderen.[25] Zo bevordert de

landelijke overheid de kwaliteit en doelmatigheid van de publieke gezondheidszorg en dragen de gemeenten via de GGD'en de verantwoordelijkheid voor gemeentelijk gezondheidsbeleid (o.a. het verzamelen van gegevens over de gezondheidssituatie, medische milieukundige zorg, jeugdgezondheidszorg). De Warenwet heeft tot doel dat er alleen veilige levensmiddelen en consumentenproducten op de markt komen. Dit houdt onder andere in dat producten die chemische stoffen bevatten eventuele normen niet overschrijden en dat zij veilig moeten zijn bij normaal gebruik.[29] De Arbeidsomstandighedenwet verplicht werkgevers maatregelen te nemen om werknemers te beschermen tegen een te hoge blootstelling aan gevaarlijke stoffen.[30]

2.1.2 Huidig beleid

De verantwoordelijkheid voor milieu- en gezondheidsbeleid rondom chemische stoffen is verdeeld over verschillende ministeries. In algemene zin richt dit beleid zich op het zoveel mogelijk beperken van de aanwezigheid van schadelijke stoffen in de leefomgeving en op het voorkomen van blootstelling. Het beleid op chemische stoffen wordt grotendeels op Europees niveau gevormd en op nationaal niveau uitgewerkt.[5,31-33] (zie kader: Beleidsdoelen rondom chemische stoffen)

Beleidsdoelen rondom chemische stoffen

Nederland streeft in Europees verband naar een gezond en gifvrij milieu.[5] In 2050 moet milieuverontreiniging door de *Chemicals Strategy for Sustainability* zodanig gereduceerd zijn dat deze niet langer schadelijk is voor de gezondheid van mensen en ecosystemen. Deze ambitie is onderdeel van een breed pakket aan beleidsmaatregelen binnen de Europese *Green Deal* waarmee men de transitie wil maken naar een eerlijke, welvarende en klimaatneutrale samenleving die de grenzen van de planeet in acht neemt.[5,31] Dit houdt onder meer in dat gevaarlijke stoffen alleen bij uitzondering worden gebruikt en dat de overheid investeert in de productie en het gebruik van chemische stoffen die inherent veilig en duurzaam zijn (*safe and sustainable by design*). Nederland werkt deze ambities momenteel uit in het Nationaal MilieuProgramma (NMP). De inzet van het NMP is om een gezond, schoon en veilig leefmilieu te realiseren in 2050 en daar bijpassende instrumenten voor te ontwikkelen voor beleidsmakers. Ondertussen wordt gewerkt aan een meer samenhangend stoffenbeleid door het Impulsprogramma Chemische Stoffen (2023-2026).[32,33]

Het Nederlandse gezondheidsbeleid zet onder andere in op het bevorderen van de volksgezondheid door aanpassingen in de leefomgeving (Programma Gezonde Groene Leefomgeving; Landelijke Nota Gezondheidsbeleid 2020-2024), het verkleinen van sociaaleconomische gezondheidsverschillen (Nationaal Preventieakkoord) en het leveren van een grotere inspanning om omgevingsdeterminanten van gezondheid aan te pakken (*Budapest Declaration*).[4,34,35] In het landbouwbeleid wordt gestreefd naar duurzame productie in 2030 waarbij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zoveel mogelijk wordt voorkomen. Waar wel gebruik wordt gemaakt van gewasbeschermingsmiddelen zou dit nagenoeg zonder emissies naar het milieu en nagenoeg zonder residuen op de producten moeten plaatsvinden.[36]

De gezondheid wordt grotendeels gevormd door factoren die niet in het beleidsdomein volksgezondheid en zorg vallen. Ook sociaaleconomische omstandigheden, woning, leefomgeving, arbeid en opleidingsniveau spelen een rol – zeker wanneer het gaat over blootstelling aan chemische stoffen. Omdat dit vraagt om samenhangend beleid waarin gezondheidsdoelstellingen ook in andere domeinen worden meegenomen, wordt het principe van gezondheid in alle beleidsdomeinen (*health in all policies*) in toenemende mate gehanteerd.[37,38]

2.1.3 Controle op beleid

Er bestaat een uitgebreid stelsel van wetten, regels en instanties om bronnen en routes van blootstelling te reguleren (zie figuur 2).
Een belangrijk onderdeel hiervan is de Europese REACH-verordening die de registratie van chemische stoffen verplicht stelt en de bewijslast voor het veilig gebruik ervan bij bedrijven legt.[39] Het Europees Agentschap voor Chemische Stoffen (ECHA) kan vervolgens beperkingen in het gebruik van een stof opleggen. Daarnaast mogen bepaalde chemische producten pas op de markt komen nadat ze zijn beoordeeld en toegelaten door een daarvoor ingestelde instantie, zoals gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb) en (dier)geneesmiddelen (CBG). Voedsel en consumentenproducten die chemische stoffen bevatten, moeten volgens de wet veilig zijn bij normaal gebruik.[29] Er is toenemende aandacht voor het probleem dat de veiligheid van stoffen vaak per bron of per route wordt beoordeeld, terwijl mensen gelijktijdig vanuit verschillende bronnen en langs verschillende routes aan dezelfde of aan vergelijkbare stoffen worden blootgesteld.[40] De Europese Commissie werkt daarom aan wetgeving voor een nieuwe ‘één stof, één beoordeling’-methode.[41]

Bij het gebruik van schadelijke stoffen die zijn toegestaan wordt ingezet op het beheersen van de risico’s. Hiervoor zijn verschillende milieunormen opgesteld, zoals normen voor toegestane concentraties van stoffen in grondwater, drinkwater, oppervlaktewater, bodem en lucht.[42]
Om de gezondheid van werknemers te beschermen bestaan er ook normen voor bedrijven die gebruik maken van gevaarlijke stoffen.[43]
Verder zijn er normen voor bepaalde stofgroepen in voedingsmiddelen, cosmetica en speelgoed om consumenten te beschermen.[44]
Bij het bepalen van een norm spelen overigens ook sociale of economische afwegingen een rol, waardoor deze hoger kan uitvallen dan een gezondheidskundige advieswaarde.[45] Verschillende inspecties (Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA), NVWA) en de Omgevingsdiensten zijn verantwoordelijk voor toezicht en handhaving op de geldende normen. De Omgevingsdiensten zijn bovendien door provincies en gemeentes belast met het verlenen van, toezichthouden op en handhaven van de vergunningen voor de emissie van schadelijke stoffen door de landbouw en de industrie (VTH-stelsel).
Bij incidenten (brand, overstroming, ontsporing) kan de Milieuongevallen Dienst van het RIVM metingen uitvoeren om acute gezondheidsrisico’s in te schatten om zo de Veiligheidsregio’s te informeren.

Om zicht te houden op de naleving van de normen en op de uitkomsten van beleid worden concentraties van chemische stoffen in milieu, voedsel en consumentenproducten gemeten. In Nederland bestaan meet-

programma's voor de aanwezigheid van stoffen in drinkwater (drinkwaterbedrijven), grondwater, oppervlaktewater, bodem en lucht (RIVM) en voedingsmiddelen (NVWA). Het RIVM voert metingen uit naar radon en thoron in het binnenhuismilieu.[46] Voor de registratie van emissies door de landbouw en de industrie zijn bedrijven zelf verantwoordelijk.
Sommige meetprogramma's (zoals die in drinkwater) zijn structureel van aard. In de meeste andere gevallen worden metingen echter incidenteel uitgevoerd. Ook inspecties meten doorgaans incidenteel. Ter illustratie: de capaciteit van de NVWA om stoffen in consumentenproducten en voedsel te meten is beperkt en de risicobeoordeling is daarom voornamelijk kwalitatief en risicogericht.[21,47,48]

Door incidentele metingen kan de variatie in concentraties in milieu, voedingsmiddelen en consumentenproducten niet goed in kaart worden gebracht. Daarom wordt voor de controle op chemische stoffen veel gebruik gemaakt van modellering. Onder andere emissieregistraties en meetgegevens uit huidige meetprogramma's voeden de modellen van instanties belast met het beschermen van de gezondheid van mens, dier en milieu om concentraties van stoffen op andere plaatsen of in andere producten te schatten. Zo wordt modellering in de premarket-fase ingezet bij de toelatingsbeoordeling van chemische stoffen in bijvoorbeeld cosmetica en gewasbeschermingsmiddelen, en om toegestane emissies te berekenen bij de vergunningverlening aan bedrijven. Ook wordt modellering in de postmarket-fase ingezet om te controleren of beleidsdoelen worden gehaald. Modellen zijn krachtige instrumenten maar hebben belangrijke beperkingen. Zo zijn ze afhankelijk van de invoergegevens en moeten er aannames worden gedaan voor verschillende factoren.[49,50] Daarom zijn de uitkomsten van modellen altijd theoretische schattingen van blootstellingen. Ten slotte zijn modellen vaak gericht op het geven van gemiddelden, waardoor ze geen informatie geven over de spreiding van blootstelling in de bevolking.

Kosten van niet meten

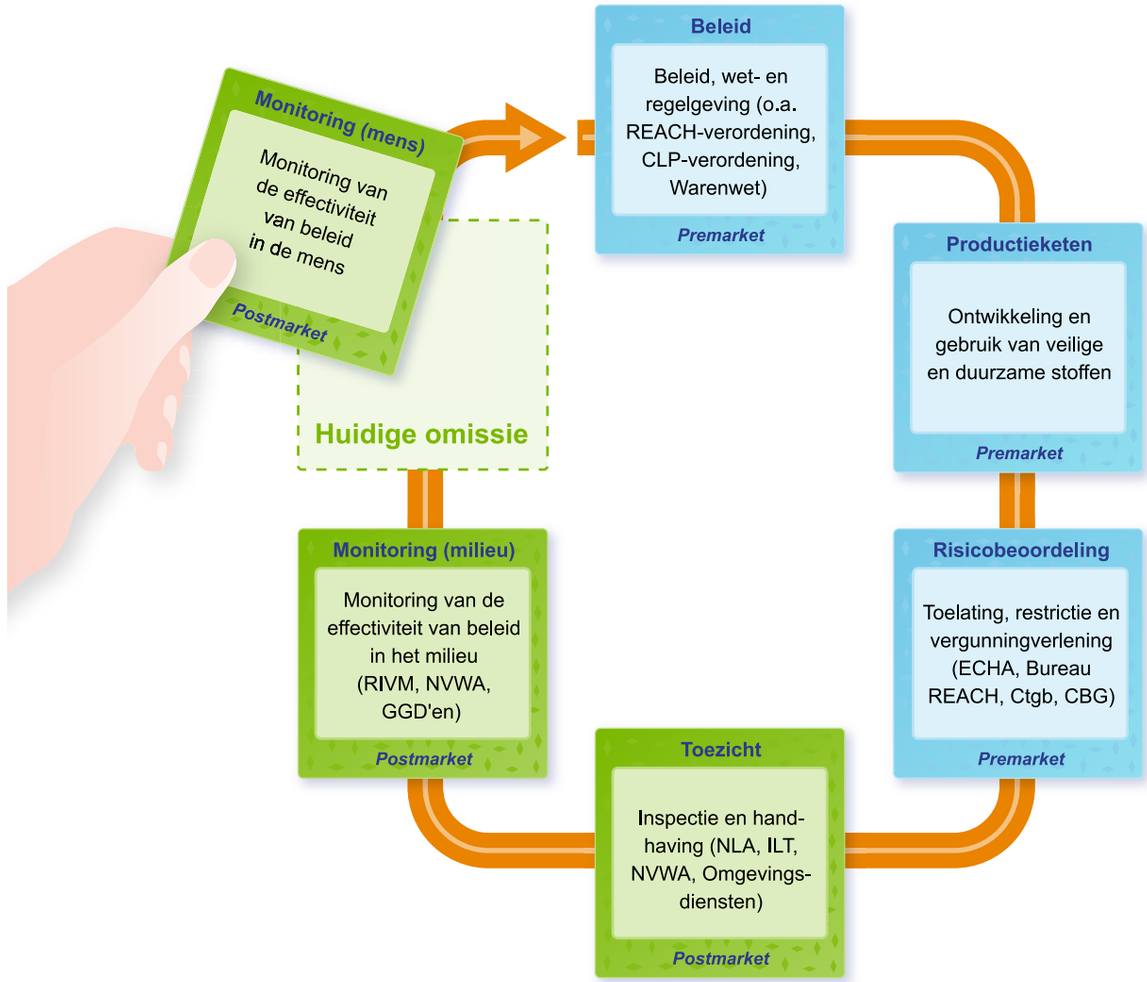
Het niet structureel meten van de blootstelling van burgers brengt gezondheidskundige, maatschappelijke en financiële kosten met zich mee. In de eerste plaats bestaat een risico dat schadelijke blootstellingen niet in beeld zijn. Dit kan leiden tot een hogere ziektelast, gemiste gezondheidswinst en hogere zorgkosten omdat beleid niet, niet tijdig of niet proactief in kan spelen op actuele en representatieve gegevens over blootstelling. Daarnaast zijn incidentele meetprogramma's naar specifieke stoffen die van tijd tot tijd worden opgezet relatief kostbaar om op te starten. De uitkomsten van dit soort ad hoc meetprogramma's zijn vaak slechts voor beperkte doelen bruikbaar en zijn vaak minder goed te duiden omdat bijvoorbeeld landelijke gegevens of gegevens over eerdere blootstellingen niet beschikbaar zijn. Deze programma's ontstaan doorgaans pas na aanzienlijke maatschappelijke druk, wat schadelijk kan zijn voor het vertrouwen van burgers in de overheid. Zo kan het beeld ontstaan dat de overheid de vinger niet aan de pols heeft of liever niet met 'lastige' gegevens geconfronteerd wil worden.

2.1.4 Omissie bij de controle op beleid

Met het huidige stoffenbeleid wordt geprobeerd aan de zorgplicht te voldoen door het voorkomen en beperken van blootstelling. De ambitie is dat stoffen in de leefomgeving in 2050 niet langer schadelijk zijn voor de gezondheid van mensen en ecosystemen. Er is in Nederland echter zeer beperkte structurele controle op de beleidsdoelen en ambities om blootstelling van de mens te voorkomen en beperken. Dit brengt maatschappelijke kosten met zich mee (zie kader: Kosten van niet meten).

Inzicht in de blootstelling van de bevolking kan verkregen worden door metingen van chemische stoffen in of aan de mens door biomonitoring en aanvullende wetenschappelijke methodes (zie hoofdstuk 3). Deze metingen worden gedaan in een groep deelnemers die representatief is voor (groepen binnen) de Nederlandse bevolking. In Nederland wordt nu uitsluitend incidenteel onderzoek gedaan naar de humane blootstelling, doorgaans als gevolg van media-aandacht en maatschappelijke druk van verontruste burgers over specifieke stofgroepen zoals gewas-beschermingsmiddelen en PFAS.[51,52] Deze ad hoc-monitoring is relatief kostbaar en levert beperkte inzichten op (zie kader: Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden (OBO)).

Monitoring in de mens vult de ontbrekende gegevens in de beleidscyclus aan



Figuur 2 De omissie in het huidige beleid rondom chemische stoffen

De commissie stelt vast dat er gebreken zijn in het huidige controle-systeem op beleid dat streeft naar een schone en gezonde leefomgeving. Dit betreft in de eerste plaats een omissie (zie figuur 2). Er is geen systematisch meetprogramma om de blootstelling van de algemene bevolking aan chemische stoffen te volgen. Het bestaande systeem van wet- en regelgeving, registraties en vergunningen wordt (deels) gecontroleerd via de hierboven beschreven meetprogramma's en incidentele metingen voor de aanwezigheid van stoffen in de leef-omgeving. Wat ontbreekt is controle op de effecten van beleid op de feitelijke blootstelling van de burger. Een dergelijk bewakingssysteem bestond in Nederland vroeger wel en is internationaal in opkomst (zie kader: Nederland en biomonitoring). Het vroegere Nederlandse programma werd stopgezet omdat de overheid destijds stelde dat de kosten niet opwogen tegen de baten, dat de concentraties van onderzochte stoffen daalden en dat ze ontwikkelingen rond biomonitoring in Europees verband af wilde wachten. De commissie heeft geen zicht op de gegevens over kosteneffectiviteit op basis waarvan besloten is om vroegere meetprogramma's stop te zetten.

Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden (OBO)

In *Gewasbescherming en omwonenden* (2014) stelde de Gezondheidsraad vast dat in Nederland onvoldoende bekend was over de gezondheidseffecten van blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen bij omwonenden.[53] Het RIVM voerde vervolgens samen met het Nivel en de Universiteit Utrecht het Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden (OBO) uit.

Het OBO toonde aan dat telers en omwonenden van landbouwpercelen gemiddeld aan hogere concentraties van gewasbeschermingsmiddelen worden blootgesteld dan mensen die verder weg wonen. In hoeverre dit in een hoger gezondheidsrisico resulteerde, bleef onzeker.[51] Ondertussen toonde de internationale epidemiologische literatuur verbanden aan tussen blootstelling aan chemische gewasbeschermingsmiddelen en het vóórkomen van onder andere de ziekte van Parkinson en ontwikkelingsstoornissen bij kinderen.[54] Het RIVM is dit jaar een vervolgonderzoek begonnen naar de relatie tussen blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen en verschillende ziektebeelden bij mensen (OBO-2).[55,56]

Hoewel OBO en OBO-2 tegemoetkomen aan de maatschappelijke wens om meer duidelijkheid over (de gezondheidseffecten van) blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen, kent dit soort incidentele programma's (evenals een huidig PFAS-onderzoek) belangrijke beperkingen. Zo zijn er geen landelijke referentiegegevens waar de meetresultaten van omwonenden mee kunnen worden vergeleken. De focus van OBO op een selectie van bestrijdingsmiddelen in één teelt (bollenteelt) houdt in dat blootstelling aan andere middelen en in andere teelten buiten beeld bleven. Omdat het een eenmalige meting betrof werden trends in blootstelling door de tijd heen niet zichtbaar.[51] Bij de communicatie over de resultaten van OBO werden meetgegevens vergeleken met de geldende normen, wat omwonenden niet geruststelde.[57] OBO-2 richt zich op andere teelten en ook op de mogelijke gezondheidseffecten van gewasbeschermingsmiddelen.

Nederland en biomonitoring

Tot 1997 waren systematische metingen van de blootstelling van de mens door biomonitoring onderdeel van bredere bewakingsprogramma's van de aanwezigheid van stoffen in het milieu (CCRX, Bewakingsprogramma Mens, Voeding en Milieu). Deze programma's werden deels in opdracht van de toenmalige Geneeskundige Hoofdinspectie (nu de IGJ) uitgevoerd.[58,59]
In het advies *Monitoring van milieu- en gezondheidsindicatoren* uit 2003 was de Gezondheidsraad kritisch op het stopzetten van deze meetprogramma's.[60]
De raad concludeerde toen dat er nog een landelijke registratie actief was, namelijk een WHO-onderzoek naar schadelijke stoffen in moedermelk. In de kabinetsreactie op dit advies stelde de bewindspersoon dat het stopzetten van deze meetprogramma's destijds een bewuste keuze was.[61] De kosten wogen niet op tegen de baten en de concentraties van stoffen die men destijds onderzocht (dioxines, PCB's en gewasbeschermingsmiddelen) gingen omlaag. De bewindspersoon stelde kritisch te zijn op de toepassing van biomonitoring. Alleen daar waar humane biomonitoring echt een meerwaarde zou hebben, ook in relatie tot de kosten, zou dit ingezet kunnen worden. Daarbij gaf de bewindspersoon aan te hechten aan een betere vergelijkbaarheid tussen bestaande biomonitoringsprogramma's, en ontwikkelingen rond biomonitoring in Europees verband (wetenschappelijke innovatie; beleidsmatige relevantie) af te willen wachten.
Sinds 1997 wordt het stoffenbeleid in Nederland dus gebaseerd op en gecontroleerd door milieumetingen, modellering en historische of buitenlandse gegevens over blootstelling. In de tussenliggende jaren zijn adviezen gepubliceerd op uiteenlopende onderwerpen waarin werd gewezen op de gebrekkige beschikbaarheid van blootstellingsgegevens. In deze adviezen werd de overheid meermaals opgeroepen om te investeren in een nieuw meetprogramma voor de humane blootstelling aan chemische stoffen.[16,17,53,62-64]
In officiële reacties op deze adviezen zijn de redenen om dit niet te doen niet duidelijk geëxpliciteerd.[65-67]

Samen met de Verenigde Staten en Duitsland was Nederland vroeger koploper op het gebied van monitoring van de blootstelling van burgers aan chemische stoffen. Nederland is echter tegen de internationale trend in gegaan.
Veel industriële landen zoals Canada, Israël, Japan, Taiwan, Zuid-Korea en Zwitserland hebben de afgelopen jaren juist in biomonitoringsprogramma's geïnvesteerd.[22,68-75] De Europese Unie (EU) moedigt lidstaten sinds 2004 aan om landelijke programma's te ontwikkelen en op elkaar af te stemmen, wat heeft bijgedragen aan nieuwe meetprogramma's in onder andere Vlaanderen (sinds 2002), Slovenië (2007), Spanje (2009) en Frankrijk (2014).[76-78] Om het opzetten van landelijke meetprogramma's te stimuleren financierde de EU grote onderzoeksprojecten (DEMOCOPHES, HBM4EU, PARC) waar Nederland met deelstudies aan heeft bijgedragen.[79] Ook internationale organisaties zoals de WHO en de OECD (in arbeidssituaties) moedigen biomonitoring aan.[22,80,81]

2.2 Blinde vlekken

Het ontbreken van een controlesysteem op de uitkomsten van het stoffenbeleid heeft geleid tot blinde vlekken rondom de blootstelling van burgers en onze omgang met chemische stoffen. Hier schetst de commissie vijf beleidsrelevante blinde vlekken. Deze blinde vlekken komen deels overeen met een aantal zwakke punten in het stoffenbeleid die recent onder de aandacht van de vaste Tweede Kamercommissie voor Infrastructuur en Waterstaat zijn gebracht.[82]

2.2.1 Verschillen in blootstelling tussen Nederland en andere landen

Er zijn momenteel geen blootstellingsgegevens die representatief zijn voor Nederland. Nederland heeft een eigen chemische signatuur die vorm krijgt vanuit het eigen verleden, de eigen consumptie, de eigen (chemische) industrie, de eigen landbouwsector, de hoge bevolkingsdichtheid, de relatieve nabijheid van veel verschillende bronnen van blootstelling en de positie als deltaland. In de buurlanden bestaan wel structurele meetprogramma's om de blootstelling van burgers aan stoffen te volgen. Deze blootstellingsgegevens zijn echter beperkt representatief voor Nederland. Het is daarom belangrijk dat Nederland zelf blootstellings-gegevens produceert. Een bijvangst hiervan is dat de Nederlandse gegevens hierdoor te vergelijken zijn met andere landen. Dit komt de kwaliteit en duiding van blootstellingsgegevens ten goede.

Verschillen in blootstelling tussen Europese landen

Er bestaan significante verschillen in de mate van blootstelling tussen Europese regio's en zelfs tussen (naburige) landen. Dit is het resultaat van verschillen in onder andere klimaat, woonsituatie, gewassen, voedingspatronen, percentages van geïmporteerde goederen, (nabijheid van) industrie en medicijngebruik. Studies binnen HBM4EU hebben geprobeerd om zicht te krijgen op overeen-komsten en verschillen in blootstelling tussen landen.

Een deelstudie van HBM4EU toonde aan dat er weliswaar veel overeenkomsten zijn in de blootstelling van Europese burgers aan gewasbeschermingsmiddelen, maar vond ook duidelijke verschillen. De insecticide Clothiadinin werd bijvoorbeeld in 21% van de Spaanse en 3,1% van de Nederlandse deelnemers teruggevonden. Andersom werd de insecticide Flonicamid in 57% van de Nederlandse deelnemers teruggevonden tegen 15% van de Spaanse.
De onkruidverdelger Chloorprofam (inmiddels verboden) werd veelvuldig teruggevonden in deelnemers uit zowel Nederland (75%) als Spanje (56%) maar beduidend minder in deelnemers uit Letland (32%), Hongarije (31%) en Tsjechië (34%).[79]

Een studie naar PFAS in serum in adolescenten stelde hogere gemiddelden vast in Noord- en West-Europa dan in Zuid- en Oost-Europa, met toch duidelijke verschillen binnen regio's. Zo kwamen Noorwegen en Frankrijk het hoogst uit met respectievelijk 5,15 en 4,91 microgram per liter (µg/L), terwijl Spanje en Slowakije het laagst uitkwamen met respectievelijk 2,55 µg/L en 2,59 µg/L. Binnen West-Europa lagen de gemiddelden voor Duitsland (4,62 µg/L) en België (4,18 µg/L) respectievelijk 0,29 µg/L en 0,73 µg/L lager dan voor buurland Frankrijk.[83]

Een studie naar blootstelling aan ftalaten en DINCH (weekmakers voor plastic) in kinderen en adolescenten zag eveneens grote verschillen in blootstelling tussen Europese regio's. Zo kwamen Nederland en Denemarken (samen met Hongarije) relatief laag uit voor alle onderzochte stoffen, terwijl België, Duitsland en Frankrijk relatief hoge blootstellingsgemiddelden hadden. Ondertussen lag blootstelling aan DiNPm in kinderen negen keer hoger in Frankrijk dan in Vlaanderen.[84]

Recente studies binnen HBM4EU toonden zowel overeenkomsten als opvallende verschillen in blootstelling aan tussen Europese landen en zelfs tussen buurlanden. (zie kader: Verschillen in blootstelling tussen Europese landen) Deze verschillen in blootstelling zijn er ondanks de

hoge mate van harmonisatie in de Europese wet- en regelgeving omtrent chemische stoffen. De commissie vindt het bovendien onwenselijk dat de overheid bij het duiden van blootstellingsgegevens in Nederland afhankelijk is van gegevens van bewakingsprogramma's in het buitenland die op de eigen noden zijn ingericht. Zo wil het Vlaamse programma snel kunnen inspelen op lokale blootstellingsproblematiek en wil het Duitse programma onder andere verschillen in blootstelling tussen het voormalige Oost- en West-Duitsland aan kunnen pakken.

Naast de methodologische redenen om niet te varen op de gegevens uit andere (Europese) landen is er een solidariteitsargument. Nederland leunt nu op buitenlandse gegevens terwijl het zelf beperkt gegevens aanlevert. Andere landen kunnen eveneens baat hebben van Nederlandse gegevens.

2.2.2 Hoogrisicogroepen zijn niet in beeld

Blootstelling is zelden evenredig over een bevolking verdeeld. Naast regionale verschillen in blootstelling tonen buitenlandse programma's bijvoorbeeld verschillen in blootstelling tussen sociaal-economische groepen aan. Voor sommige stofgroepen is de blootstelling het hoogst bij personen met een lage sociaaleconomische positie, maar voor andere stofgroepen is dit juist het geval bij personen met een hoge sociaaleconomische positie.[85] Hierbij spelen verschillen in woning, de woonomgeving, de arbeidssituatie, voeding, consumptiegedrag en opleidingsniveau een rol.[35,45,85-88] Dergelijke verschillen geven aanknopingspunten om de blootstelling te verlagen of te vermijden. Ook tussen leeftijdsgroepen (kinderen, adolescenten, volwassenen) kan de blootstelling sterk verschillen.[89] Bovendien zijn er verschillen in de effecten van blootstelling tussen bevolkingsgroepen doordat sommige groepen gevoeliger zijn.[90] Sommige groepen lopen dus meer risico dan andere, maar de aard en mate van zulke verschillen in Nederland zijn onbekend. Door gebrek aan Nederlandse blootstellingsgegevens zijn ook de hoogrisicoroepen ten aanzien van blootstelling aan chemische stoffen niet in beeld.

2.2.3 Cumulatieve en geaggregeerde blootstelling

In het dagelijks leven worden burgers vanuit meerdere bronnen en/of langs meerdere routes blootgesteld aan dezelfde stof (geaggregeerde blootstelling). Zo kan een gewasbeschermingsmiddel bijvoorbeeld zowel vanuit het milieu (via de luchtwegen of via de huid) als via voedsel of particulier gebruik in het lichaam terecht komen.[91]

Stoffen worden per toepassing genormeerd, toegelaten en gemodelleerd.[92] Hierbij wordt niet altijd rekening gehouden met het feit dat een consument, een omwonende en een werknemer in de praktijk een en dezelfde persoon kunnen zijn en vanuit elke rol aan dezelfde stof (uit verschillende bronnen en via verschillende routes) kunnen worden blootgesteld. Verder is er vrijwel geen zicht op de blootstelling van burgers

aan stoffen in het binnenmilieu en uit consumentenproducten. Bovendien kunnen burgers ook buiten de gereguleerde kanalen om aan stoffen worden blootgesteld, bijvoorbeeld door producten die zij zelf uit het buitenland importeren of als gevolg van milieu-incidenten en milieu-criminaliteit.[48] Waarschijnlijk is de blootstelling van burgers daardoor gevarieerder en hoger dan op basis van modellen wordt geschat.

2.2.4 Mengsels

In het lichaam en in het milieu komen stoffen vrijwel altijd als mengsels voor.[33] Ook emissies van industrie en gewasbeschermingsmiddelen bestaan vaak uit een combinatie van verschillende stoffen met dezelfde of verschillende werkingsmechanismen.[91] Deze mengsels zitten ook in voedsel, persoonlijke verzorgingsmiddelen, consumentenproducten en bouwmaterialen.[93,94] Het schadelijke effect van mengsels kan groter zijn dan het effect per stof.[95]

De mengselproblematiek is zeer complex, alleen al omdat er vele combinaties van stoffen denkbaar zijn waaraan de mens wordt blootgesteld. Welke mengsels in het lichaam aanwezig zijn en wat de gezondheidseffecten daarvan zijn is nog grotendeels onduidelijk.
Bij ECHA, in de *Chemicals Strategy for Sustainability*, in HBM4EU en PARC en in het Impulsprogramma Chemische Stoffen van IenW staat de mengselproblematiek inmiddels onder de aandacht.[33,40] Meetprogramma's naar de humane blootstelling aan stoffen kunnen worden ingezet om zicht te krijgen op de mengsels waar burgers aan worden blootgesteld. Deze informatie is van belang voor het prioriteren van onderzoek naar de gezondheidseffecten van mengsels en voor gerichte reductie van mengselblootstellingen.

2.2.5 Ziektelast als gevolg van blootstelling

De ziektelast in de algemene bevolking als gevolg van blootstelling aan chemische stoffen is vrijwel onbekend. In de Volksgezondheid Toekomst-verkenning 2018 (VTV) stelt het RIVM dat 4% van de totale ziektelast in Nederland kan worden toegeschreven aan milieufactoren.[12] Deze bijdrage valt echter grotendeels voor rekening van luchtvervuiling (fijnstof).
De ziektelast van blootstelling aan chemische stoffen is expliciet niet in de studie opgenomen. Wel berekende de VTV een ziektelast als gevolg van blootstelling aan stoffen in de beroepsbevolking van 3.000 doden en 97.100 DALY's per jaar.

Internationale schattingen van de ziektelast en de financiële kosten als gevolg van blootstelling aan chemicaliën zijn omgeven door onzekerheid en kunnen niet zomaar naar de Nederlandse situatie worden doorgetrokken. Hiervoor zijn Nederlandse gegevens over blootstelling nodig. Wel laat dit soort schattingen zien waarom het belangrijk is om deze ziektelast beter in beeld te krijgen. In Vlaanderen wordt de ziektelast door blootstelling aan hormoonverstorende stoffen (waaronder PFAS) bijvoorbeeld geschat op 57.644 DALY's per jaar.[96] In de Europese

Economische Ruimte worden de gezondheidsgerelateerde kosten van blootstelling aan PFAS geschat op 52 tot 84 miljard euro per jaar.[97] Een studie van WHO Europa berekende aanzienlijke jaarlijkse gezondheidskosten in de EU voor blootstelling aan hormoonverstorende stoffen (€ 163 miljard), organofosfaat pesticiden (€ 146 miljard) en ftalaten (€ 15 miljard).[78] In PARC wordt op dit moment gewerkt aan betere methodes om de ziektelast en gezondheidskosten van blootstelling aan stoffen te schatten.[98]

2.3 Ontwikkelingen

Het gebruik van chemische stoffen is voortdurend in ontwikkeling en onze kennis over de bronnen, routes en effecten van blootstelling aan stoffen neemt gaandeweg toe. Tegelijkertijd brengen nieuwe ontwikkelingen en toepassingen nieuwe blootstellingssituaties met zich mee. Het is daarom urgent dat er meer zicht komt op de blootstelling van burgers aan stoffen en dat blootstelling in de toekomst wordt gevolgd. Hier schetst de commissie vijf belangrijke ontwikkelingen rondom chemische stoffen.

2.3.1 Het toenemend gebruik van chemische stoffen

Tussen 2000 en 2017 verdubbelde de wereldwijde productiecapaciteit van de chemische industrie van 1,2 naar 2,3 miljard ton per jaar.[2] Naar verwachting zal deze productiecapaciteit nogmaals verdubbelen tussen 2020 en 2030. Hoewel het Europese aandeel aan de wereldwijde productie van stoffen vermoedelijk zal dalen, neemt het volume van zowel de productie als het gebruik van chemische stoffen in absolute aantallen nog altijd toe. Van de ruim 300 miljoen ton chemicaliën die in 2018 in de EU werden gebruikt was bovendien twee derde geclassificeerd als mogelijk schadelijk voor de gezondheid.[1] Het RIVM schat dat er elke 1,4 seconde een nieuwe chemische stof op de markt verschijnt. Deze snelheid is veel hoger dan het tempo waarin gevaarlijke eigenschappen van stoffen kunnen worden vastgesteld.[63]

Bovendien zal milieuvervuiling uit het verleden (bijvoorbeeld lood, cadmium en PCBs) ook in de toekomst nog tot zorgelijke blootstellings-situaties kunnen leiden. Tegelijkertijd kunnen stoffen die nu nog als veilig gelden, later alsnog als schadelijk worden herkend. Wanneer beperkingen voor gebruik van stoffen worden opgelegd, schakelen bedrijven vaak snel over op stoffen waarvoor dergelijke beperkingen nog niet gelden. Meestal zijn dit stoffen met een vergelijkbaar werkingsmechanisme en effect. Een voorbeeld van dit fenomeen (*regrettable replacement*) is de overstap van Bisfenol A naar Bisfenol F en S.[99-101]

2.3.2 De transitie naar een circulaire economie

Nederland en de EU streven naar een circulaire economie in 2050. In de circulaire economie bestaat geen afval: grondstoffen, onderdelen en producten worden steeds opnieuw gebruikt. Door hergebruik en recycling komen schadelijke stoffen in nieuwe producten terecht, kunnen stoffen stapelen en neemt het risico op zorgelijke blootstelling toe. Zo zijn

vlamvertragers uit gerecycled afval aanwezig in voedselcontactmaterialen en elektronica, drukinkt in gerecycled papier en weekmakers in speelgoed van gerecycled plastic.[62,102] De VN en de WHO hebben meermaals aandacht gevraagd voor de gezondheidsrisico's van de circulaire economie, ook met het oog op kwetsbare mensen die werkzaam zijn in de wereldwijde recyclingsindustrie.[103] In Nederland waarschuwt het RIVM dat het huidige stelsel van vergunningverlening, toezicht en handhaving onvoldoende aansluit op de gewenste circulaire samenleving.[63]
De overheid streeft mede hierom naar versterking van het VTH-stelsel.[104,105]

Om de transitie naar een circulaire economie veilig te laten verlopen is de overheid meermaals geadviseerd om te investeren in nieuwe monitorings-technieken, waaronder biomonitoring. Zo ziet de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur biomonitoring als belangrijke methode om de effectiviteit van beleid rondom chemische stoffen te toetsen en zo nodig te heroverwegen.[64] De Gezondheidsraad heeft in een advies over deze transitie eveneens de wenselijkheid van een biomonitorings-programma benadrukt.[62] Het Europese onderzoeksprogramma HBM4EU heeft gerapporteerd over verschillende toepassingen van biomonitoring om de gezondheid van burgers in de circulaire economie te bewaken.[102]

2.3.3 Klimaatverandering

Klimaatverandering zal leiden tot verandering in onze blootstelling aan chemische stoffen. De aard en omvang van deze verandering vallen nog niet te overzien, maar een aantal veranderingen is al gaande of wordt als plausibel gezien.

Klimaatverandering kan invloed hebben op zowel het gebruik als de verspreiding van chemische stoffen. Zo kunnen extremere periodes van hitte leiden tot gebruik van meer en andere gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw of consumentenproducten zoals zonnebrandcrème.[106] Klimaatverandering kan bovendien een ongunstig effect hebben op de luchtkwaliteit door het ontstaan van hogere concentraties ozon en fijnstof.[107] De kwaliteit van water voor drinkwaterproductie komt volgens het RIVM als gevolg van klimaatverandering en veranderend stoffen-gebruik verder onder druk te staan.[108]

Klimaatverandering heeft ook indirecte gevolgen voor de blootstelling. Zo leidt de vraag naar beter geïsoleerde woningen mogelijk tot minder goede ventilatie en tot hogere concentraties aan (nieuwe) stoffen in het binnenmilieu (zoals uit PUR-schuim).[109] In Vlaanderen is vastgesteld dat bewoners van goed geïsoleerde woningen een hogere blootstelling hebben aan DiNP (weekmaker) en vlamvertragers.[86] Om onze milieu-impact te verlagen zijn voedselproductiesystemen en voedingspatronen momenteel aan verandering onderhevig.[110] Dit leidt tot veranderingen in

de blootstelling aan stoffen via voedsel. Zo zou de transitie naar meer plantaardige voeding kunnen leiden tot een hogere blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen en een lagere blootstelling aan dioxines uit dierlijke voeding.[111,112]

2.3.4 Burgervertrouwen onder druk

De blootstelling van burgers aan chemische stoffen geeft regelmatig aanleiding tot maatschappelijke onrust. Dit is nadrukkelijk het geval rondom de emissie van stoffen uit de landbouw en de industrie. Ook zijn er zorgen over de aanwezigheid van stoffen in voedsel, consumentenproducten en bouwmaterialen. Bijna dagelijks is er berichtgeving over chemische incidenten, onverwachte blootstellings-situaties, nieuwe inzichten over de gezondheidseffecten van blootstelling of problemen bij het naleven, controleren en aanscherpen van de vergunningen van bedrijven. Dit vormt een bron van onrust onder omwonenden (zie kader: Maatschappelijke onrust rondom chemische stoffen).

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV) schrijft in haar rapport *Industrie en omwonenden* uit 2023 dat de belangen van burgers, bedrijven en de overheid vaak tegen elkaar in gaan.[6] Overheden en bedrijven sturen op gestelde normen, maar burgers stellen veiligheid voorop en willen een zo laag mogelijke blootstelling. Als burgers hun zorgen uiten over de gezondheidseffecten van blootstelling vanuit de landbouw of de industrie krijgen zij vaak het antwoord dat de uitstoot van stoffen voldoet aan de vergunning of de norm. Deze gang van zaken is voor burgers weinig geruststellend. De OvV merkt bovendien op dat de Omgevingsdiensten weinig proactief zijn in het aanscherpen van bestaande vergunningen op basis van nieuwe normen of gezondheidskundige inzichten. Uit de onderzochte casussen komt naar voren dat aanpassingen in bijvoorbeeld de vergunningen van bedrijven niet uit het bestaande bewakingssysteem

Maatschappelijke onrust rondom chemische stoffen

Een aantal casussen veroorzaakt al langere tijd onrust. Zo is er de zorg over de uitstoot van PAK, metalen en andere schadelijke stoffen vanuit staalbedrijf Tata Steel in Noord-Holland en de uitstoot van PFAS vanuit de Chemours-fabriek in Zuid-Holland.[6] Het RIVM stelde in 2023 vast dat er een directe relatie bestaat tussen de uitstoot van Tata Steel en een verhoogde kans op ziekte bij omwonenden.[113] Deze kwestie krijgt landelijk veel media aandacht en is nog niet ten einde. Een Expertgroep Gezondheid IJmond concludeerde recent dat de zorgen van omwonenden niet serieus worden genomen door de industrie en bij overheidsinstanties. Ook is er geen belangenbehartiger die opkomt voor de gezondheid van burgers in de IJmond.[114] In Nederland bestaat daarnaast al geruime tijd zorg over de blootstelling van omwonenden van landbouwpercelen aan gewasbeschermingsmiddelen, wat onder andere in verband is gebracht met een verhoogd risico op de ziekte van Parkinson.[51] Het blootstellings- en gezondheidsonderzoek bij bekende hotspots van vervuiling is vervolgens aanleiding geweest voor andere lokale bestuurders (en omwonenden) om op te roepen tot onderzoek rondom bedrijventerreinen in hun omgeving.[115]

komen, maar het gevolg zijn van externe druk van omwonenden of de media – wat leidt tot wantrouwen.[6]

De commissie sluit zich aan bij de conclusie van de OvV dat het gebrek aan meetgegevens, de beperkte inspanningen om blootstelling zo laag mogelijk te houden en de incident-gerichte aanpak van blootstellings-situaties waarover zorg bestaat, kunnen bijdragen aan afnemend burgervertrouwen in de overheid en dalend maatschappelijk draagvlak voor milieu- en gezondheidsbeleid.[6] Langlopende incidenten rondom verschillende industrieën zetten ook het vertrouwen van burgers richting bedrijven en (al dan niet onafhankelijke) controlerende instanties zoals het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb) verder onder druk.[113,116]

De maatschappelijke zorg over (de aanpak van) chemische stoffen heeft onder andere tot gevolg dat burgers en onderzoeksjournalisten zélf hun blootstelling aan stoffen gaan meten.[117,118] Commerciële laboratoria die deze analyses uitvoeren geven vaak geen duiding van resultaten noch vergelijking met achtergrondwaarden. Daarom kunnen dit soort gegevens niet altijd goed geïnterpreteerd worden, maar kunnen ze wel aanleiding geven tot verdere zorg. Ook doen burgers voor de bescherming van hun gezondheid een beroep op de rechtspraak.[119] De commissie ziet dan ook een maatschappelijke behoefte aan een structureel meetprogramma dat actief kan inspelen op nieuwe zorgen over blootstelling. Deze constatering sluit nauw aan bij de uitkomsten van een recent onderzoek van het Sociaal en Cultureel Planbureau. Hieruit kwam naar voren dat er brede consensus bestaat bij burgers dat de overheid op veel terreinen meer verantwoordelijkheid zou moeten nemen dan zij nu doet.[120]

2.3.5 Milieucriminaliteit en voedselfraude

Niet alle bronnen en routes van blootstelling zijn bekend of voldoende in beeld. Zo geldt de REACH-rapportage niet voor stoffen die in lage hoeveelheden worden geproduceerd of geïmporteerd.[121] Daarnaast valt te denken aan blootstelling door illegale handelingen.

De bijdrage van milieucriminaliteit aan de totale blootstelling van burgers aan chemische stoffen valt moeilijk te achterhalen. Volgens het Dreigingsbeeld Milieucriminaliteit 2021 bestaat er in Nederland volop gelegenheid voor milieucriminaliteit. Het is lucratief, de schade groot, de pakkans gering en de strafmaat laag.[122] Voor sommige praktijken geldt dat deze wel gereguleerd zijn maar dat handhaving ontbreekt. Milieucriminaliteit gaat doorgaans over illegale praktijken in legale sectoren. Zo kan men in de landbouw of industrie meer gebruik maken van een legale stof dan toegestaan, een legale stof op illegale wijze toepassen of een illegale stof gebruiken. Ook valt te denken aan voedselfraude (zoals producten met gehaltes aan chemische stoffen boven de norm die op de markt worden gebracht), het lozen van afval, fraude met emissiecijfers en onveilig transport.

Nederland is bovendien een belangrijke producent en exporteur van chemische harddrugs.[123] Het gebruik van deze drugs en het dumpen van drugsafval levert eveneens risico's op voor de gezondheid van mens, dier en milieu.[124]

03
mogelijkheden van een meetprogramma

Een meetprogramma met biomonitoring kan worden ingezet om blootstelling aan schadelijke stoffen te bewaken en om het effect van beleid te controleren. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om in te spelen op zorgen over specifieke blootstellingssituaties, en om nieuwe stoffen en blootstellingen tijdig te signaleren. De commissie stelt vast dat de redenen waarom eerdere Nederlandse monitoringsprogramma's die gebruik maakten van biomonitoring zijn stopgezet niet meer actueel zijn. Programma's in het buitenland hebben de meerwaarde van een structureel meetprogramma laten zien. Door nieuwe landelijke programma's elders en Europese onderzoeksprogramma's is er de afgelopen decennia bovendien veel expertise opgedaan die bruikbaar is voor het opzetten van een Nederlands programma.

3.1 Mogelijkheden voor beleid

De commissie schetst in deze paragraaf de toepassingen van een meetprogramma voor milieu- en gezondheidsbeleid. Voor de monitoring van milieufactoren heeft de Gezondheidsraad in 2003 drie toepassingen beschreven.[60] Een meetprogramma kan worden ingezet voor:

- Het *bewaken* van blootstelling aan schadelijke stoffen en het controleren van beleidsmaatregelen en gerelateerde beleidsdoelen. Bij bewaken gaat het voornamelijk om stoffen waarvan bekend is dat deze schadelijk zijn.
- Het *verifiëren* van blootstellingssituaties waarover zorg bestaat. Het gaat hierbij om blootstellingssituaties die mogelijk afwijkend zijn van landelijke referentiewaarden. Ook bij het verifiëren gaat het voornamelijk over blootstellingen aan bekend schadelijke stoffen.
- Het *signaleren* van nieuwe en/of opkomende blootstelling aan stoffen. Het signaleren van blootstellingen waarvan de gezondheidseffecten nog grotendeels onbekend of onzeker zijn valt hieronder. Wel zijn er indicaties van mogelijke gevolgen voor de gezondheid. Het kan gaan om nieuwe stoffen op de markt, maar ook om een toename in blootstelling aan reeds bestaande stoffen, bijvoorbeeld omdat er nieuwe of uitgebreidere toepassingen zijn.

De commissie stelt dat een meetprogramma omtrent humane blootstelling aan chemische stoffen eveneens deze drie toepassingen kent. Een dergelijk programma zal het huidige milieu- en gezondheidsbeleid versterken doordat het de omissie in het huidige bewakingssysteem helpt dichten. Bovendien sluit het aan bij huidige ontwikkelingen op het gebied van chemische stoffen, zoals toenemende en veranderende blootstelling (hoofdstuk 2). Daarmee is een meetprogramma een krachtig instrument om beleidsambities richting het beperken van schadelijke blootstellingen voor mens en milieu te controleren. Mits goed opgezet levert het programma gegevens omtrent huidige blinde vlekken. Het levert immers gegevens die representatief zijn voor de Nederlandse bevolking (referentiewaarden) en het brengt de cumulatieve en geaggregeerde blootstelling in beeld. Een meetprogramma biedt ook de mogelijkheid om trends in de tijd, regionale verschillen in blootstelling en blootstelling aan mengsels in

kaart te brengen. Ten slotte genereert het blootstellingsgegevens die gebruikt kunnen worden om modelschattingen van blootstellingen te valideren en om schattingen van gezondheidsrisico's en ziektelast te verbeteren.

Uit buitenlandse programma's blijkt dat een programma waarin zowel (landelijke en regionale) referentiewaarden worden opgebouwd als nieuwe blootstellingen worden gemeten het meest effectief is voor beleidsvorming (zie kader: Voorbeelden beleidsacties uit buitenlandse programma's). Het opbouwen van landelijke en regionale referentiewaarden voor blootstelling is noodzakelijk voor het bewaken van blootstellingen aan bekend schadelijke stoffen. Hiermee krijgt de overheid zicht op gemiddelde en afwijkende blootstellingsniveaus. Door het opbouwen van trends in referentiewaarden in de tijd kan ze blootstelling aan bekende schadelijke stoffen bewaken en nagaan of bestaand beleid effect heeft of bijgestuurd moet worden. Referentiewaarden zijn ook van belang om te verifiëren of zorgen in de samenleving over een bepaalde blootstelling terecht zijn. Met het verifiëren en signaleren van nieuwe blootstellingen kan een meetprogramma invulling geven aan het voorzorgsbeginsel.[24] Ook, of zelfs juist, als kennis over de gezondheidseffecten van een stof nog onvolledig is, is het van belang om maatregelen te nemen die het risico op ongewenste effecten verkleinen.
Het meetprogramma moet daarom dynamisch van opzet zijn zodat ingespeeld kan worden op zorgen die regionaal leven en op nieuwe ontwikkelingen in de (chemische) industrie.

Internationale instanties noemen als meerwaarde van een biomonitoringsprogramma voor beleid onder meer: het stellen van beleidsprioriteiten, het verantwoorden van beleidskeuzes en het ontwikkelen van nieuw beleid. Dit draagt uiteindelijk bij aan het verminderen van gezondheidsschade en toekomstige zorgkosten.[22,78,80,125]

Een meetprogramma kent ook toepassingen op het gebied van onderzoek die in dit advies grotendeels buiten beschouwing worden gelaten.
Te denken valt aan onderzoek naar nieuwe meetmethodes, onderzoek naar biologische werkingsmechanismes en gezondheidseffecten of onderzoek waarin de effecten van meerdere leefomgevingsfactoren op gezondheid tegelijk worden onderzocht (exposoomonderzoek).[8]

Voorbeelden beleidsacties uit buitenlandse meetprogramma's

Voorbeeld PFAS

De waarde van het opbouwen van referentiewaarden bleek in Vlaanderen waar men al in 2002 naar PFAS-verbindingen heeft gekeken, ruim voordat deze breed onder de aandacht kwamen wegens mogelijk negatieve gezondheidseffecten. Hierdoor heeft men nu al enig zicht op trends in blootstelling aan PFAS door de tijd heen, op verschillen in blootstelling aan PFAS tussen groepen en op de ziektelast als gevolg van blootstelling aan PFAS.[96] Dit heeft geleid tot adviezen gericht op specifieke regio's over onder meer lokaal geproduceerd voedsel.[126]

Voorbeeld bisfenolen

Het Canadese biomonitoringsprogramma heeft de weekmaker Bisfenol A (BPA) in elke meetcyclus sinds 2007 gemeten. In 2008 werd geconstateerd dat het grootste deel van de Canadese bevolking zeer lage blootstelling aan BPA heeft en dat dit geen gezondheidsrisico vormt. Wel waren er zorgen over de blootstelling van zuigelingen aan deze stof. In 2010 maakte wetgeving het illegaal om babydrinkflessen met BPA te maken, importeren, adverteren of verkopen. Sindsdien heeft biomonitoring aangetoond dat BPA-concentraties door de verschillende leeftijdsgroepen tussen 2007 en 2019 met 43% zijn gedaald.[127,128] Wat betreft bisfenolen bleek ook het signaleren van opkomende stoffen relevant. Zo is de overheid in Canada naar aanleiding van de strengere regulatie van de weekmaker Bisfenol A (BPA), andere bisfenolen (BPF en BPS) en nieuwe soorten weekmakers (DINCH) gaan meten waarvan de gezondheidseffecten nog niet geheel bekend zijn, omdat men terecht vermoedde dat de industrie op deze stoffen zou overstappen.[101] Ook in andere landen met structurele meetprogramma's is de opkomst van deze vervangende (nieuwe) stoffen geconstateerd.

Voorbeeld DDT

Het meten van stoffen die inmiddels verboden zijn bleek relevant in Vlaamse biomonitoringsprogramma. Daar kwam naar voren dat jongeren nog altijd werden blootgesteld aan gewasbeschermingsmiddelen die al langere tijd verboden waren, zoals DDT.[129] Uit vervolgonderzoek bleek dat dit middel nog altijd in huishoudens voorradig was en onderhands verkocht werd en dat blootstelling aan DDT verband hield met de consumptie van eigen kippeneieren en eigen gekweekt voedsel. Dit was aanleiding voor een gerichte informatiecampagne over de gezondheidsrisico's van blootstelling aan DDT. Sindsdien zijn scores voor blootstelling aan deze stof in de bewuste hotspot gedaald.[130]

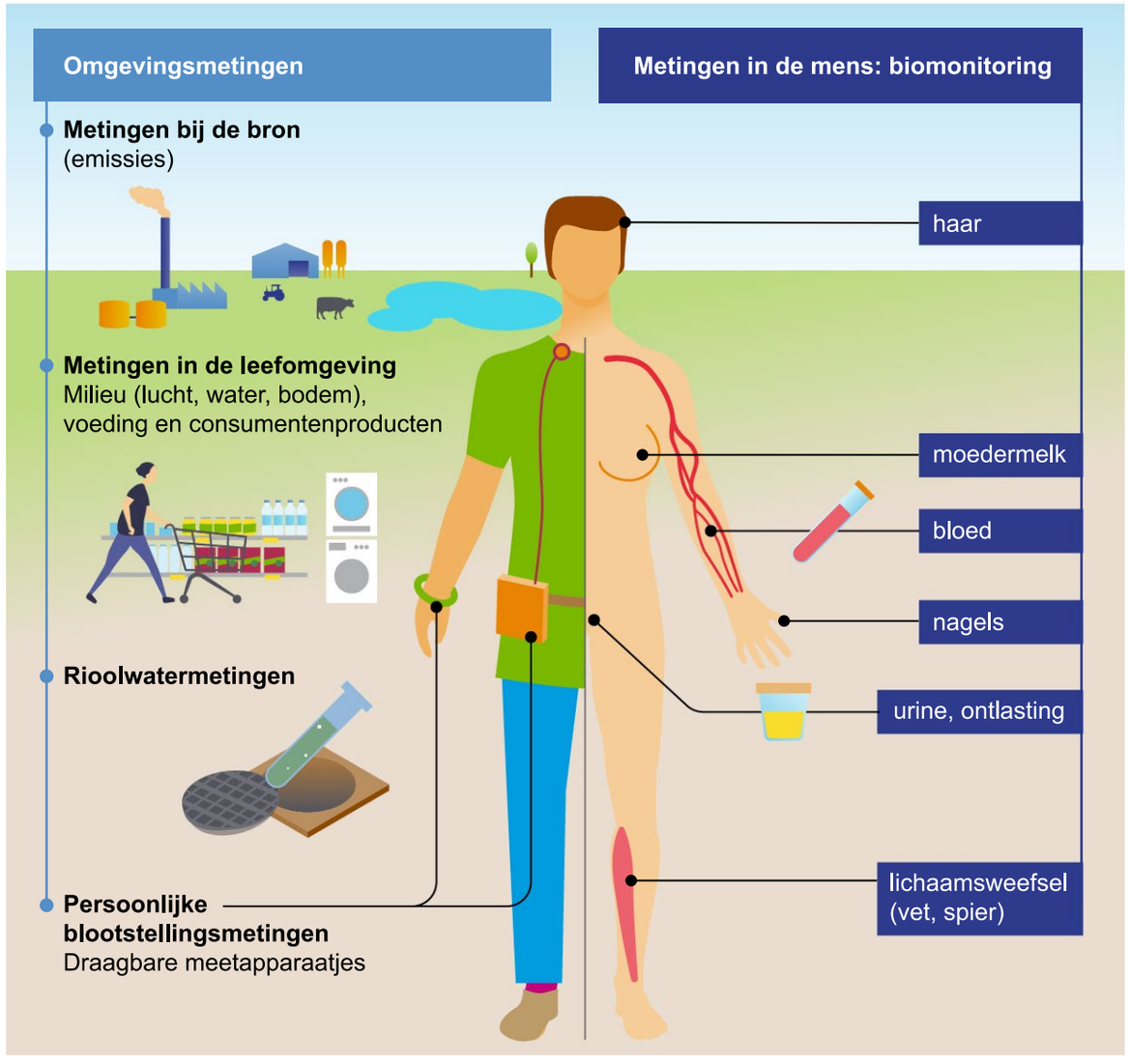
Voorbeeld weekmakers

Het meten van stoffen in verschillende leeftijdsgroepen en in verschillende regio's bleek recent relevant in Duitsland. In 26% van urinemonsters van kinderen uit de deelstaat Noordrijn-Westfalen afgenomen tijdens de huidige meetcyclus (GerES VI) werden (hoge) concentraties van de weekmaker DnHexP geïdentificeerd. Blootstelling aan deze stof wordt geassocieerd met een verhoogd risico op diabetes, obesitas en mannelijke onvruchtbaarheid. Sinds 2013 is het gebruik van DnHexP in Europa grotendeels verboden. Door opgeslagen urine-monsters van kinderen uit deze regio uit 2017 te analyseren werd een stijging in blootstelling aan DnHexP vastgesteld. Het bestaande beleid heeft dus niet tot het gewenste resultaat geleid.[131,132]

3.2 Technische mogelijkheden

Wetenschappelijke methoden om humane blootstelling te meten zijn de laatste jaren sterk ontwikkeld (zie figuur 3). Dit komt onder meer door bewakingsprogramma's in het buitenland. Zo lopen in de Verenigde Staten en Duitsland al decennia verschillende bewakingsprogramma's naar de aanwezigheid van chemische stoffen in mens, dier en milieu.[133,134] Ook zijn er diverse onderzoeksprojecten gericht op humane biomonitoring. Deze onderzoeksprojecten zijn van groot belang voor het ontwikkelen van methodieken, technologieën, rapportages en expertise maar dienen een ander doel dan een structureel meetprogramma naar blootstelling in de bevolking. Wel kan vanuit een dergelijk programma een Nederlandse bijdrage worden geleverd aan Europese onderzoeksprojecten zoals PARC (zie kader: Onderzoeksprogramma's).

Blootstelling aan chemische stoffen wordt het meest nauwkeurig gemeten in de mens



Figuur 3 Methoden om blootstelling aan chemische stoffen te meten

Onderzoeksprogramma's

De Europese onderzoeksprojecten (DEMO)COPHES, HBM4EU en het recent gestarte PARC zijn gericht op het bepalen van blootstellingen van de mens.[135-137] In HBM4EU (2017-2022) lag de nadruk op humane biomonitoring en dit onderzoek heeft onder meer bijgedragen aan standaardisatie van methodieken en het afleiden van biologische advieswaarden. Ook exposoomonderzoek, wat een integrale benadering is om effecten van de leefomgeving op de mens in kaart te brengen, draagt bij aan dit veld. Hierbij wordt geïnvesteerd in infrastructuren voor grootschalige gegevensverzameling, -opslag en -ontsluiting, en op multidisciplinaire samenwerking.[138]

De opvolger van HBM4EU is PARC (2022-2029). Dit Europese onderzoeks-programma heeft als breder doel het verbeteren van de wetenschappelijke basis voor de risicobeoordeling van chemische stoffen. Het blijven ontwikkelen van biomonitoring is hiervan een onderdeel. Vanuit Nederland leveren de ministeries van IenW, VWS en LNV financiële en logistieke ondersteuning. De regie van het Europese project wordt vanuit ons land gevoerd door het RIVM en partner-instituten zijn de VU, UU-IRAS, TNO, WUR, WFSR, RadboudUMC, de Universiteit Leiden en KWR.[137]

Deze nationale en internationale programma's dragen in sterke mate bij aan de harmonisatie van studieopzet, methodes en rapportages van (voornamelijk) humane biomonitoring. Daarmee zijn er voor veel stoffen betrouwbare meetmethodes ontwikkeld die aan internationale kwaliteitseisen en standaarden voldoen.[139-141] Ook zijn er stappen gezet op nieuwe onderzoeksterreinen, zoals het meten van blootstellingen aan mengsels en het gelijktijdig in een analyse meten van een breed palet van stoffen.[79,142] Eerdere biomonitoringsprogramma's in Nederland zijn onder meer stopgezet omdat de toenmalige bewindspersoon internationale ontwikkelingen op dit gebied wilde afwachten. Inmiddels kan Nederland bij de opzet van een meetprogramma volop gebruikmaken van de kennis die in Europees en internationaal verband is opgebouwd. Ook maakt de standaardisatie van methodes het mogelijk om Nederlandse gegevens te vergelijken met die in andere landen.

3.2.1 Biomonitoring

Met humane biomonitoring wordt aan de hand van metingen in lichaamsmateriaal de interne blootstelling aan chemische stoffen uit de leefomgeving gedetecteerd. De metingen worden meestal in bloed of urine gedaan, maar ook meting in speeksel, lichaamsweefsel zoals huid of spieren, ontlasting, moedermelk, haar en nagels is mogelijk.

De grote meerwaarde van biomonitoring is dat het de daadwerkelijke inwendige blootstelling en lichaamsbelasting aan stoffen meet. Daarmee is het voor veel chemische stoffen de meest relevante methode om blootstelling voor de mens te schatten.[143,144] De metingen van concentraties van stoffen in het milieu, in consumentenproducten of in voedsel geven alleen de potentiële blootstelling weer. De mate waarin die leidt tot de werkelijke blootstelling is afhankelijk van de mate, duur en intensiteit van contact met die stoffen wat weer afhangt van diverse gedragsfactoren, zoals gebruik van een product en eventuele persoonlijke

beschermingsmiddelen (bijvoorbeeld tegen inademing), en van de opname van de stof in het lichaam (bijvoorbeeld van stoffen uit voedsel via de darm).[145]

De andere meerwaarde van biomonitoring is dat het gecombineerde blootstelling vanuit meerdere bronnen en routes meet.[143] Dit aspect is bijzonder relevant voor de vele stoffen die in diverse toepassingen voorkomen. Te denken valt aan gewasbeschermingsmiddelen waaraan burgers kunnen worden blootgesteld als omwonende via de akkers, als consument van voedsel en eventueel als werknemer in de landbouw.[54] Het geldt ook voor PFAS-verbindingen waaraan blootstelling kan zijn vanuit voedsel en drinkwater en diverse consumentenproducten zoals cosmetica en kleding.[146]

Ook stoffen met een korte halfwaardetijd (die snel afbreken in het lichaam) kunnen worden gedetecteerd. In een steekproef van de bevolking zullen deze bij een deel van de deelnemers meetbaar zijn als er sprake is regelmatige blootstelling onder de bevolking. Ook als burgers continu worden blootgesteld kunnen snel afbreekbare stoffen worden gedetecteerd. Zo blijken bijvoorbeeld snel afbreekbare weekmakers (ftalaten) bij vrijwel iedereen meetbaar en dus continu aanwezig te zijn.[84]

Een nadeel van biomonitoring is dat het, in tegenstelling tot milieu-monitoring, van deelnemers vraagt om lichaamsmateriaal af te staan. Bij metingen in bloed of lichaamsweefsel gaat het bovendien om een invasieve monsterafname methode. Dit vraagt om protocollen waarin autonomie en privacy van deelnemers is gewaarborgd (zie 3.3). Lopende programma's in het buitenland laten echter zien dat er bereidheid is onder de bevolking om dergelijke metingen te ondergaan. Ook ad hoc onderzoeken in Nederland naar bijvoorbeeld gewasbeschermings-middelen laten dit zien. In Nederland zijn er bovendien burgers en belangenverenigingen die zelf lichaamsmateriaal op de aanwezigheid van chemische stoffen laten onderzoeken omdat zij zich zorgen maken over chemische stoffen in de landbouw en de industrie.[117]

Voor de meeste stoffen bestaan geen wettelijke biologische grenswaarden waaraan biomonitoringsgegevens getoetst kunnen worden. De wettelijke biologische grenswaarde voor lood is een uitzondering.[147] Wel zijn er in humaan biomonitoringsonderzoek voor veel stoffen (bijvoorbeeld bisfenolen, ftalaten, pyrethroiden) biologische advieswaarden afgeleid.[148] (zie kader: Biologische advieswaarden) Hoewel de commissie de beschikbaarheid van biologische advieswaarden als belangrijk beschouwt, ziet ze ook voor stoffen waarvoor deze advieswaarden er nog niet zijn de toegevoegde waarde van interne blootstellingsgegevens.
Een meetprogramma geeft immers hoe dan ook informatie over trends in blootstellingen over de tijd, regionale verschillen en opkomende en nieuwe blootstellingen.

Met humane biomonitoring kunnen ook biomarkers van effecten worden gemeten.[149] Effectbiomarkers zijn vroege biologische veranderingen die optreden als gevolg van (chemische, fysische of biologische) blootstelling. Met metingen van effectbiomarkers kunnen de potentiële schadelijke effecten en ziektes als gevolg van blootstelling in beeld worden gebracht. Effectbiomarkers worden ook gebruikt om naar gezamenlijke effecten te kijken van stoffen met eenzelfde werkingsmechanisme (mengsel-blootstelling). In dit advies beperkt de commissie zich tot een aanbeveling over een meetprogramma naar biomarkers van blootstelling.
Voor onderzoek naar gezondheidseffecten van blootstelling is namelijk een andere onderzoeksopzet en zijn grotere deelnemersaantallen nodig. Het meten van effectbiomarkers ziet de commissie wel als mogelijk aanvullende toepassing van blootstellingsmonitoring, bijvoorbeeld om mengselblootstelling en de effecten daarvan te schatten. Hierbij is het relevant ontwikkelingen rondom gebruik van effectbiomarkers te blijven volgen.[150]

Biologische advieswaarden

Voor de duiding van humaan biomonitoringsonderzoek zijn voor veel stoffen biologische advieswaarden (health-based human biomonitoring guidance values) afgeleid. Dit is gedaan door gegevens van interne blootstellingen (concentraties in bloed of urine) te extrapoleren naar externe blootstelling en vice versa aan de hand van modellen.[148] Als voor de externe concentratie de norm wordt gebruikt, bijvoorbeeld de aanvaardbare dagelijkse inname (ADI) of de binnen REACH gebruikte Derived No-Effect Levels (DNELs), dan kan de berekende interne concentratie als biologische advieswaarde voor interne blootstelling dienen. De interpretatie hiervan is dat, op basis van huidige kennis, onder die concentratie geen gezondheidsrisico te verwachten valt. In PARC zal verder worden gewerkt aan het afleiden van biologische advieswaarden.[151]

3.2.2 Persoonlijke blootstellingsmetingen

Met persoonlijke blootstellingsmetingen wordt bedoeld dat er niet in, maar op of nabij het lichaam wordt gemeten. Een nadeel daarvan ten opzichte van biomonitoring is dat het niet de werkelijke interne, maar de externe blootstelling meet. Wanneer er sprake is van een enkele toevoerroute van blootstelling kan met externe persoonlijke blootstellingsmetingen toch een goede schatting gemaakt worden van de blootstelling. Dat geldt bijvoorbeeld voor fijnstof en verschillende types vezels. Daarvoor is de – niet invasieve – meting in de lucht de meest aangewezen, kosten-effectieve, methode.[148,149] Apparaten die, actief met een pomp of passief, een meting doen bestaan al heel lang als meetstations op een vaste locatie, maar door technologische ontwikkelingen zijn er draagbare versies ontwikkeld die kunnen worden ingezet voor persoonlijke metingen.

Een andere vorm van uitwendige persoonlijke blootstellingsmetingen is het dragen van siliconen polsbandjes die chemische stoffen absorberen.[150] Hiermee kan potentieel een grote diversiteit aan stoffen gemeten worden zoals gewasbeschermingsmiddelen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en vlamvertragers. Voordelen van deze methode zijn de eenvoudige toepassing en de relatief lage kosten.[150] Een nadeel is dat meting met deze polsbandjes alleen kwalitatieve informatie over de aanwezigheid van stoffen geeft.[150] Er zijn ook analyses van polsbandjes in ontwikkeling die kwantitatieve resultaten geven, maar de reproduceerbaarheid dient nog nader te worden onderzocht.[150]

3.2.3 Rioolwaterepidemiologie

Rioolwatermetingen worden al decennia lang gebruikt om de waterkwaliteit te monitoren en het watermilieu te beschermen. Hiervoor worden bijvoorbeeld de aanwezigheid en de ruimtelijke verspreiding van virusdeeltjes, medicijnresten en drugs in het rioolwater gemeten.[152] Tijdens de COVID-19 pandemie stond het meten van virusdeeltjes in rioolwater opnieuw in de aandacht. Lokale uitbraken konden zo al vroegtijdig worden gesignaleerd en het RIVM houdt sindsdien via rioolwatermetingen de verspreiding van het virus in de gaten.[153,154] Sinds kort wordt rioolwaterepidemiologie gebruikt voor het genereren van gegevens over menselijke activiteiten. Dit kan, op populatieniveau, een indicatie geven van het gebruik of van blootstelling aan chemische stoffen.[155,156] Voordelen van rioolwatermetingen zijn dat deze niet invasief zijn voor burgers en dat het daarmee relatief snel en kosteneffectief is om metingen te doen. De methode is niet voor alle stofgroepen geschikt, vluchtige stoffen zijn bijvoorbeeld niet goed detecteerbaar.

Rioolwatermetingen geven niet uitsluitend een indicatie van blootstelling aan stoffen. De stoffen die in het rioolwater terecht komen kunnen ook een indicatie zijn van gebruik (met (gedeeltelijke of zonder blootstelling) als deze bijvoorbeeld via de gootsteen zijn weggespoeld. Voor sommige stoffen kan via het meten van metabolieten die in het lichaam ontstaan wel onderscheid worden gemaakt tussen blootstelling en gebruik.[155] Resultaten van rioolwatermetingen zijn niet herleidbaar naar een individu, wat vervolgonderzoek naar de blootstellingsbron moeilijker maakt. Rioolwatermetingen kunnen wel een signaalfunctie vervullen bij vergelijking met eerdere gegevens in de tijd of bij lokale afwijkingen. Rioolwatermetingen van gewasbeschermingsmiddelen, vlamvertragers en PFAS zijn inmiddels op onderzoeksbasis toegepast en zijn dus niet structureel.[155]

3.2.4 Analysemethodes

Om stoffen op te kunnen nemen in een meetprogramma is het noodzakelijk dat de stof meetbaar is en dat het meetresultaat interpreteerbaar is.[54] Meetbaarheid houdt in dat de methode meet wat ze moet meten en dat op een nauwkeurige manier doet. Dit houdt in dat er een goede (bio)marker voor blootstelling bestaat (zoals de stof in het

bloed of een direct afbraakproduct daarvan) en dat de meting reproduceerbaar is. Ook moet de methode voldoende gevoelig zijn om lage, maar voor de gezondheid mogelijk relevante concentraties te kunnen bepalen. Interpreteerbaarheid betreft het resultaat van de meting. Daarvoor is onder meer nuttig om kennis te hebben over hoe de stof zich in het lichaam gedraagt, hoe lang de stof in het lichaam blijft en of het een lichaamseigen stof is. Voor veel stoffen die relevant kunnen zijn vanwege humane blootstelling bestaan inmiddels standaard meet- en analyse-methodes.[156] Ook is er uit eerder onderzoek veel kennis beschikbaar die de interpreteerbaarheid van nieuw gegenereerde gegevens vergemakkelijkt.

De technologische mogelijkheden voor het meten van stoffen zijn de laatste jaren snel toegenomen. Er kan steeds meer worden gemeten in steeds minder (lichaams)materiaal. Terwijl de klassieke meetmethodes zich richten op het meten van een stof tegelijk kunnen met moderne methoden vaak veel stoffen tegelijk kwantitatief bepaald worden. Daarnaast zijn nieuwe methoden ontwikkeld om via zogenaamde *suspect screening* en *non-targeted screening* veel stoffen tegelijk te identificeren, veelal kwalitatief of semi-kwantitatief.[157] Deze technologieën zijn veelbelovend maar nog niet zonder meer toepasbaar in een meet-programma. Dat geldt voornamelijk voor de *non-targeted screening*, dit wordt ook wel het meten van het onbekende genoemd. Een groot deel van de uitkomsten van *non-targeted screening* is (nog) niet herleidbaar naar een stof.[157] Bij *suspect screening* is er, in tegenstelling tot bij *non-targeted screening*, enige voorkennis over de aanwezige stof. *Suspect screening* kan semi-kwantitatieve informatie geven over aanwezigheid van stoffen en is daarom geschikt om stofgroepen te prioriteren voor verdere gerichte kwantitatieve metingen. Op die manier kan *suspect screening* een plaats hebben bij het signaleren van nieuwe en opkomende stoffen. *Suspect*-screeningsmethodes kunnen ook worden ingezet voor het meten van blootstelling aan mengsels, zoals van bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen.[74]

3.2.5 Biobank

In landen zoals Canada en Duitsland wordt een deel van het afgenomen lichaamsmateriaal (samen met milieumonsters) opgeslagen voor latere analyse.[158,159] De meerwaarde van deze biobank is dat met nieuwe kennis over stoffen metingen gedaan kunnen worden in ouder materiaal waardoor vroegere blootstellingen aan stoffen onderzocht kunnen worden. Dit kan dienen als vergelijkingsmateriaal en om trends in de tijd te onderzoeken. De opzet van een biobank vergt een uitgebreidere infrastructuur voor opslag en er spelen mogelijk andere ethische en juridische overwegingen een rol dan bij regulier onderzoek in lichaamsmateriaal (zie 3.3).

3.3 Ethische en juridische overwegingen

Bij een structureel biomonitoringsprogramma spelen verschillende ethische en juridische aspecten. Ten eerste kan er een spanningsveld zijn tussen het collectieve belang van de publieke gezondheid enerzijds, en het borgen van de individuele belangen en rechten van deelnemende burgers anderzijds. Een meetprogramma zal aan de eisen moeten voldoen van subsidiariteit (er is geen minder ingrijpende maatregel beschikbaar om hetzelfde doel te bereiken) en proportionaliteit (de maatregel staat in verhouding tot het nagestreefde doel). De commissie heeft deze belangen gewogen en is van oordeel dat het collectieve belang van inzicht in blootstelling aan chemische stoffen in de bevolking in principe opweegt tegen de mogelijke belasting van burgers die op vrijwillige basis deelnemen aan het meetprogramma. Ten tweede moet de privacy en het principe van geïnformeerde toestemming worden geborgd. Bij het verzamelen, verwerken en bewaren van persoonsgegevens en lichaamsmateriaal moet aan de voorwaarden van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AGV) en Uitvoeringswet Algemene verordening gegevensbescherming (UAGV) worden voldaan.

De commissie stelt vast dat er verschillende interpretaties zijn over of een meetprogramma gekwalificeerd moet worden als medisch-wetenschappelijk onderzoek en valt onder de Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek (WMO) of de Wet op het bevolkings-onderzoek (WBO). Of dat zo is hangt af van de wijze waarop het meetprogramma wordt vormgegeven en uitgevoerd. De commissie is van mening dat een meetprogramma aan de kwaliteitseisen en voorwaarden zoals beschreven in de WMO moet voldoen. Daaruit volgt dat het protocol van een programma en/of de individuele meetcycli worden getoetst door een onafhankelijke commissie. In dit protocol moet onder meer worden vastgelegd:

- wat de opzet en het doel van het meetprogramma zijn;
- hoe deelnemers worden geworven;
- hoe de geïnformeerde toestemmingsprocedure er uitziet;
- hoe er wordt omgegaan met de persoonsgegevens en de opslag van lichaamsmateriaal;
- hoe eventueel hergebruik van persoonsgegevens en opgeslagen lichaamsmateriaal plaatsvindt;
- welke onafhankelijke arts de deelnemers kunnen raadplegen bij vragen over het meetprogramma;
- hoe individuele meetgegevens worden teruggekoppeld;
- hoe er wordt omgegaan met eventuele onverwachte individuele bevindingen.

04
meet humane blootstelling in Nederland

Gezondheidsraad | Nr. 2024/07

De commissie adviseert de overheid te investeren in een structureel meetprogramma om de blootstelling van de bevolking aan chemische stoffen te volgen. Het meetprogramma toetst de effectiviteit van bestaand beleid en biedt perspectief voor nieuw beleid om blootstelling te beperken. Zo kan de overheid beter invulling geven aan haar zorgplicht.
De commissie adviseert een goede inbedding van het meetprogramma in bestaand milieu- en gezondheidsbeleid. Om de zorgen van burgers te adresseren pleit ze daarnaast voor het betrekken van burgers en andere maatschappelijke partijen door het meetprogramma heen.

4.1 Doel van het meetprogramma

Een structureel meetprogramma met als doel zicht te krijgen op de blootstelling van burgers aan chemische stoffen helpt om een belangrijke omissie in het huidige stoffenbeleid te dichten (hoofdstuk 2.1).
De uitkomsten van beleid op de blootstelling worden hiermee getoetst en gevolgd (hoofdstuk 2.1). Hiermee komt er zicht op aspecten van blootstellingen die nu blinde vlekken in beleid zijn (hoofdstuk 2.2) en houdt de overheid de vinger aan de pols rondom verschillende ontwikkelingen die effect hebben op onze blootstelling (hoofdstuk 2.3). Door een meetprogramma dat beleidsrelevante informatie over blootstelling levert kan de overheid beter invulling geven aan haar zorgplicht (hoofdstuk 2.1.1). Zodoende is een meetprogramma een krachtig instrument om beleidsambities richting het verbeteren van de volksgezondheid en de leefomgeving te bevorderen (hoofdstuk 3.1).

4.2 Inbedding van het meetprogramma

Een structureel meetprogramma naar de blootstelling van burgers aan chemische stoffen staat niet op zichzelf. Het is onderdeel van een beleidscyclus van opeenvolgend wet- en regelgeving, registraties, toelating en vergunningen, milieumonitoring en – uiteindelijk – monitoring van de humane blootstelling. Resultaten van monitoring fungeren als controle op bestaand beleid en kunnen aanleiding zijn voor nieuw beleid. (Figuur 2) Hierbij is van belang dat het nieuwe meetprogramma aansluit op bestaande meetprogramma's, zoals die voor chemische stoffen in milieucompartimenten, voedsel, consumentenproducten, in woningen en in arbeidssituaties. Dit bevordert de kwaliteit en duiding van de gegevens, het inzicht in bronnen van blootstelling en geeft aanknopingspunten voor beleidsmaatregelen. Deze inbedding van het meetprogramma kan onder andere worden bereikt door het uitwisselen van gegevens op vaste momenten in de meetcyclus.

4.3 Verantwoordelijkheid voor het meetprogramma

De commissie ziet de Rijksoverheid op basis van de Grondwet, de Gezondheidswet en naar analogie met het buitenland als de eerst verantwoordelijke instantie voor het opzetten en beheren van een meet-programma naar de blootstelling van burgers aan chemische stoffen. Tevens gaat de commissie op basis van internationale verdragen en de Omgevingswet uit van participatief milieu- en gezondheidsbeleid, waarin een meetprogramma naar de blootstelling van burgers een belangrijke rol

kan vervullen.[26,160,161] Participatief beleid kent uitwisseling en een zekere mate van gedeelde verantwoordelijkheid tussen beleidsmakers, deskundigen en belanghebbende partijen, waaronder burgers in het bijzonder.[160] Zo is het de taak van de beleidsmakers om onderbouwde besluiten te nemen over de omgang met risico's. Deskundigen zijn verantwoordelijk voor het beoordelen van milieu- en gezondheidsrisico's. Belanghebbende partijen geven overwegingen over de maatschappelijke waardering van risico's en de omgang met risico's en eventuele maatregelen in de praktijk.

4.3.1 Beleidsverantwoordelijkheid

De toelating van, het gebruik van en de controle op chemische stoffen staat op het snijvlak van verschillende beleidsterreinen. De belangrijkste ministeries hierbij zijn VWS (volksgezondheid), IenW (milieu), LNV (landbouw) en SZW (arbeidsomstandigheden). Deze gedeelde verantwoordelijkheid is een belangrijke uitdaging voor de opzet en uitvoering van een meetprogramma naar de humane blootstelling, en ook voor de doorwerking van de meetresultaten in beleid. De inrichting van het meetprogramma vraagt dan ook om goede coördinatie tussen de betrokken ministeries.

De commissie stelt vast dat er meerdere probleemeigenaars zijn voor het dossier humane blootstelling aan chemische stoffen. Zo heeft IenW de taak om een schone en gezonde leefomgeving te bewaken. VWS heeft de taak om de volksgezondheid te beschermen en te bevorderen en is verantwoordelijk voor het staatstoezicht op de volksgezondheid (via de NVWA en de IGJ). De ministeries LNV, EZK, SZW en BZK maken beleid en regelgeving voor landbouw, industrie, arbeidsomstandigheden en woningbouw. Op elk van deze gebieden is sprake van gebruik van chemische stoffen en blootstelling aan chemische stoffen. Deze en andere ministeries zouden op hun eigen wijze baat kunnen hebben bij een meetprogramma.

De commissie adviseert de beleidsverantwoordelijkheid voor een meetprogramma bij een departement te beleggen. Vanwege de nauwe samenhang van de blootstellingsproblematiek is het van belang dat er regelmatig interdepartementaal overleg plaatsvindt van waaruit een consortium (zie 4.3.2) van beleidsrelevante context en vragen wordt voorzien.

4.3.2 Consortium van deskundigen

De commissie stelt vast dat Nederland in de voorliggende jaren veel expertise heeft opgebouwd om een landelijk meetprogramma op zetten, onder meer via ad hoc meetprogramma's, deelname in Europese onderzoeksprojecten en bredere internationale samenwerkingen.
Wat ontbreekt is een infrastructuur voor een doorlopend programma waarbij lichaamsmateriaal wordt verzameld waarin meerdere stoffen en stofgroepen tegelijk worden gemeten.

De commissie adviseert om de krachten te bundelen in een consortium van instellingen, zoals bij incidentele programma's (naar bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen en PFAS). Omdat het RIVM vanuit de wet belast is met het doen van onderzoek ten behoeve van milieu- en gezondheidsbeleid ligt het voor de hand om de coördinatie en uitvoering van een programma hier te beleggen. In verschillende academische centra is de benodigde expertise aanwezig op het gebied van studieopzet, chemische analyse, biomonitoring, draagbare sensoren en rioolwater-epidemiologie. Ook drinkwaterbedrijven, GGD/GHOR, de NVWA en de NLA hebben relevante ervaring op dit gebied. Afhankelijk van de behoefte kunnen ook andere organisaties in het consortium worden betrokken.

Het consortium vormt een stuurgroep die verantwoordelijk is voor de aansturing van de opzet, uitvoering en rapportage van het programma. Om de kwaliteit van het programma te borgen adviseert de commissie om advies in te winnen bij bestaande meetprogramma's in de buurlanden. De commissie benadrukt dat de stuurgroep volgens het uitgangspunt van participatief beleid breed informatie inwint bij belanghebbenden en beleidsmakers, maar uiteindelijk (aan de hand van vooraf bepaalde criteria) naar eigen inzicht en onafhankelijk van politieke en economische belangen moet kunnen beslissen over de inrichting van het meet-programma. Voor de feitelijke organisatie, coördinatie en uitvoering van het meetprogramma moet de stuurgroep worden ondersteund door een projectteam.

4.3.3 Participatie van belanghebbenden

De participatie van burgers en andere belanghebbenden wordt erkend als methode om de kwaliteit van zowel milieubeleid als gezondheidsbeleid te verhogen.[160-163] Zo verschaffen burgers ervaringskennis over bepaalde problematiek en het daaraan gerelateerde beleid. Door het voeren van een doorlopend gesprek tussen beleid, wetenschap en praktijk verhoogt participatie het draagvlak voor beleid.[160,164] Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) benadrukt dat dit draagvlak nodig is om de aanpak van verschillende maatschappelijke uitdagingen en transities in de leef-omgeving te laten slagen. De commissie adviseert daarom in navolging van het PBL om in te zetten op participatie van burgers en andere belanghebbende partijen in alle fases van het meetprogramma. Zo is participatie wenselijk bij het opstellen van algemene doelen van het meetprogramma, bij het ontwerpen, aanscherpen of concretiseren van de doelen van iedere meetcyclus en bij de selectie van te meten stoffen. Daarnaast kunnen deze partijen betrokken worden bij het identificeren en prioriteren van relevante onderzoeksresultaten en het ontwerpen van mogelijke beleidsacties om blootstelling te beperken. Het bewaken van de kwaliteit van het participatieproces is hierbij nog een belangrijk aandachts-punt. Zo biedt de nieuwe Omgevingswet wel handvatten rond participatie, maar zijn belangrijke elementen (termijnen, procedures, een definitie van belanghebbenden) niet vastgelegd.[165] Om zicht te krijgen op hoogrisico-groepen is participatie van burgers uit diverse sociale, regionale, en leeftijdsgroepen van belang (H2.2.2). Er zijn verschillende gradaties van

participatie denkbaar: van informeren en consulteren tot betrekken, samenwerken met en het in een leidende rol brengen van belanghebbende partijen.[166] Daarnaast bestaan er meerdere vormen om participatie in te vullen en te faciliteren met zowel burgers als andere belanghebbende partijen, waar in Nederland op verschillende bestuursniveaus ervaring mee is.

Voor participatie in een landelijk programma kan onder andere gedacht worden aan een burgerpanel of een bredere consultatie van milieuorganisaties, patiëntenverenigingen, burgerwetenschapsgroepen, omwonenden van bedrijven en andere belanghebbenden.[171]
De commissie adviseert de ervaringen die hiermee zijn opgedaan in het Vlaamse biomonitoringsprogramma te benutten (zie kader: Burgerparticipatie en biomonitoring in Vlaanderen). Aanvullende studies naar lokale blootstelling of bekende hotspots maken intensieve burgerparticipatie op lokaal niveau van belang. Zeker bij hotspots kunnen studies naar de blootstelling van omwonenden doorgaans rekenen op een breed draagvlak.[78]

Burgerparticipatie en biomonitoring in Vlaanderen

Het Vlaamse meetprogramma naar de blootstelling van burgers aan chemische stoffen onderscheidt zich van andere landelijke meetprogramma's door haar sterk participatieve karakter.[167] Het programma wordt geleid door wetenschappers verbonden aan alle Vlaamse universiteiten en een wisselende groep kennisinstituten. Burgers, belangenverenigingen en lokale overheden worden actief betrokken in alle fases van het programma.

Om de samenwerking tussen deze partijen in goede banen te leiden zijn verschillende protocollen opgesteld. Zo is een instrument ontwikkeld voor de partijen om stoffen of lokale blootstellingscasussen aan te dragen voor het meetprogramma. Deze inbreng wordt geprioriteerd aan de hand van milieu-gezondheidskundige, beleidskundige en maatschappelijke criteria waarna een selectie wordt gemaakt.[23,168]

Aansluitend op het meetprogramma volgt het zogenoemde faseplan. Het faseplan is een gestructureerde en participatieve adviesprocedure die tot doel heeft om blootstellingsgegevens om te zetten in beleidsacties. Het consortium van onderzoekers gaat opnieuw in gesprek met burgers, belangenverenigingen en lokale overheden om belangwekkende onderzoeksresultaten te identificeren en prioriteren, waarna men samen nadenkt over mogelijke acties om blootstelling te beperken.[23,168,169] Dit niveau van burgerparticipatie was haalbaar omdat men zich in verschillende meetcycli niet alleen heeft gericht op het opbouwen van landelijke referentiewaarden maar ook gericht onderzoek deed naar gebieden met bekende zware milieudruk (hotspots).[23,170]

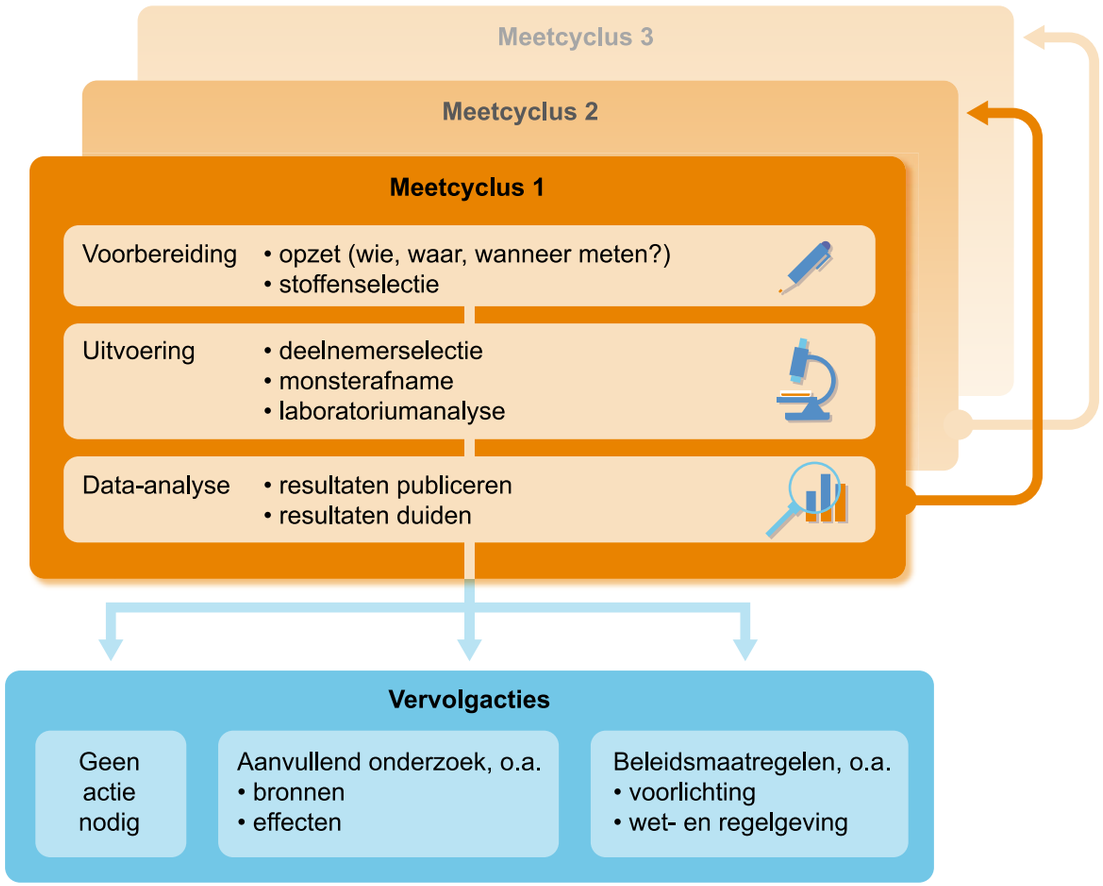
4.4 Opzet van het meetprogramma

Het doel van het meetprogramma is om zicht te krijgen op de blootstelling van burgers aan chemische stoffen. Er zullen keuzes moeten worden gemaakt over algemene doelen van het programma en over bij wie en wat er wordt gemeten en wanneer. De commissie acht het zinvol om hierbij gebruik te maken van het Beoordelingskader Gezondheid en Milieu.[160] Dit instrument heeft zich in de praktijk bewezen als geschikt hulpmiddel voor participatief beleid. Het omvat een vragenlijst die tot doel heeft om de gezondheidskundige, beleidsmatige en maatschappelijke overwegingen omtrent milieu- en gezondheidsrisico's in kaart te brengen.[160]
Deze overwegingen spelen een rol bij de opzet van het meetprogramma, bij de duiding van resultaten en de eventuele beleidsmatige vervolgstappen.

4.4.1 Het meetprogramma

De commissie adviseert om een programma naar buitenlands voorbeeld op te bouwen uit repeterende meetcycli waarin stoffen herhaaldelijk, periodiek of incidenteel worden gemeten in een wisselende, representatieve groep deelnemers. Hierbij is het doel om landelijke referentiewaarden voor blootstelling op te bouwen en deze periodiek te volgen. Daarbij blijft het programma dynamisch en kan er worden ingespeeld op nieuwe zorgen of ontwikkelingen rondom chemische stoffen. De repeterende meetcyclus bestaat uit periodes van voorbereiding, uitvoering, analyse en omgang met de resultaten (zie figuur 4). De commissie stelt voor een cyclus van vijf jaar als uitgangspunt te nemen, aansluitend bij buitenlandse ervaringen. In Canada, Duitsland en Vlaanderen duurt een meetcyclus eveneens circa vijf jaar. In Canada overlapt de laatste fase van de voorgaande cyclus met de eerste fase van de nieuwe cyclus, waardoor meetmomenten elkaar sneller opvolgen dan in Duitsland en Vlaanderen. Nieuwe programma's in het buitenland beginnen vaak met een kleinschalige pilot of haalbaarheidsstudie.
In Nederland zijn recent incidentele meetprogramma's naar humane blootstelling afgerond en opgestart, waarbij veel wetenschappelijke kennis en ervaring is opgedaan.[51] De commissie verwacht daarom dat een Nederlands programma met een volwaardige eerste meetcyclus kan beginnen.

Het meetprogramma bestaat uit verschillende cycli van voorbereiding, uitvoering en analyse



Figuur 4 De meetcycli van een meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen

4.4.2 Onderzoekspopulatie

De commissie vindt het van belang dat het programma naast landelijke blootstellingsgegevens (referentiewaarden) ook regionale en sociale verschillen in blootstelling in beeld brengt. Blootstelling is immers zelden evenredig verdeeld over de bevolking. (zie hoofdstuk 2.2.2 en kadertekst differentiële blootstelling) De aard en mate van zulke verschillen in Nederland is onbekend. Er zijn bovendien veel mogelijke variabelen die samenhangen met die regionale en sociale verschillen, zoals leefomgeving, leefstijl, beroep, sociale en economische status en culturele achtergrond. Er zullen daarom keuzes moeten worden gemaakt omtrent de te includeren groepen. De commissie vindt het daarbij van belang dat er aandacht is voor hoogrisicogroepen: groepen met een mogelijk hogere blootstelling (zoals inwoners van bepaalde wijken, burgers met een lage sociaaleconomische status) en groepen die mogelijk gevoeliger zijn voor de effecten van die blootstelling (zoals kinderen, zwangeren, chronisch zieken, ouderen). Dit sluit aan bij een eerder advies van de Gezondheidsraad over hoogrisicogroepen en kan concreet invulling geven aan de ambitie van beleidsmakers om gezondheidsverschillen tussen groepen te verkleinen.[34] Wel zal dit een extra inspanning vergen omdat bekend is dat bepaalde groepen, zoals die met een lagere sociaaleconomische status, minder vertegenwoordigd zijn in onderzoeken.

De commissie stelt ook vast dat er weinig bekend is over de blootstelling van de bevolking in het Caribische deel van Nederland.[172] Verschillen in de leefomgeving, arbeidsomstandigheden, consumptiegedrag en leefstijl maken het aannemelijk dat de blootstelling hier zal afwijken van die in Nederland. Een meetprogramma dient de opties te verkennen voor het doen van metingen in de drie bijzondere gemeenten Bonaire, Sint-Eustatius en Saba. Voor de interpreteerbaarheid van de

meetresultaten is het wenselijk om – net als in Europa – samen op te trekken met naburige staten.

Differentiële blootstelling tussen groepen

Bestaande meetprogramma's naar de blootstelling van burgers in het buitenland tonen aan dat verschillende sociale groepen ook een verschillende blootstelling aan chemische stoffen hebben. In Vlaanderen werden bijvoorbeeld 'klassieke' vervuilende stoffen zoals ftalaten en bisfenol A vaker gemeten in huishoudens met een lagere sociaaleconomische status terwijl nieuwere stoffen zoals PFAS juist vaker aanwezig bleken in huishoudens met een hogere sociaaleconomische status.[86,90,173] Bewoners van nieuwere of beter geïsoleerde huizen hebben gemiddeld hogere blootstelling aan nieuwe type vlamvertragers. Huiseigenaren hadden gemiddeld lagere blootstelling aan PAKs, specifieke weekmakers (DEP) en een hogere blootstelling aan de specifieke persistente organische polluent HCB dan huurders.[86]

Een meetprogramma dat deze doelen nastreeft hoeft niet heel omvangrijk te zijn. Het aantal deelnemers is afhankelijk van verschillende factoren zoals het aantal sociale, regionale en leeftijdsgroepen die worden onderzocht en de variatie in de concentratie van stoffen die gemeten wordt.[174] In Canada worden consistent tussen de vijf en zes duizend deelnemers gerekruteerd.[175] In Duitsland en Vlaanderen zijn in verschillende meetcycli tussen de 600 en 5.000 deelnemers gemeten en beide programma's meten in hun huidige meetcyclus circa 1.500 deelnemers.[176,177]

Afgaande op de ervaring in het buitenland schat de commissie dat een Nederlands programma uitkomt op ten minste 1.500 deelnemers per meetcyclus, waarbij de commissie ervanuit gaat dat er een aantal verschillende leeftijdsgroepen en verschillende sociale groepen worden geïncludeerd. Per cyclus kan de samenstelling van de groep deelnemers wisselen. In algemene zin geldt dat hoe meer deelnemers er worden gerekruteerd, hoe meer mogelijkheden er zijn om de blootstelling van verschillende groepen van elkaar te onderscheiden en verschillen en overeenkomsten in beeld te brengen.

4.4.3 Stoffenselectie

Bij de opzet van het meetprogramma en per meetcyclus moeten er keuzes worden gemaakt omtrent de te meten stoffen of stofgroepen. Net als voor de algehele opzet van de studie zijn de overwegingen hierbij gezondheidskundig, maatschappelijk en beleidsmatig van aard (zie tabel 1). Ook spelen ethische overwegingen en logistieke, technische en financiële aspecten een rol. Zelden zal een van deze overwegingen op zichzelf voldoende reden zijn om een stof of stofgroep op te nemen, maar meerdere overwegingen samen maken de reden tot selectie van een stof sterker. Zo moeten ethische aspecten altijd meegewogen worden: er moeten duidelijke (gezondheidskundige, maatschappelijke en/of beleidsmatige) redenen zijn om een stof te willen meten en er is geen goed alternatief om blootstelling betrouwbaar te bepalen. De commissie benadrukt dat financiële overwegingen alleen niet leidend zouden mogen

zijn. Vergelijkbare criteria worden ook toegepast in buitenlandse programma's.[174,178] Daarbij zijn ook procedures beschreven (o.a. binnen HBM4EU) die behulpzaam zijn bij het selecteren van stoffen voor een meetprogramma. De commissie adviseert dat het consortium transparant beargumenteert op basis waarvan stoffen al dan niet worden opgenomen in een meetcyclus.

Tabel 1 Verschillende overwegingen bepalen de stoffenselectie voor het meetprogramma

Overweging	Voorbeelden
Het is aannemelijk dat een (substantieel) deel van de bevolking is blootgesteld, bijvoorbeeld op basis van productie- of gebruiksgegevens van de stof.	Veelgebruikte stoffen zoals PFAS, ftalaten, bisfenolen, gebromeerde en organofosfaatvlamvertragers. Stoffen die niet veel meer worden gebruikt maar nog wel in de leefomgeving te vinden zijn, zoals lood, cadmium, kwik, dioxines, DDT, PCB's.
Er zijn aanwijzingen dat bepaalde regio's of sociale groepen meer worden blootgesteld.	Industriële emissies, PFAS in lokale voedselproductie
Door uitgebreidere of nieuwe toepassingen van stoffen neemt de blootstelling waarschijnlijk toe.	Biociden
Blootstelling vindt plaats vanuit meerdere bronnen en via diverse toevoerroutes. Producten vallen daardoor onder verschillende wettelijke regimes.	Gewasbeschermingsmiddelen, fungiciden
De gezondheidsrisico's van blootstelling aan een bepaalde stof zijn waarschijnlijk hoger dan gedacht.	Nieuwe aanduiding als (potentieel) zeer zorgwekkende stof.
Er zijn nieuwe stoffen waarvan de gezondheidseffecten nog onduidelijk zijn.	Persistente stoffen of stoffen die bio-accumuleren.
Er zijn effectieve handelingsopties voor beleid om ongewenste blootstelling te beperken.	Alle stofgroepen; effectiviteit van de handelingsopties kan verschillen.
Er zijn beleidsmaatregelen of interventies omtrent bepaalde stoffen die moeten worden geëvalueerd.	Een verbod op het gebruik van weekmakers in bepaalde producten of een strenger toelatingsbeleid van een stof waarvoor aanwijzingen zijn dat die vervangen gaat worden door een vergelijkbare stof, zoals gebeurde bij de bisfenolen.
Het is aannemelijk dat bepaalde hoogrisicogroepen slecht in beeld zijn. Zij hebben een hogere blootstelling of een hogere kans op gezondheidsschade als gevolg van blootstelling.	Lood, cadmium, kwik, PFAS, DDT
Er is maatschappelijke onrust over de gezondheidseffecten van blootstelling aan een stof.	PFAS, PAK, gewasbeschermingsmiddelen, zware metalen, lood

In de praktijk zal het meetprogramma een balans tussen verschillende soorten stoffen willen nastreven. Zo kan elke cyclus een aantal stoffen onderzoeken waarvan het gebruik is teruggedrongen maar die nog altijd in de leefomgeving worden teruggevonden (*legacy chemicals* waaronder lood, cadmium, kwik, dioxines, DDT, PCB's).[179] Ook zal men stoffen willen meten waarbij het risico bestaat op cumulatieve of geaggregeerde blootstelling omdat zij bijvoorbeeld verschillende toepassingen hebben die onder verschillende wettelijke (toelatings)regimes vallen (o.a. gewas-beschermingsmiddelen, fungiciden). Vervolgens is er een aantal voor de hand liggende stoffen in de leefomgeving waarover maatschappelijke en milieugezondheidskundige zorg bestaat (o.a. PFAS, ftalaten, bisfenolen, gebromeerde en organofosfaat vlamvertragers). Het programma zal zowel stoffen willen meten die door industrie, landbouw en verkeer in het buitenmilieu worden uitgestoten als stoffen die vanuit voedsel, consumentenproducten en het binnenhuismilieu in het lichaam terecht

kunnen komen. Voor het signaleren van nieuwe en opkomende stoffen zou onder andere gekeken kunnen worden naar zogenaamde *replacement chemicals:* dit zijn stoffen die door bedrijven worden ingevoerd wanneer huidige stoffen strenger gereguleerd worden.

Een meetprogramma zal in de eerste plaats gericht onderzoek doen naar de aanwezigheid van specifieke stoffen in het lichaamsmateriaal van deelnemers. Voor bepaalde stofgroepen ziet de commissie parallelle rioolwatermetingen, binnen- en buitenmilieumetingen en persoonlijke blootstellingsmetingen via draagbare apparaten als mogelijke aanvullingen binnen een meetprogramma om zo gerichter naar bronnen en blootstellingsroutes te kunnen kijken. (zie hoofdstuk 3.2.2) Ook kan men gebruik maken van analysemethodes waarbij veel stoffen tegelijk worden gemeten. De commissie ziet bijvoorbeeld een mogelijkheid voor de toepassing van *suspect screening* om nieuwe en opkomende stoffen vroegtijdig te signaleren (hoofdstuk 3.2.4).

4.4.4 Omgang met de onderzoeksresultaten

De resultaten zijn bedoeld om te worden gebruikt om de effectiviteit van bestaand beleid van verschillende ministeries te toetsen en om als basis te dienen bij het ontwikkelen van nieuw beleid. Ook overheidsinstanties die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van milieubeleid (gemeentes en provincies, inspecties, toelatingsautoriteiten en gezondheids-organisaties zoals de GGD/GHOR) kunnen baat hebben bij de uitkomsten van het meetprogramma.

Blootstelling aan chemische stoffen is een gegeven. Niet alle uitkomsten van het meetprogramma kunnen of moeten leiden tot een vervolgactie. Wel zullen de resultaten vragen om een bewuste beleidsbeslissing: is een vervolgstap nodig en zo ja, welke stappen zijn dan passend? Het is belangrijk dat er aan de voorkant van een programma duidelijke afspraken worden gemaakt tussen beleidsmakers, het consortium en belang-hebbende partijen over de omgang met de uitkomsten. Er zou naar voorbeeld van het Vlaamse faseplan een instrument kunnen worden ontworpen om gezamenlijk te bepalen welke onderzoeksresultaten tot vervolgstappen moeten leiden en welke stappen dat dan zouden kunnen zijn. (zie kader: Burgerparticipatie en biomonitoring in Vlaanderen) Er zijn verschillende vervolgacties mogelijk, zoals aanvullend onderzoek (naar de bronnen of gezondheidseffecten van een specifieke blootstelling) of beleidsmaatregelen (om een specifieke blootstelling te beperken) (zie figuur 4). Mogelijke beleidsmaatregelen zijn het opstarten van een voorlichtingscampagne voor burgers, het aanmoedigen van een andere omgang met chemische stoffen bij bedrijven, het scherper koersen op gezondheidskundige criteria bij vergunningen, toezicht en handhaving versterken, het ontwerpen van nieuwe wet- en regelgeving of het aankaarten van blootstellingsproblematiek op Europees niveau.

Er liggen grote uitdagingen – maar ook veel mogelijkheden – bij de communicatie over een meetprogramma richting de algemene bevolking.[81,180] Biomonitoring en andere meetmethoden zijn geen wondermiddel om alle openstaande vragen over blootstelling aan chemische stoffen te beantwoorden. Een meetprogramma zal ook juist nieuwe vragen oproepen, bijvoorbeeld over de bronnen of gezondheidseffecten van blootstelling. Burgers zullen zich immers meer bewust worden van de aanwezigheid van stoffen in de leefomgeving – in landbouw en industrie maar ook in voedsel en consumentenproducten – en de mogelijke risico's van blootstelling. Burgers zullen echter ook meer openstaan voor manieren om die blootstelling te beperken. Het kan daarbij gaan om steun voor beleidsmaatregelen maar ook om aanpassingen in hun eigen gedrag. Zodoende moet er helder gecommuniceerd worden over zowel de mogelijkheden als de beperkingen van een programma. De onderzoeksresultaten moeten openbaar beschikbaar zijn, maar ook inhoudelijk worden geïnterpreteerd. Uitleg over de meetresultaten en wat deze betekenen voor de gezondheid moet duidelijk zijn voor alle bevolkingsgroepen en moet wellicht op verschillende taalniveaus en in meerdere talen worden aangeboden. Hierbij is het van belang dat rekening wordt gehouden met de percepties van de risico's die er zijn.[181] Bovendien is communicatie belangrijk om ook bij de algemene bevolking duidelijke verwachtingen te scheppen over de doelen van een programma, de opzet van een meetcyclus, de mogelijke resultaten en de omgang daarmee. Net als binnen het participatietraject voor belanghebbende partijen is het van belang dat er een mogelijkheid bestaat tot gesprek met geïnteresseerde burgers over (de uitkomsten van) het meetprogramma: om niet alleen informatie te zenden maar ook te ontvangen.[165]

4.4.5 Overwegingen omtrent een biobank

De commissie is van mening dat het opzetten van een biobank voor de opslag van monsters voor toekomstig onderzoek naar de blootstelling van burgers aan chemische stoffen veel meerwaarde zou hebben op de lange termijn (hoofdstuk 3.2.5). Tegelijk ziet de commissie dat een biobank een extra investering vergt en andere ethische en juridische afwegingen kent dan een regulier meetprogramma. Het gelijktijdig opzetten van een regulier programma en een biobank zou in de ogen van de commissie vertragend kunnen werken. De commissie adviseert daarom eerst een aanvang te maken met het opzetten van een regulier meetprogramma en vervolgens de mogelijkheden te onderzoeken voor het opzetten van een biobank.

4.5 Kosten, baten en financiering

Een meetprogramma naar de blootstelling van burgers helpt om een belangrijke omissie in het huidige stoffenbeleid te dichten. Deze aanvulling op het bestaande controlesysteem kan de overheid helpen om meer gericht en beter onderbouwd milieu- en gezondheidsbeleid te voeren waardoor zij beter aan haar zorgplicht kan voldoen. Deze zorgplicht is naar mening van de commissie voldoende argument om te investeren in

een meetprogramma. Een meetprogramma vraagt om een structurele investering maar kent naast beleidskundige ook mogelijke maatschappelijke en financiële baten. Hier schetst de commissie een aantal mogelijke kosten en baten van een programma en gaat zij kort in op de financiering.

4.5.1 Kosten

De kosten van een meetprogramma zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke doelen die men wil bereiken en de stoffen die men wil meten. Deze hangen bovendien samen met de uitkomsten van het participatieproces. Het meetprogramma zal structurele kosten kennen voor personeel, de werving van deelnemers, de afname, verwerking en opslag van lichaamsmateriaal en faciliteiten voor opslag en analyse van gegevens die voldoen aan onder meer de eisen omtrent privacy. Daarnaast moet er structureel budget worden ingeruimd voor analyse van meetresultaten, interpretatie en rapportage van bevindingen naar beleid, burgers en wetenschap. Tevens is er structureel budget nodig voor de participatie van belanghebbenden, in bijzonder om de deelname vanuit hoogrisicogroepen te bevorderen.

De variabele kosten hangen sterk samen met de grootte van de studiepopulatie en de stoffen die gemeten worden. De commissie heeft hierboven geschat dat een meetprogramma dat zich richt op het bepalen van de blootstelling van burgers aan chemische stoffen ten minste 1.500 deelnemers per meetcyclus zal omvatten. Het programma zal kosten per deelnemer kennen voor het afnemen en analyseren van lichaams-materiaal, het afnemen van vragenlijsten omtrent blootstelling, gedrag en contextuele risicofactoren, en de rapportage van de meetresultaten.

De kosten voor het analyseren van stoffen in monsters kunnen sterk verschillen per stof. (zie kader: Analysekosten voor stoffen) Als wordt uitgegaan van een gemiddelde van € 1.000 per deelnemer, dan zou dit met 1.500 deelnemers resulteren in een budget van € 1.500.000 per meetcyclus voor de chemische analyse.

Analysekosten voor stoffen

In 2019 berekende HBM4EU een aantal gemiddelde analysekosten voor chemische stoffen. Deze varieerden van circa € 25 per monster voor chroom in urine tot € 220 per monster voor gehalogeneerde vlamvertragers in serum. De analysekosten voor PFAS, bisfenolen en ftalaten lagen rond de € 100 per monster.[182] Niet elke stof zal overigens in elke deelnemer gemeten hoeven te worden om relevante uitkomsten te genereren. Afhankelijk van onder andere de doelstelling (bijvoorbeeld: signaleren, spreiding in beeld brengen) en de nauwkeurigheid waarmee een stof gemeten kan worden, zal het aantal monsters voor het meten van bepaalde stoffen hoger of lager kunnen zijn. Deze opties kennen verschillende kostenplaatjes. Als stoffen op continue basis op grotere schaal worden gemeten, zoals in een meetprogramma, dan valt te verwachten dat de kosten zullen dalen.

Getallen van meetprogramma's in het buitenland

De in 4.5.1 geschetste getallen komen overeen met die van het Duitse en Vlaamse programma. In het verleden zijn hier zowel grotere als kleinere deelnemersaantallen gerekruteerd, maar beide programma's gaan in de huidige meetcyclus uit van 1.500 deelnemers. In Duitsland worden jaarlijks apart nog 600 deelnemers gerekruteerd die lichaamsmateriaal afstaan voor een biobank.
In Canada worden circa 5.500 deelnemers per cyclus gerekruteerd. In deze drie landen schommelt het aantal stoffen en stofgroepen dat per cyclus gemeten wordt rond de honderd. De meest recente meetcyclus in Duitsland (GerES V) had een budget van € 2.300.000 per jaar voor vier jaar. Daarmee onderzocht men een populatie van 2.294 kinderen en adolescenten op 80 stoffen.[183] Voor de huidige meetcyclus (GerES VI) is in totaal € 7.000.000 begroot en wil men 1.500 deelnemers onderzoeken op 150 stoffen. De meest recente meetcyclus in Vlaanderen (FLEHS IV) had een budget van € 505.000 per jaar voor vijf jaar.[184] Daarmee is een populatie van 610 jongeren onderzocht op 45 chemische stoffen. Voor FLEHS V (2022-2027) is € 859.000 per jaar begroot voor vijf jaar. Daarmee wil men 1.500 deelnemers onderzoeken. Voor de chemische analyse van monsters is in deze meetcyclus € 716.900 begroot.[170] Onderzoekers bij het Canadese programma gaven in gesprek aan een budget van circa € 3.000.000 per jaar te hebben.[185] Op basis van de opgedane ervaring met (DEMO)COPHES schatte een studie uit 2015 dat het opzetten van landelijke programma's in Europese samenhang individuele lidstaten (afhankelijk van verschillende keuzes) tussen € 3.800.000 en € 14.100.000 per jaar zou kosten.[186]

Ter vergelijking heeft de commissie informatie verzameld over de kosten van buitenlandse programma's (zie kader: Getallen van meetprogramma's in het buitenland). De commissie beveelt aan om te anticiperen op aanvullende kosten die verband houden met vervolgstappen vanuit het meetprogramma. Hierbij kan het gaan om het opzetten van aanvullende studies naar hoogrisicogroepen of regio's en naar de bronnen of effecten van een specifieke blootstelling. Ook kan gedacht worden aan de kosten van een informatiecampagne of het doorvoeren van wijzingen in de wet- en regelgeving.

4.5.2 Baten

Een meetprogramma kent maatschappelijke, gezondheidskundige, beleidsmatige en financiële baten. Deze baten laten zich moeilijk kwantificeren. Dit komt omdat deze voornamelijk op de lange termijn liggen en indirect zijn. Te denken valt aan gezondheidswinst (en gerelateerde economische baten), daling van de ziektelast (en afname van de zorgkosten), verhoogde kwaliteit van de leefomgeving, groter draagvlak voor beleid en vermeden kosten voor incidentele programma's.

Onderzoekers bij buitenlandse meetprogramma's en internationale organisaties zoals WHO Europa benadrukken dat de potentiële baten de kosten van een dergelijk programma ruimschoots overstijgen.[174]
Ter illustratie, een deelstudie naar blootstelling aan methylkwik in 17 landen binnen het Europese onderzoeksproject DEMOCOPHES toonde aan dat gezondheidskundige advieswaarden aan deze stof nog vaak werden overschreden. Als blootstelling aan methylkwik in deze landen tot onder de advieswaarde werd teruggedrongen, zou dit volgens berekeningen resulteren in 600.000 minder verloren IQ-punten per jaar.

De economische baten van deze gezondheidswinst werden berekend op € 8 tot € 9 miljard per jaar.[78,187]

4.5.3 Financiering

Om van start te kunnen gaan adviseert de commissie dat de overheid garant staat voor de financiering van de eerste drie cycli van een meetprogramma, zodat gewaarborgd is dat trends in blootstelling in beeld komen. Ondertussen kan worden nagedacht over vervolgfinanciering, bijvoorbeeld vanuit het principe dat de vervuiler betaalt. Dit is een belangrijk principe in het Europese milieubeleid wat in Nederland onder andere is opgenomen in de nieuwe Omgevingswet.[26]

4.6 Conclusie

Een meetprogramma naar de blootstelling van burgers kan helpen om een belangrijke omissie in het huidige bewakingssysteem rondom chemische stoffen af te dichten. Zo zou de overheid beter aan haar zorgplicht kunnen voldoen. Een dergelijk meetprogramma vraagt om een structurele investering maar heeft beleidskundige, gezondheidskundige, maatschappelijke en financiële baten. De commissie pleit daarom voor het opzetten van een structureel meetprogramma waarbij Nederlandse referentiewaarden worden gegenereerd en die ook zicht geven op verschillen in blootstelling tussen regionale en sociale groepen.
Tegelijk zou in dit meetprogramma ruimte moeten zijn voor het opnemen van nieuwe stoffen en nieuwe blootstellingssituaties waarover zorg ontstaat. De commissie is van oordeel dat zowel participatie van belanghebbenden als communicatie over het programma naar een breder publiek onontbeerlijk is voor een zichtbaar en effectief meetprogramma.

literatuur

1 WHO. *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment*. Genève, 2022.

2 EEA. *The European environment - state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe*. 2020.

3 United Nations (UN). *Summary of the Fifth International Conference on Chemicals Management: 25-30 September 2023*. Earth Negotiations Bulletin 2023; 15(311): 1-20.

4 Kamerstukken II. Vergaderjaar 2022/23, 28089, 31793, nr. 262.

5 European Commission (EC). *Chemicals Strategy for Sustainability. Towards a Toxic-Free Environment*. 2020.

6 Onderzoeksraad voor Veiligheid. *Industrie en omwonenden*. Den Haag, 2023.

7 RIVM. *Meldingen van milieugerelateerde gezondheidsklachten (MGK) bij GGD'en. Periode 2021-2022*. Bilthoven, 2023.

8 Gezondheidsraad. *Betekenis van exposoom-onderzoek voor beleid*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2022; publicatie nr. 2022/02.

9 EEA. *Gezond leven in een chemische wereld*. 2021.

10 European Agency for Safety and Health at Work. *Occupational safety and health in Europe: state and trends 2023*. Luxembourg, 2023.

11 Sociaal-Economische Raad (SER). *Biomonitoring en sensoring: Gezondheid en privacy op de werkvloer centraal*. 2020.

12 RIVM. *Integratiematen voor de Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV).* Bilthoven, 2018.

13 Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde. *Addendum. Leidraad preventief medisch onderzoek van werkenden bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen*. 2018.

14 WHO. *The public health impact of chemicals: knowns and unknowns: data addendum for 2019*. Geneva, 2021.

15 Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu NN, et al. *The Lancet Commission on pollution and health*. Lancet 2018; 391(10119): 462-512.

16 Gezondheidsraad. *Loodinname via kraanwater*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2019; publicatie nr. 2019/18.

17 Gezondheidsraad. *Risico's van prenatale blootstelling aan stoffen*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2014; publicatie nr. 2014/05.

18 RIVM. *Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)*. https://www.rivm.nl/binnenmilieu/chemische-stoffen-in-huisstof/polycyclische-aromatische-koolwaterstoffen-pak-s. Geraadpleegd: 16 april 2024.

19 RIVM. *Stoffen en producten*. https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/stoffen-en-producten. Geraadpleegd: 16 april 2024.

20 RIVM. *Meetnetten*. https://www.rivm.nl/meetnetten. Geraadpleegd: 16 april 2024.

21 Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). *Meerjarig Nationaal Controleplan Nederland*. 2019.

22 WHO Regional Office for Europe. *Human biomonitoring. Basics: educational course*. 2023.

[23] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Het Vlaamse Humane-Biomonitoringsprogramma*. 2016.

[24] Gezondheidsraad. *Voorzorg met rede*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2008; publicatie nr. 2008/18.

[25] Overheid.nl. *Wet publieke gezondheid*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0024705/2023-07-01. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[26] Overheid.nl. *Omgevingswet*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0037885/2024-01-01/. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[27] Overheid.nl. *Gezondheidswet*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0002202/2023-10-05. Geraadpleegd: 29 februari 2024.

[28] Overheid.nl. *Besluit Staatstoezicht op de volksgezondheid*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0010009/2018-08-01/#Artikel1.

[29] Overheid.nl. *Warenwet*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0001969/2023-04-19. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[30] Overheid.nl. *Arbeidsomstandighedenwet*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0010346/2023-06-20. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[31] European Commission (EC). *Route naar een gezonde planeet voor iedereen. EU-actieplan:Verontreiniging van lucht, water en bodem naar nul*. 2021.

[32] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de staatssecretaris van infrastructuur en Waterstaat aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 1 juli 2022 over Nationaal MilieuProgramma*. Den Haag, 2022.

[33] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat op 16 december 2022 over Impulsprogramma Chemische Stoffen*. Den Haag, 2022.

[34] VWS. *Nationaal Preventieakkoord*. 2018.

[35] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 16 april 2021 over randvoorwaarden voor het Programma Gezonde Groene Leefomgeving*. Den Haag, 2021.

[36] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit aan de Tweede kamer der Staten-Generaal op 28 september 2020 over het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie Gewasbescherming 2030*. Den Haag, 2020.

[37] RIVM. *Kennisbeeld "Health in All Policies": verkenning vanuit internationaal, nationaal en lokaal perspectief*. Bilthoven, 2023; 2023-0401.

[38] Gemeenten VvN. *Position paper: Samenwerken aan de gezonde leefomgeving*. 2022.

[39] European Chemicals Agenca (ECHA). *REACH begrijpen*. 2023. https://echa.europa.eu/nl/regulations/reach/understanding-reach.

[40] PARC. *Mission, Vision, Objectives*. https://www.eu-parc.eu/what-we-do/mission-vision-and-objectives.

[41] European Commission (EC). *Commission proposes 'one substance, one assessment' chemicals assessment reform for faster, simplified*

and transparent processes. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6413.

42 RIVM. *Milieukwaliteitsnormen*. https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu. Geraadpleegd: 16 april 2024.

43 Sociaal-Economische Raad (SER). *Grenswaarden gevaarlijke stoffen*. https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen.

44 RIVM. *Consumenten*. https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/consumenten. Geraadpleegd: 16 april 2024.

45 Gezondheidsraad. *Kansen voor gezondheidswinst in omgevingsbeleid*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2022; publicatie nr. 2022/16.

46 RIVM. *Radononderzoek 2022 en 2023*. Bilthoven, 2023.

47 Dick Sijm N. *Presentatie: Monitoring van chemische stoffen in consumentenproducten*. 2023.

48 Bureau Risicobeoordeling & onderzoek. *Advies van BuRO over de risico's van de consumentenproducten*. 2021. https://www.nvwa.nl/over-de-nvwa/documenten/consument/consumentenartikelen/non-food/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-de-risicos-van-de-consumentenproducten.

49 Ken Sexton LLN, James L. Pirkle. *Human Biomonitoring of Environmental Chemicals: Measuring chemicals in human tissues is the "gold standard" for assessing people's exposure to pollution*. American Scientist 2004; 92: 38-45.

50 RIVM. *Verkenning risicofactoren biocidegebruik: Aanbevelingen voor toezicht, onderzoek en beleid*. Bilthoven, 2023.

51 RIVM. *Bestrijdingsmiddelen en omwonenden*. Bilthoven, 2019; 2019-0052.

52 Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport aan de Tweede kamer der Staten-Generaal op 4 juli 2023 over PFAS-onderzoeksprogramma.* Den Haag, 2023.

53 Gezondheidsraad. *Gewasbescherming en omwonenden*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2014; publicatie nr. 2014/02.

54 Gezondheidsraad. *Vervolgadvies gewasbescherming en omwonenden*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2020; publicatie nr. 2020/10.

55 RIVM. *Haalbaarheid van onderzoek naar blootstelling aan bestrijdingsmiddelen en de gezondheid van omwonenden*. Bilthoven, 2022; 2022-0040.

56 LNV. *Brief van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 16 Januari 2024 over moties en toezeggingen op het gebied van gewasbescherming*. 2024.

57 Gezondheidsraad. *Hoorzitting gewasbescherming en omwonenden 11 februari 2020*. 2020.

58 De Fluiter P. *Humane Monitoring in Nederland: Een eerste inventarisatie*. Bilthoven, 1995.

59 CCRX. *Eindverslag CCRX 1963 - 1997*. 1997.

[60] Gezondheidsraad. *Gezondheid en milieu: mogelijkheden van monitoring*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr. 2003/13.

[61] Kamerstukken II. Vergaderjaar 2004/05, 28089, nr. 10.

[62] Gezondheidsraad. *Gevaarlijke stoffen in een circulaire economie*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2018; publicatie nr. 2018/10.

[63] RIVM. *Milieu: achterstand en acceleratie*. Bilthoven, 2022.

[64] Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (RLI). *Greep op gevaarlijke stoffen*. Den Haag, 2020; Publicatie RLI 2020/01.

[65] IenW. *Brief van de staatssecretaris van infrastructuur en Waterstaat aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 15 april 2020 met reactie op drie rapporten in het kader van de ontwikkeling van het stoffenbeleid*. 2020.

[66] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu over Prenatale Screening*. Den Haag, 2014.

[67] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat over gevaarlijke stoffen in een circulaire economie*. 2018.

[68] Environmental Health Standing Committee (enHealth). *Work Plan 2020 -2023*. 2020.

[69] Health Canada. *Biomonitoring Content Summary for the Canadian Health Measures Survey: Cycles 1–6 (2007–2019)*. 2021.

[70] Berman T, Amitai Y, Almog S, Richter ED. *Human biomonitoring in Israel: Past, present, future*. Int J Hyg Environ Health 2012; 215: 138-141.

[71] Bundesamt für Gesundheit (BAG). *Pilotphase der Schweizer Gesundheitsstudie. Zwischenbericht*. 2023.

[72] Kai-Wei Liao, Wei-Hsiang Chang, Wei-Chun Chou, Han-Bin Huang, Waits A. *Human biomonitoring reference values and characteristics of Phthalate exposure in the general population of Taiwan: Taiwan Environmental Survey for Toxicants 2013–2016* Int J Hyg Environ Health 2021; 235(113769): 1-13.

[73] Environmental Risk Assessment Office (Ministry of the Environment J. *The Exposure to Dioxins and other chemical compounds in the Japanese People*. 2012.

[74] Environmental Risk Assessment Office (Ministry of the Environment J. *The exposure to chemical compounds in the Japanese People*. 2017.

[75] Hye. Li. Jeon, Sooyeon H, Kyungho.Choi, Chulwoo.Lee. *First nationwide exposure profile of major persistent organic pollutants among Korean adults and their determinants: Korean National Environmental Health Survey Cycle 3 (2015–2017)*. Int J Hyg Environ Health 2021; 236(113779).

[76] Commission of the European Communities. *Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee - "The European Environment & Health Action Plan 2004-2010*. Brussel, 2004.

[77] Clémentine.Dereumeaux, Clémence.Fillol, Marie-Aline Charles. *The French human biomonitoring program: First lessons from the perinatal*

component and future needs. Int J Hyg Environ Health 2017; 220(2): 64-70.

78 WHO Regional Office for Europe. *Human biomonitoring programmes: importance for protecting human health from negative impacts of chemicals*. 2023.

79 Ottenbros I, Lebret E, Huber C, Lommen A, Antignac JP, Cupr P, et al. *Assessment of exposure to pesticide mixtures in five European countries by a harmonized urinary suspect screening approach*. Int J Hyg Environ Health 2023; 248: 114105.

80 OECD. *Occupational Biomonitoring Guidance Document*. 2022.

81 WHO Regional Office for Europe. *Health-related priorities in chemical safety - focus on human biomonitoring and poison centres*. 2023.

82 Dienst Analyse en Onderzoek. Vaste Commissie voor Infrastructuur en Waterstaat. *Zicht op chemische stoffen. Sterktes en zwaktes in het Nederlandse en Europese beleid*. 2020.

83 Maria Uhl et al. *PFASs: What can we learn from the European Human Biomonitoring Initiative HBM4EU*. Int J Hyg Environ Health 2023; 250: 114168.

84 Vogel N, Schmidt P, Lange R, Gerofke A, Sakhi AK, Haug LS, et al. *Current exposure to phthalates and DINCH in European children and adolescents - Results from the HBM4EU Aligned Studies 2014 to 2021*. Int J Hyg Environ Health 2023; 249: 114101.

85 Montazeri P, Thomsen C, Casas M, de Bont J, Haug LS, Maitre L, et al. *Socioeconomic position and exposure to multiple environmental chemical contaminants in six European mother-child cohorts*. Int J Hyg Environ Health 2019; 222(5): 864-872.

86 Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Resultatenrapport Jongerencampagne Deel II - samenvatting*. 2020.

87 Gezondheidsraad. *Een gezond binnenmilieu in de toekomst*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2013; publicatie nr. 2013/17.

88 RIVM. *Verduurzaming woningen*. https://signalenleefomgeving.nl/signalen/verduurzaming-woningen. Geraadpleegd: 16 april 2024.

89 Govarts E, Gilles L, Rodriguez Martin L, Santonen T, Apel P, Alvito P, et al. *Harmonized human biomonitoring in European children, teenagers and adults: EU-wide exposure data of 11 chemical substance groups from the HBM4EU Aligned Studies (2014–2021)*. Int J Hyg Environ Health 2023; 249(114119).

90 Gezondheidsraad. *Leidraad voor identificatie en bescherming van hoogrisicogroepen*. 2011; publicatie nr. 2011/39.

91 RIVM. *Gelijktijdige blootstelling aan verschillende gewasbeschermingsmiddelen via voedsel*. Bilthoven, 2022.

92 RIVM. *Normen*. https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen. Geraadpleegd: 16 april 2024.

93 RIVM. *Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat*. Bilthoven, 2016.

94 Bureau REACH. *Jaarverslag 2020*. 2020.

95 RIVM. *Cumulatie en vergunningverlening ZZS*. Bilthoven, 2022.

[96] Departement Omgeving (Vlaamse Overheid). *Ontwikkeling van gezondheidsindicatoren voor blootstelling aan hormoonverstorende stoffen in Vlaanderen en doorrekening van de maatschappelijke gezondheidskost*. Brussel, 2022; 19058.

[97] Nordic Council of Ministers. *The cost of inaction: A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS*. Copenhagen: Nordisk Ministerråd, 2019.

[98] PARC. *Calculating the burden and cost of chemical exposure*. https://www.eu-parc.eu/news/risk-assessment/calculating-burden-and-cost-chemical-exposure.

[99] EEA. *Zero pollution monitoring assessment*. https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution.

[100] EEA. *Chemicals signals*. https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/signals/chemicals.

[101] Usman A, Ahmad M. *From BPA to its analogues: Is it a safe journey?* Chemosphere 2016; 158: 131-142.

[102] HBM4EU. *Chemicals in a circular economy: Using human biomonitoring to understand potential new exposures*. 2017.

[103] United Nations Development Programme (UNDP). *Transitioning To A Circular Economy Through Chemical and Waste Management*. New York, 2022.

[104] Tweede Kamer der Staten-Generaal. *Brief van de staatssecretaris van infrastructuur en Waterstaat aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 4 juli 2023 over Voortgang versterking VTH-stelsel*. Den Haag, 2023.

[105] Van Aartsen JJ, Dalm VM, Ekelmans JCJ, e.a. Adviescommissie Vergunningverlening, Toezicht en Handhaving. *Om de leefomgeving Omgevingsdiensten als gangmaker voor het bestuur*. Amersfoort, 2021.

[106] Roth SK, Domercq P, Sobek A, Macleod M. *Human exposure to chemicals in Sweden in achanging climate*. Stockholm: Naturvårdsverket, 2022.

[107] Jeffrie Quarsie RvdP, Ewout Fanoy, Peter van den Hazel. *De impact van klimaatverandering op gezondheid in Nederland. De nieuwste inzichten*. Ned Tijdschr Geneeskd 2021; 165.

[108] RIVM. *Mondiaal klimaatbeleid: gezondheidswinst in Nederland bij minder klimaatverandering*. Bilthoven, 2020.

[109] Gezondheidsraad. *Gespoten PUR-schuimisolatie en gezondheid*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2020; publicatie nr. 2020/24.

[110] Gezondheidsraad. *Gezonde eiwittransitie*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2023; publicatie nr. 2023/19.

[111] Boon P. *Dietary exposure to dioxins in the Netherlands*. 2014.

[112] Gezondheidsraad. *Voedingsaanbevelingen voor zwangere vrouwen*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2021; publicatie nr. 2021/26.

[113] RIVM. *De bijdrage van Tata Steel Nederland aan de gezondheidsrisico's van de omwonenden en de kwaliteit van hun leefomgeving*. Bilthoven, 2023; 2023-0171.

[114] Expertgroep Gezondheid IJmond. *Gezondheid Geborgd*. 2024.

[115] Provinciale Staten van Limburg. *Mededeling portefeuillehouder inzake (gewijzigde) motie 3015 onderzoek de gezondheidseffecten van Chemelot*. 2024.

[116] Rechtbank Rotterdam. *Tussenvonnis Chemours*. 2023.

[117] Vereniging Meten=Weten. *Onderzoek verspreiding bestrijdingsmiddelen in Drenthe en omstreken: Evaluatie van 3 jaar onderzoek van bodem, vegetatie, mest en lucht*. 2022.

[118] NOS. *Ook PFAS in hobby-eieren ver buiten regio Dordrecht*. https://nos.nl/artikel/2505086-ook-pfas-in-hobby-eieren-ver-buiten-regio-dordrecht. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[119] Noord-Nederland R. *Uitspraak Lelieteelt*. 2023.

[120] Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP). *Roep om een overheid die verantwoordelijkheid neemt*. Den Haag, 2023.

[121] European Chemicals Agenca (ECHA). *Bereik ik de drempel van één ton per jaar?* https://echa.europa.eu/nl/support/registration/your-registration-obligations/do-i-reach-the-one-tonne-a-year-threshold.

[122] Openbaar Ministerie. Openbaar Ministerie. *Dreigingsbeeld Milieucriminaliteit*. 2021.

[123] RIVM. *Lozing drugsafval*. https://signalenleefomgeving.nl/signalen/lozing-drugsafval. Geraadpleegd: 16 april 2024.

[124] Dienst Landelijke informatieorganisatie. *De narcostand van Nederland*. Driebergen, 2021.

[125] WHO Regional Office for Europe. *Health-related priorities in chemical safety – focus on human biomonitoring and poison centres*. 2023.

[126] Departement Omgeving (Vlaamse Overheid). *PFAS-vervuiling. Maatregelen per gemeente*. https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/maatregelen-per-gemeente#sb-pfas-kaart-vlaanderen-ae44a01b-d83e-4403-9161-4d2616917c33.

[127] Health Canada. *Bisphenol A (BPA) in Canadians*. Ottawa, 2021.

[128] Pollock T, Karthikeyan S, Walker M, Werry K, St-Amand A. *Trends in environmental chemical concentrations in the Canadian population: Biomonitoring data from the Canadian Health Measures Survey 2007–2017* Env Int 2021; 155: 106678.

[129] Schoeters G, Govarts E, Bruckers L, Den Hond E, Nelen V, De Henauw S, et al. *Three cycles of human biomonitoring in Flanders − Time trends observed in the Flemish Environment and Health Study*. Int J Hyg Environ Health 2017; 220(2, Part A): 36-45.

[130] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Nieuwe resultaten Steunpunt Milieu en Gezondheid*. https://www.milieu-en-gezondheid.be/nl/nieuwe-resultaten-steunpunt-milieu-en-gezondheid. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[131] Landesamt für Natur Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. *Neue Funde von Weichmacher im Kinderurin*. 2024.

[132] German Federal Institute for Risk Assessment. *MnHexP: Background information on the detection of the degradation product of a plasticizer in urine samples*. 2024.

[133] Centers for Disease Control and Prevention. *National Report on Human Exposure to Envoronmental Chemicals*. https://www.cdc.gov/exposurereport/.

[134] Umwelt Bundesamt. *Human biomonitoring*. https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/human-biomonitoring.

[135] HBM4EU. *Human Biomonitoring for Europe. Science and policy for a healthy future*. https://www.hbm4eu.eu/. Geraadpleegd: 16 april 2024.

[136] Den Hond E, Govarts E, Willems H, Smolders R, Casteleyn L, Kolossa-Gehring M, et al. *First steps toward harmonized human biomonitoring in Europe: demonstration project to perform human biomonitoring on a European scale*. Environ Health Perspect 2015; 123(3): 255-263.

[137] PARC. *Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals*. https://www.eu-parc.eu/. Geraadpleegd: 30 oktober 2023.

[138] ExposomeNL. *ExposomeNL*. https://exposome.nl/. Geraadpleegd: 28 februari 2024.

[139] Joas R, Casteleyn L, Biot P, Kolossa-Gehring M, Castano A, Angerer J, et al. *Harmonised human biomonitoring in Europe: activities towards an EU HBM framework*. Int J Hyg Environ Health 2012; 215(2): 172-175.

[140] Pack LK, Gilles L, Cops J, Tolonen H, van Kamp I, Esteban-Lopez M, et al. *A step towards harmonising human biomonitoring study setup on European level: Materials provided and lessons learnt in HBM4EU*. Int J Hyg Environ Health 2023; 249: 114118.

[141] Vorkamp K, Esteban Lopez M, Gilles L, Goen T, Govarts E, Hajeb P, et al. *Coordination of chemical analyses under the European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EU): Concepts, procedures and lessons learnt*. Int J Hyg Environ Health 2023; 251: 114183.

[142] Loh MM, Schmidt P, Christopher de Vries Y, Vogel N, Kolossa-Gehring M, Vlaanderen J, et al. *Toxicity Weighting for Human Biomonitoring Mixture Risk Assessment: A Proof of Concept*. Toxics 2023; 11(5).

[143] Zare Jeddi M, Hopf NB, Louro H, Viegas S, Galea KS, Pasanen-Kase R, et al. *Developing human biomonitoring as a 21st century toolbox within the European exposure science strategy 2020-2030*. Env Int 2022; 168: 107476.

[144] Sexton K, Needham L, Pirkle J. *Human Biomonitoring of Environmental Chemicals: Measuring chemicals in human tissues is the "gold standard" for assessing people's exposure to pollution*. American Scientist 2004; 92(1): 38-45.

[145] Boogaard PJ, Hays SM, Aylward LL. *Human biomonitoring as a pragmatic tool to support health risk management of chemicals--examples under the EU REACH programme*. Regul Toxicol Pharmacol 2011; 59(1): 125-132.

[146] RIVM. *Per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS)*. https://www.rivm.nl/pfas. Geraadpleegd: 7 december 2023.

[147] Sociaal-Economische Raad (SER). *Lood en anorganische loodverbindingen*. https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/

Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/Lood-en-anorganische-loodverbindingen.

148 Apel P, Lamkarkach F, Lange R, Sissoko F, David M, Rousselle C, et al. *Human biomonitoring guidance values (HBM-GVs) for priority substances under the HBM4EU initiative - New values derivation for deltamethrin and cyfluthrin and overall results*. Int J Hyg Environ Health 2023; 248: 114097.

149 Rodríguez-Carrillo A, Mustieles V, Salamanca-Fernández E, Olivas-Martínez A, Suárez B, Bajard L, et al. *Implementation of effect biomarkers in human biomonitoring studies: A systematic approach synergizing toxicological and epidemiological knowledge*. Int J Hyg Environ Health 2023 249: 114140.

150 Zare Jeddi M, Hopf NB, Viegas S, Price AB, Paini A, van Thriel C, et al. *Towards a systematic use of effect biomarkers in population and occupational biomonitoring*. Env Int 2021; 146: 106257.

151 Marx-Stoelting P, Riviere G, Luijten M, Aiello-Holden K, Bandow N, Baken K, et al. *A walk in the PARC: developing and implementing 21st century chemical risk assessment in Europe*. Arch Toxicol 2023; 97(3): 893-908.

152 RIVM. *Medicijnresten en waterkwaliteit: een update*. Bilthoven, 2020; 2020-0088.

153 RIVM. *Rioolwateronderzoek coronavirus*. https://www.rivm.nl/corona/onderzoeken/rioolwater. Geraadpleegd: 16 april 2024.

154 Bivins A, North D, Ahmad A, Ahmed W, Alm E, Been F, et al. *Wastewater-Based Epidemiology: Global Collaborative to Maximize Contributions in the Fight Against COVID-19*. Environmental Science and Technology 2020; 54(13): 7754-7757.

155 Choi PM, Tscharke BJ, Donner E, O'Brien JW, Grant SC, Kaserzon SL, et al. *Wastewater-based epidemiology biomarkers: Past, present and future*. TrAC Trends in Analytical Chemistry 2018; 105: 453-469.

156 Adhikari S, Halden RU. *Opportunities and limits of wastewater-based epidemiology for tracking global health and attainment of UN sustainable development goals*. Env Int 2022; 163: 107217.

157 Pourchet M, Debrauwer L, Klanova J, Price EJ, Covaci A, Caballero-Casero N, et al. *Suspect and non-targeted screening of chemicals of emerging concern for human biomonitoring, environmental health studies and support to risk assessment: From promises to challenges and harmonisation issues*. Env Int 2020; 139: 105545.

158 Umwelt Bundesamt. *Umwelt Probenbank des Bundes*. https://www.umweltprobenbank.de/en/documents. Geraadpleegd: 4 april 2024.

159 Statistics Canada. *Data profile: The Statistics Canada Biobank*. https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2022011/article/00003-eng.htm.

160 Gezondheidsraad. *Meewegen van gezondheid in omgevingsbeleid. Evenwichtig en rechtvaardig omgaan met risico's en kansen*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2016; publicatie nr. 2016/12.

161 Rijksoverheid. *Verdrag van Aarhus*. 2005.

[162] WHO. *Community Engagement: A health promotion guide for universal health coverage in the hands of the people*. 2020.

[163] UNICEF. *Minimum Quality Standards and Indicators for Community Engagement*. 2020.

[164] Dückers M. *Acute rampen en sluimerende crises: overeenkomsten en verschillen in impact en aanpak.* Editor: Schreuder W B, N, Postmes T,. Inzicht in impact: De maatschappelijke gevolgen van de gaswinning en denkrichtingen voor de toekomst: 326-345. Groningen: Kennisplatform Leefbaar en Kansrijk Groningen; 2023.

[165] Planbureau voor de leefomgeving (PBL). *Betrokken burgers Onmisbaar voor een toekomstbestendige leefomgeving*. 2023.

[166] Dückers M, Propper I. *Zelfredzaamheid in crisistijd*. Openbaar Bestuur 2011; 10(10): 24-30.

[167] VITO. *Inspiratiegids voor participatie in milieugezondheidskundige aandachtsgebieden*. 2019.

[168] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Het Vlaamse Humane-biomonitoringsprogramma: Opgesteld in het kader van de rondetafelgesprekken over binnenmilieu, groene ruimte en ecologische voeding*. 2016.

[169] Teughels C, Van Campenhout K. *From science to policy: translation of human biomonitoring results into policy measures in Flanders (Belgium): phased action plan*. The Flemish human biomonitoring program 2002-2007.

[170] Steunpunt Omgeving en Gezondheid. *Steunpunt Omgeving en Gezondheid 5de generatie 2022-2027*. 2021.

[171] RIVM. *Burgerwetenschap*. https://www.rivm.nl/burgerwetenschap. Geraadpleegd: 16 april 2024.

[172] Tamayo-Ortiz M, Riojas-Rodriguez, H., Tellez-Rojo, M. M., Boischio, A., Manay, N., Menezes-Filho, J. A., Queirolo, E. I., Cortes, S., Kordas, K. *A Call for Biomonitoring Systems in Latin America and the Caribbean: Considerations for Potentially Toxic Metals/Metalloids*. Ann Glob Health 2022; 88(1): 80.

[173] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Het Faseplan -Van humane biomonitoring naar beleidsactie Stapsgewijze beleidsdoorwerking van de resultaten van de 3de Vlaamse humane-biomonitoringscampagne (2012-2015) -deel Algemeen Vlaanderen*. Antwerpen, 2018.

[174] WHO Regional Office for Europe. *Human biomonitoring Basics: educational course*. 2023.

[175] Health Canada. *Sixth Report on Human Biomonitoring of Environmental Chemicals in Canada*. 2021.

[176] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma groepsresultaten*. 2011.

[177] Umwelt Bundesamt. *German Environmental Survey 1997-1999, GerES III*. https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-1997-1999-geres-iii#organochlorine-compounds-in-blood.

[178] HBM4EU. *Online Library*. https://www.hbm4eu.eu/online-library/.

[179] HBM4EU. *Chemicals in a circular economy. Using human biomonitoring to understand potential new exposures*. 2022.

[180] WHO Regional Office for Europe. *Human biomonitoring: facts and figures*. Copenhagen: World Health Organization. Regional Office for Europe; 2015. https://apps.who.int/iris/handle/10665/164588.

[181] Timmermans DRM. *Hoe vergroot je de kans dat je begrepen wordt? Een perspectief op risicocommunicatie*. Ned Tijdschr Geneeskd 2022; 166: 58-61.

[182] HBM4EU. *Survey of tentative prices for biomarker analyses*. 2019.

[183] Rodriguez Martin L, Ottenbros I, Vogel N, Kolossa-Gehring M, Schmidt P, Řiháčková K, et al. *Identification of Real-Life Mixtures Using Human Biomonitoring Data: A Proof of Concept Study*. Toxics 2023; 11(3).

[184] Steunpunt Milieu en Gezondheid. *Steunpunt Milieu en Gezondheid 4e generatie 2016 -2020*. 2015.

[185] Gezondheidsraad. *Gesprek met onderzoekers van Health Canada*. 2022.

[186] Anke Joas et al. *Policy recommendations and cost implications for a more sustainable framework for European human biomonitoring surveys*. Environmental Research 2015; 141.

[187] Bellanger M, Pichery C, Aerts D, Berglund M, Castaño A, Cejchanová M, et al. *Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention*. Environmental Health 2013; 12: 3.

Commissie en geraadpleegd deskundigen[a]

Samenstelling vaste Commissie Signalering gezondheid en milieu voor het advies *Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen*

- prof. dr. ir. E. Lebret, emeritus hoogleraar Environmental health impact assessment, Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht, *voorzitter*
- prof. dr. L. van de Grift, hoogleraar internationale geschiedenis in relatie tot het milieu, Departement Geschiedenis en Kunstgeschiedenis, Universiteit Utrecht
- dr. P.J. van den Hazel, zelfstandig medisch milieukundige, arts maatschappij en gezondheid (niet praktiserend)
- prof. dr. M. Huijbregts, hoogleraar Integrated Environmental Assessment, Faculty of Science, Radboud Universiteit, Nijmegen
- prof. dr. ir. H. van Lente, hoogleraar Science and Technology Studies, Universiteit Maastricht
- prof. dr. J.P. van der Sluijs, hoogleraar algemene wetenschapstheorie van de natuurwetenschappen, Universiteit van Bergen, Noorwegen
- dr. Y.M.R. Vendrig-de Punder, assistent-hoogleraar UMC Utrecht, Julius Centrum, afdeling Public Health; arts Maatschappij + Gezondheid, Medische milieukunde, KNMG
- prof. dr. ir. F. de Vocht, hoogleraar epidemiologie en volksgezondheid, Population Health Sciences, University of Bristol, United Kingdom
- prof. dr. A.P. van Wezel, hoogleraar Environmental Ecology en wetenschappelijk directeur IBED (Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteemdynamiek), Universiteit van Amsterdam

Geraadpleegd deskundigen[a]

- prof. dr. M.L.A. Dückers, hoogleraar crises, veiligheid en gezondheid, Rijksuniversiteit Groningen
- dr. M.J.B. Mengelers, senior risicobeoordelaar & themaleider humane biomonitoring, RIVM, Bilthoven
- prof. dr. G. Schoeters, hoogleraar milieu en gezondheid, Universiteit Antwerpen, België

Waarnemers[a]

- drs. E. Haan, IenW, Den Haag
- drs. M. A. Hoorweg, VWS, Den Haag

Secretarissen

- Dr. M.B. Meerwijk, Gezondheidsraad, Den Haag
- Dr. M.J. Alssema, Gezondheidsraad, Den Haag

[a] Geraadpleegd deskundigen worden door de commissie geraadpleegd vanwege hun deskundigheid. Geraadpleegd deskundigen en waarnemers hebben spreekrecht tijdens de vergadering. Ze hebben geen stemrecht en dragen geen verantwoordelijkheid voor de inhoud van het advies van de commissie.

De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement ‘voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek’ (art. 22 Gezondheidswet).
De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.
De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van www.gezondheidsraad.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:
Gezondheidsraad. Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen.
Den Haag: Gezondheidsraad 2024; publicatienr. 2024/07.

Auteursrecht voorbehouden