



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

Een programma om **chemische stoffen bij inwoners** van Nederland te meten

Voorstel voor humane biomonitoring

**Een programma om chemische stoffen bij
inwoners van Nederland te meten**
Voorstel voor humane biomonitoring

RIVM-briefrapport 2025-0138

Colofon

© RIVM 2026

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

DOI 10.21945/RIVM-2025-0138

R. Nederlof (auteur), RIVM
J.J. Vlaanderen (auteur), RIVM
M.J.B. Mengelers (auteur), RIVM
H.P. McKeon (auteur), RIVM
M. Brouwer (auteur), RIVM
J.D. van Klaveren (auteur), RIVM

Contact:
Rianne Nederlof
Chemische Voedselveiligheid
rienne.nederlof@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport in het kader van de meerjarige additionele opdracht 'Modelleringsstudie biomonitoring NL' (2024 ADD.CGM.07).

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Een programma om chemische stoffen bij inwoners van Nederland te meten

Voorstel voor humane biomonitoring

Mensen kunnen in aanraking komen met chemische stoffen via onder andere voedsel, consumentenproducten, hun werk en hun leefomgeving. Sommige chemische stoffen kunnen de kans om ziek te worden vergroten. Hoe groot die kans is, hangt af van de stof, de hoeveelheid en hoelang mensen eraan blootstaan.

Er is in Nederland geen goed beeld van welke chemische stoffen in het lichaam van mensen terechtkomen en in welke hoeveelheid. Ook is niet bekend of dat beeld door de jaren heen is veranderd. Daarom heeft de Gezondheidsraad in 2024 de overheid geadviseerd om chemische stoffen te meten in bloed en urine. Dit heet humane biomonitoring. De Gezondheidsraad adviseert om dit elke vijf jaar voor 100 stoffen te doen bij een groep mensen die een afspiegeling is van de Nederlandse bevolking. Het RIVM heeft nu uitgewerkt hoe zo'n meetprogramma kan worden opgezet en wat het gaat kosten.

Het RIVM adviseert om het programma op te zetten met de kennis en expertise van verschillende organisaties. Denk aan de GGD'en, universiteiten, en universitaire ziekenhuizen. Deze organisaties zullen ook adviseren welke stoffen moeten worden onderzocht. Het zullen in ieder geval Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) zijn, zoals zware metalen en PFAS. Een ander advies is om internationaal samen te werken omdat er internationaal veel ervaring is met humane biomonitoring. Het RIVM schat de kosten van een meetronde van vijf jaar op 20 miljoen euro.

Met de verzamelde gegevens kan ook worden onderzocht van welke bronnen de gemeten stoffen komen. En ze kunnen worden gebruikt om de kosten voor de samenleving van blootstelling aan deze stoffen in te schatten. Dit is belangrijke informatie voor beleidsmakers.

Het RIVM deed dit onderzoek in opdracht van het ministerie van VWS. Op basis van deze inzichten zal de regering beslissen of het meetprogramma er komt. Veel landen in Europa hebben al een langlopend meetprogramma.

Kernwoorden: HBM, biomonitoring, meetprogramma, chemische stoffen, haalbaarheidsstudie

Synopsis

A programme to measure chemical exposure among residents of the Netherlands

Proposal for human biomonitoring

People may be exposed to chemicals through food, consumer products, in the course of their work, and via their living environment. Some chemicals can increase the risk of developing a disease. The level of risk depends on the specific chemical, and the quantity and the duration of the exposure.

Currently in the Netherlands we do not have a clear picture of which chemicals are present in people's bodies and in which amounts. It is also not known whether there have been any changes in this respect through the years. The Health Council of the Netherlands therefore advised the government in 2024 to start measuring the chemicals present in blood and urine. This type of measurement is known as human biomonitoring. The Health Council recommends monitoring a selection of 100 substances every five years among a group of people representative of the Dutch population. The National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has worked out how to set up such a monitoring programme and the expected costs.

To set up the programme, the RIVM recommends making use of the knowledge and expertise of various organisations such as Community Health Services (GGD), universities and university hospitals. These organisations can also advise on specific substances to monitor. The substances that will be measured will definitely include substances of very high concern (SVHC), such as heavy metals and PFAS. Additionally, international collaboration is recommended to profit from the extensive experience with human biomonitoring internationally. According to the RIVM, the estimated costs of one five-year round of monitoring are EUR 20 million.

The collected data can be used to investigate the sources of the measured substances. Furthermore, it can be used to help estimate the societal costs of exposure to these substances. This is valuable information for policymakers.

The RIVM conducted this study at the behest of the Dutch Ministry of Health, Welfare and Sport. The government will decide whether to proceed with a monitoring programme based on these insights. Many other European countries already have long-term monitoring programmes in place.

Keywords: HBM, biomonitoring, monitoring programme, chemicals, feasibility study

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding en opdracht — 13

2 Samenvatting GR-rapport, baten en handelingsperspectieven — 17

2.1 Doelen nationaal HBM-programma — 17

2.2 Baten nationaal HBM-programma — 18

2.3 Handelingsperspectieven — 19

3 Governance van een Nederlands HBM-programma — 23

3.1 Governance structuur — 23

3.1.1 Taken en verantwoordelijkheden binnen een Nederlands HBM-programma — 24

3.2 Procedure voor het identificeren van prioriteiten HBM-NL — 28

3.3 Databeschikbaarheid — 29

3.4 Toevoegen van modules en innovatieprojecten — 29

4 Opzet programma — 31

4.1 Basisprogramma — 32

4.1.1 Studie ontwerp — 32

4.1.2 Uitvoering van de studie en data-analyse — 33

4.1.3 Studie resultaten — 36

4.1.4 Innovatie — 38

4.2 Aanvullende modules — 39

4.2.1 Inzoomen op geografische aandachtsgebieden — 39

4.2.2 Onderzoek naar de associatie tussen chemische stoffen en gezondheidseffecten — 40

4.2.3 Inzoomen op beroepsmatige blootstelling — 42

4.2.4 Burgerbetrokkenheid — 43

5 Bouwen op nationale en internationale expertise, voorzieningen en infrastructuren — 45

5.1 Nederlandse cohort infrastructuur — 45

5.2 PIENTER — 46

5.3 GGD-infrastructuur — 46

5.4 Health-RI — 47

5.5 Samen meten — 47

5.6 Nederlandse meetnetten en peilingen — 48

5.7 Lexces — 48

5.8 Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (PARC) — 49

5.9 Environment and Health Process partnership on Human Biomonitoring — 49

5.10 One Substance, One Assessment — 50

6 Kostenschatting — 51

6.1 Keuzemogelijkheden — 52

7 Discussie en conclusies — 53

Dankbetuiging — 55

Literatuur – 57

Bijlage 1 Onderbouwing steekproefgrootte – 65

Samenvatting

Achtergrond

In Nederland is er geen structureel inzicht in de mate van blootstelling aan chemische stoffen en de mogelijke gezondheidseffecten. De Gezondheidsraad (GR) adviseerde daarom in 2024 om een nationaal meetprogramma voor humane biomonitoring (HBM) op te zetten, waarmee de blootstelling aan chemische stoffen bij een representatieve groep Nederlanders gemeten kan worden. In een HBM-programma worden biologische monsters (zoals bloed en urine) geanalyseerd op chemische stoffen.

Het RIVM kreeg de opdracht om te onderzoeken of een nationaal HBM-programma haalbaar is en hoe dit programma eruit zou kunnen zien in Nederland. Voor deze studie zijn onder andere bestaande nationale en internationale structuren en netwerken in kaart gebracht en zijn relevante (inter)nationale partijen gesproken.

Advies van de Gezondheidsraad

Het door de GR voorgestelde HBM-programma zou met herhaalde meetcycli bij minimaal 1500 deelnemers en 100 stoffen moeten plaatsvinden, waarbij verschillende regio's en leeftijdsgroepen en sociale groepen worden betrokken. De GR adviseert een consortium op te richten met relevante instellingen onder leiding van het RIVM. Coördinatie moet plaatsvinden in goede communicatie met beleidsmakers, burgers en andere belanghebbende partijen.

Het hoofddoel van het HBM-programma is volgens de GR het structureel in kaart brengen van de blootstelling aan chemische stoffen, bijdragen aan het verbeteren van een gezonde leefomgeving en het tijdig signaleren van gezondheidsrisico's. Nevendoelen zijn onder andere de monitoring van veranderingen in blootstelling, het opsporen van risicogroepen, het bijdragen aan beleid en internationale vergelijking.

Uit het GR advies zijn een aantal baten en handelingsperspectieven op te maken. De baten zijn beleidsmatig (beter beleid, naleving wetgeving en effectmetingen), gezondheidkundig (vermindering ziektelast en bescherming risicogroepen), maatschappelijk (meer vertrouwen en transparantie), financieel (lagere zorgkosten en efficiënter werken) en wetenschappelijk (grotere kennisbasis en betere ondersteuning van onderzoek). Handelingsperspectieven zijn onder andere het aanpassen van beleid, informeren van burgers over risico's, lokaal ingrijpen bij verhoogde blootstelling en het stimuleren van verder onderzoek en internationale samenwerking.

Voorstel invulling Nederlands HBM-programma

Het is belangrijk dat een Nederlands HBM-programma, HBM-NL, een duidelijke governance structuur heeft: de verantwoordelijke ministeries zijn de opdrachtgevers en een Uitvoeringscommissie, bestaande uit de opdrachtcoördinator, programmamanager, en een vertegenwoordiging van de inhoudelijk experts, neemt de dagelijkse uitvoering en

coördinatie op zich. Er is brede samenwerking nodig met (kennis)partijen, voor welke onder andere een rol in de Stuurgroep en de Infrastructurele ondersteuningsraad is voorzien. De Stuurgroep adviseert over onder andere de prioriteiten van het programma, nominatie van te meten stoffen en onderzoekskwaliteit, validiteit en methodologieën en toetst innovatieprojecten op validiteit en relevantie. De Infrastructurele ondersteuningsraad adviseert over de infrastructurele ondersteuning van het programma, zoals monsterverzameling op centrale locaties, het gebruik van bestaande monsterbanken en eventuele analyse van monsters in Nederlandse laboratoria.

Voor de selectie van de te meten chemische stoffen dient rekening gehouden te worden met zowel nationale als Europese belangen en aandachtspunten. Er wordt voorzien dat ook burgers en andere stakeholders vraagstukken of stoffen kunnen aandragen, die worden besproken en gewogen in de HBM-NL Stuurgroep.

Er wordt voorzien dat de data die het programma genereert FAIR¹ worden opgeslagen en via Health-RI² worden ontsloten. HBM-NL is opgebouwd uit een basisprogramma en een mogelijkheid tot aanvullende modules.

Basisprogramma

Het basisprogramma richt zich op het vaststellen van nationale referentiewaarden voor 100 chemische stoffen, het schatten van de impact van deze stoffen op de volksgezondheid en de maatschappelijke kosten die daarmee samengaan. De selectie van stoffen gebeurt op basis van maatschappelijke, beleidsmatige, technische en gezondheidskundige overwegingen, waarbij de procedure transparant wordt gemaakt. Het basisprogramma is meerjarig en kent meerdere onderzoeksrondes (zogenoemde cycli). Een cyclus duurt vijf jaar. In elke cyclus wordt een nieuwe groep deelnemers geïncorporeerd. In navolging van het advies van de GR, waarin gesteld wordt dat tussen leeftijdsgroepen (kinderen, adolescenten en volwassenen) de blootstelling sterk kan verschillen wordt in de eerste cyclus de nadruk op deze leeftijdsgroepen gelegd. In het basisprogramma is budget opgenomen voor innovatieprojecten, om het programma te blijven voeden met de meest recente wetenschappelijke inzichten en innovaties om daarmee ook op langere termijn beleidsrelevant te blijven.

Aanvullende modules

Met behulp van aanvullende modules kunnen in HBM-NL meer gerichte of diepgaande vragen worden onderzocht. De bestaande infrastructuur van HBM-NL biedt een efficiënt platform om deze modules uit te voeren. Voorstellen voor deze modules worden door de Stuurgroep inhoudelijk getoetst en door de Uitvoeringscommissie beoordeeld op haalbaarheid. Vier mogelijke modules zijn: inzoomen op geografische aandachtsgebieden, het ontwikkelen van nieuwe hypothesen over de relatie tussen chemische stoffen en effecten op de gezondheid, inzoomen op beroepsmatige blootstelling en het vergroten van

¹ Findable, Accessible, Interoperable, Reusable

² <https://www.health-ri.nl/>

burgerbetrokkenheid. Deze modules kunnen worden uitgevoerd door het HBM-NL consortium (de partijen die gezamenlijk het programma zullen uitvoeren), maar kunnen desgewenst ook door externe (kennis)partijen worden opgezet. Financiering van deze modules valt a priori niet onder HBM-NL.

Integratie in bestaande Nederlandse en internationale infrastructuur

Voor het opzetten en uitvoeren van HBM-NL kan Nederland gebruik maken van een bestaand netwerk van nationale en internationale organisaties, kennis- en infrastructuren zoals cohortstudies, universiteiten, universitair medische centra, het PIENTER-project, GGD'en en Health-RI. Voor de interpretatie van de bevindingen uit HBM-NL is het belangrijk dat HBM-NL en de bestaande infrastructuur zodanig zijn voorbereid dat efficiënt kan worden doorgepakt op urgente bevindingen, bijvoorbeeld door op te schalen, in te zoomen op specifieke regio's of risicogroepen of duiding van signalen richting mogelijke effecten op gezondheid.

Internationaal sluit HBM-NL aan bij Europese programma's als het Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (PARC)³ en organisaties als de WHO, en kan bijdragen aan het EU "One Substance, One Assessment"-initiatief. In de beginfase zal per partij worden bekeken hoe de samenwerking vorm krijgt en in de loop van de tijd kunnen er nieuwe samenwerkingspartners worden geïdentificeerd.

Kostenschatting

De kostenschatting voor het basisprogramma HBM-NL, gebaseerd op een vijfjarige cyclus met 1500 deelnemers en metingen van 100 chemische stoffen, komt uit op ongeveer 20 miljoen euro per cyclus. Deze schatting is onder meer opgesteld aan de hand van ervaringen uit vergelijkbare programma's in Vlaanderen en Duitsland, en het PIENTER-onderzoek. In deze schatting zijn kosten voor aanvullende modules niet meegenomen. De belangrijkste factoren die de kosten beïnvloeden zijn het aantal deelnemers en het aantal stoffen dat gemeten wordt.

³ <https://www.eu-parc.eu/>

1 Inleiding en opdracht

Achtergrond

Er leven in de Nederlandse samenleving steeds meer zorgen over de blootstelling aan chemische stoffen en de mogelijke gevolgen van deze stoffen op onze gezondheid (MARE, 2025). Ook is er onvoldoende inzicht in de kosten die dit met zich mee kan brengen voor de gezondheidszorg. De zorgen van de burgers hebben betrekking op een verscheidenheid aan onderwerpen, zoals wonen in de buurt van industrie of landbouwgrond, de consumptie van met gewasbeschermingsmiddelen behandeld groente en fruit, en het gebruik van PFAS (per- en polyfluoralkyl stoffen) bevattende producten. In het dagelijks leven komen we dagelijks in aanraking met diverse chemische stoffen, hetgeen grotendeels onvermijdelijk is. De productie van chemische stoffen wereldwijd zal naar verwachting tegen 2030 verdubbelen ten opzichte van 2017 (CEFIC, 2022). Tegelijkertijd is er in Nederland zeer beperkt zicht op de blootstelling aan (nieuwe) chemische stoffen en de mogelijke impact op de volksgezondheid als gevolg van deze blootstellingen.

In 2024 heeft de Gezondheidsraad (GR) een advies gepubliceerd waarin deze situatie wordt gesignaleerd en waarin wordt geadviseerd een nationaal programma op te zetten waarin chemische blootstelling (zie Box 1) in de Nederlandse samenleving structureel kan worden gemeten: een nationaal meetprogramma humane biomonitoring (HBM) (Gezondheidsraad, 2024).

Box 1 Blootstelling

Blootstelling betekent het in contact komen met een bepaalde stof uit het milieu. Dit kan via verschillende routes, zoals ademhaling, voedsel, drinkwater of de huid.

In het kader van HBM wordt met blootstelling vaak interne blootstelling bedoeld. Interne blootstelling verwijst naar de hoeveelheid van de stof die daadwerkelijk in het lichaam is opgenomen. Dit kan worden vastgesteld door het meten van de concentratie van de stof (of afbraakproducten) in lichaamsmaterialen zoals bloed, urine, haar of moedermelk.

In het voorgestelde HBM-programma wordt de blootstelling aan chemische stoffen in het lichaam bepaald bij een representatieve groep van de Nederlandse bevolking. Dit gebeurt door de gehalten van verschillende chemische stoffen, of hun afbraakproducten, te meten in biologische monsters (bijvoorbeeld bloed of urine).

Inzicht in de blootstelling aan chemische stoffen uit het milieu en de leefomgeving wordt in Nederland (deels) verkregen via verschillende infrastructuren en ad hoc studies, waar een klein aantal chemische stoffen bij een selecte groep deelnemers is gemeten (bijvoorbeeld Ye et al., 2008, Blaauwendraad et al., 2022, Ottenbros et al., 2023; Bil et al., 2025; Van Beijsterveldt et al., 2022; McKeon et al., 2025; Mengelers et al., 2024). Toch ziet de GR dat een nationaal HBM-programma nodig is

om structureel inzicht te krijgen in de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan chemische stoffen.

Naast het structureel in kaart brengen van chemische blootstelling, wijst de GR ook op andere voordelen van een nationaal HBM-programma. Zo kan een HBM-programma ondersteunen bij het bepalen van mogelijke impact van chemische stoffen op de volksgezondheid en gerelateerde zorgkosten. Ook kan het ondersteunen in het evalueren van de effectiviteit van maatregelen die zijn genomen om chemische blootstellingen te verminderen. Daarnaast kan een HBM-programma bijdragen aan het signaleren van blootstelling aan nieuwe en/of opkomende chemische stoffen (zie Hoofdstuk 2). Het is daarbij van belang dat bestaande infrastructuren in Nederland zo worden ingericht dat signalen uit het nationale HBM programma efficiënt kunnen worden opgepakt. We denken bijvoorbeeld aan de nationale cohort infrastructuur, die een belangrijke rol kan spelen in de duiding van zulke signalen voor mogelijke gezondheidsrisico's. Verder kan gedacht worden aan het opsporen van de bronnen van blootstelling, bijvoorbeeld via meetnetten en emissieregistratie).

In een kabinetsreactie op het GR-advies van 7 november 2024 wordt het belang van het inzicht krijgen in de totale chemische blootstelling en de daaraan gerelateerde impact op de gezondheid onderkend (VWS, 2024).

Deze gedachtegang sluit goed aan bij het nationale beleid in andere Europese landen. In de ons omringende landen worden nationale HBM-programma's van grote waarde geacht (Reynders et al., 2017, Ubong et al., 2023). Ook door de EU wordt er flink geïnvesteerd in HBM, onder andere in het deels door de Europese Commissie gesubsidieerde *Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals* (PARC). Hier wordt, onder andere, binnen de *'Aligned studies'* gewerkt aan het harmoniseren van HBM-programma's en monsterverzameling. Nationale HBM programma's spelen hierin een centrale rol. In totaal dragen 26 landen bij aan deze PARC activiteit (PARC-WP4, 2025a). Nederland doet niet mee aan de geharmoniseerde verzameling van nieuwe monsters binnen PARC. Nederland is wel actief betrokken bij andere onderdelen van PARC, zoals innovaties in regulatoire risicobeoordeling, hazard assessment, gebruik van FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable* en *Reusable*) data en ontwikkeling van concepten en methoden. Hoewel Nederland hiermee een significante bijdrage aan het PARC-project levert, kan op dit moment door het ontbreken van een nationaal HBM-programma niet optimaal worden geprofiteerd van de investeringen en samenwerkingen die in PARC worden gedaan en opgezet.

De Europese Commissie voorziet ook een belangrijke rol voor een structurele HBM-studie in haar nieuwe *One Substance, One Assessment* (OSOA) wetgevingspakket (EU, 2025). Hoe deze studie er concreet uit gaat zien is nog niet bekend. Vanuit een nationaal HBM-programma kan Nederland een waardevolle bijdrage leveren aan een Europees programma en zo de Nederlandse belangen binnen dat programma behartigen.

Opdracht tot een haalbaarheidsstudie

In november 2024 heeft het RIVM opdracht gekregen om een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar een nationaal HBM-programma waarbij de praktische uitvoerbaarheid, mogelijke knelpunten bij de implementatie, benodigde middelen en randvoorwaarden en acceptatie door betrokkenen worden bekeken. In dit rapport worden de uitkomsten van deze haalbaarheidsstudie gerapporteerd.

Uitgangspunten van de haalbaarheidsstudie

In haar advies stelt de GR dat een nationaal HBM-programma moet worden ontwikkeld dat bestaat uit terugkerende meetrondes waarbij 100 chemische stoffen herhaaldelijk worden gemeten bij een representatieve groep van 1500 Nederlanders. Deze getallen zijn voornamelijk gebaseerd op de omvang van soortgelijke programma's in België en Duitsland.

In dit rapport worden voor een dergelijk nationaal HBM-programma de volgende zaken beschreven:

- De baten en handelingsperspectieven van een nationaal HBM-programma.
- De mogelijke organisatie van een nationaal HBM-programma en Nederlandse en internationale partijen die daarbij betrokken kunnen worden.
- De inrichting van een nationaal HBM-programma zodat optimaal gebruik wordt gemaakt van nationale expertise en infrastructuren, en zodat tegelijkertijd maximale interactie met deze bestaande netwerken wordt gerealiseerd.
- Bewaking van de privacy van deelnemers aan een nationaal HBM-programma, terwijl het mogelijk is om de resultaten aan de individuele deelnemers te rapporteren.
- Processen die moeten worden ingericht om een nationaal HBM-programma op te starten en structureel uit te voeren.
- De mogelijke praktische invulling van een eerste ronde van een nationaal HBM-programma.
- De inrichting van een nationaal HBM-programma zodat er mogelijkheden zijn voor innovatie om daarmee ook op langere termijn beleidsrelevant te blijven.
- De inrichting van een nationaal HBM-programma zodat er optimaal kan worden samengewerkt op Europees niveau.
- Een realistische schatting van de kosten van een mogelijk nationaal HBM-programma en op welke onderdelen deze kostenschatting gebaseerd is.
- De consequenties van de keuzes van de GR voor 100 stoffen en 1500 deelnemers voor de inrichting, kosten en interpretatie van de resultaten uit een nationaal HBM-programma.

Aanpak

Binnen deze haalbaarheidsstudie zijn er verschillende activiteiten uitgevoerd om bovenstaande vragen te beantwoorden. Zo zijn werkbezoeken afgelegd bij buitenlandse organisaties met langdurige nationale HBM programma's waaronder het Duitse Umweltbundesamt (UBA), de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en het Luxemburgse Laboratoire National de Santé (LNS). In Duitsland en Vlaanderen richten de HBM-programma's zich voornamelijk op

blootstelling van de algemene bevolking, terwijl in Luxemburg uitgebreide ervaring bestaat met het meten van blootstelling van werknemers. Met elk instituut zijn gesprekken gevoerd over de kostenopbouw van een HBM-programma, de coördinatie en organisatie van het onderzoek, de monsternamen en -opslag, de interpretatie en publicatie van resultaten, de communicatie over de uitkomsten en de voorlichting aan deelnemers.

In Ierland is recent een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor het opzetten van een HBM-programma (EPA Research, 2025). Met de programmaleider van dit project zijn gesprekken gevoerd over de lessen die uit deze studie zijn getrokken.

Binnen Nederland zijn onder andere gesprekken gevoerd met de koepelorganisatie van de universitaire medische centra (UMCNL), het Nederlands cohort consortium (NCC) en de GGD over mogelijke samenwerkingen in een nationaal HBM-programma. Verder zijn binnen het RIVM diverse deskundigen geraadpleegd. Gesprekken zijn gevoerd met deskundigen op het gebied van burgerparticipatie en organisatoren van *citizen science* projecten over mogelijke actieve participatie van burgers binnen een HBM-programma. Daarnaast is gesproken met medewerkers van het PIENTER-onderzoek en de nationale bevolkingsonderzoeken over de opzet en kosten van dergelijke grootschalige nationale projecten. Ook zijn gesprekken gevoerd met deskundigen op het gebied van het meten van gezondheidseffecten en health impact assessment.

Tot slot wordt er door het RIVM intensief samen gewerkt in PARC en daarvoor in het Europese project *Human Biomonitoring for Europe* (HBM4EU)⁴. Daarnaast is Nederland één van de partners in de *Environment and Health Process partnership on Human Biomonitoring* van de WHO, waarin ook een training wordt gegeven over HBM. Kennis opgedaan binnen deze projecten is verwerkt in deze studie. Verder is gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur over HBM studies.

Binnen deze opdracht was het niet mogelijk met alle potentieel relevante partners in gesprek te gaan. Indien er een nationaal HBM-programma wordt opgezet, zal het noodzakelijk zijn om in het kader van de oprichting van een consortium tevens andere partners te benaderen en te betrekken. Potentieel relevante partners staan beschreven in Hoofdstuk 5.

⁴ HBM4EU was een gezamenlijk Europees programma dat liep van 2017 tot juni 2022 met als doel het harmoniseren en verbeteren van HBM in Europa voor het beoordelen van chemische blootstelling, het genereren van gegevens over interne blootstelling en de relatie met gezondheidseffecten ter ondersteuning van beleidsontwikkeling, en het integreren van bestaande nationale studies.

2 Samenvatting GR-rapport, baten en handelingsperspectieven

In april 2024 heeft de GR het rapport 'Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen' (Gezondheidsraad, 2024) uitgebracht. In dit rapport benoemt de GR de urgentie van het bepalen van de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan chemische stoffen in een nationaal HBM-programma. Op dit moment laat de overheid chemische stoffen meten in milieu (lucht, water, bodem), drinkwater, voedsel en consumentenproducten. Echter, de GR stelt vast dat er gebreken zijn in het huidige controlesysteem op beleid dat streeft naar een schone en gezonde leefomgeving. Om de daadwerkelijke blootstelling van de bevolking aan chemische stoffen te bepalen zijn metingen in lichaamsmateriaal (bijvoorbeeld bloed of urine) noodzakelijk. HBM-programma's worden in de ons omringende landen al langer uitgevoerd. In dit hoofdstuk vatten wij het rapport en de voornaamste bevindingen en adviezen van de GR samen.

De GR adviseert een programma met repeterende meetcycli van 5 jaar met per cyclus minimaal 1500 deelnemers waarin 100 verschillende stoffen herhaaldelijk of incidenteel worden gemeten in een per cyclus wisselende groep deelnemers. Hiermee sluit de GR in haar advies aan bij buitenlandse programma's. De GR is van mening dat een dergelijk programma breed moet worden opgezet en dat verschillende regio's en sociale groepen moeten worden geïncorporeerd. Voor de uitvoering van het programma adviseert de GR een consortium op te richten van relevante instellingen. De coördinatie en uitvoering van het programma suggereert zij bij het RIVM te beleggen, omdat het RIVM vanuit de wet belast is met het doen van onderzoek ten behoeve van milieu- en gezondheidsbeleid. De GR concludeert dat een nationaal HBM-programma een (meerjarige) investering is, maar dat een dergelijk meetprogramma belangrijke beleidsmatige, maatschappelijke en financiële baten heeft (zie Paragraaf 2.2) en de overheid kan helpen om gericht en beter onderbouwd milieu- en gezondheidsbeleid te voeren. Binnen deze haalbaarheidsstudie is het programma zoals geadviseerd door de GR gebruikt als uitgangspunt.

2.1 Doelen nationaal HBM-programma

De GR formuleert in haar advies verschillende doelstellingen voor een nationaal HBM-programma. Deze doelstellingen zijn als uitgangspunt gebruikt bij de opzet van de in Hoofdstuk 4 voorgestelde HBM-studie en mogelijke additionele modules. Ook is in Hoofdstuk 7 geëvalueerd in hoeverre het mogelijk is om alle geformuleerde doelen binnen het kader van deze studie te realiseren.

Volgens de GR is het hoofddoel van een nationaal HBM-programma het in kaart brengen van de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan chemische stoffen. Hiermee kunnen risico's voor de volksgezondheid tijdig worden gesignaleerd en kan beleid hierop worden afgestemd. Daarnaast is er een aantal nevendoelen benoemd. Zo kunnen met een nationaal HBM-programma veranderingen in blootstelling in de tijd gemonitord worden, waardoor het effect van beleidsmaatregelen op

blootstellingniveaus in de bevolking kan worden gemeten. Verder kunnen, door systematisch te meten, groepen of gebieden met een verhoogde blootstelling beter vroegtijdig worden opgespoord, zodat gerichte maatregelen genomen kunnen worden. Daarnaast bieden de gegevens uit biomonitoring een wetenschappelijke basis voor het ontwikkelen, bijstellen en evalueren van beleid rondom chemische stoffen richting gezonde leefomgeving en volksgezondheid. Door aansluiting bij internationale HBM-initiatieven kunnen Nederlandse data vergeleken worden met die uit andere landen. Hiermee kan de Nederlandse situatie in perspectief worden geplaatst. Ook draagt het programma bij aan heldere en transparante communicatie richting de samenleving over chemische stoffen en gezondheid, en vergroot het de bewustwording bij burgers en beleidsmakers. Ten slotte noemt de GR dat verzamelde data gebruikt kunnen worden voor verder onderzoek naar de relatie tussen blootstelling aan chemische stoffen en gezondheidseffecten.

2.2 Baten nationaal HBM-programma

In haar rapport benoemt de GR in paragraaf 4.5.2 een aantal baten. Uit de rest van het GR rapport zijn echter meer baten van een nationaal HBM-programma op te maken. Als onderdeel van de opdracht zijn deze baten hieronder uitgewerkt en gecategoriseerd per toepassingsgebied: beleidsmatig, gezondheidskundig, maatschappelijk, financieel en wetenschappelijk. In Box 2 staan een aantal internationale illustratieve voorbeelden uit de praktijk van situaties waar deze baten zijn waargenomen.

1. Beleidsmatige baten

- Voldoen aan wettelijke zorgplicht: De overheid kan beter voldoen aan nationale en internationale verplichtingen voor het beschermen van de volksgezondheid en de leefomgeving.
- Beter onderbouwd beleid: Beleidsmakers krijgen actuele en representatieve gegevens over blootstelling aan chemische stoffen, wat helpt bij het prioriteren, maken, bijstellen en evalueren van beleid.
- Toetsen en controleren van beleidsmaatregelen: Met HBM kan worden gecontroleerd of genomen beleidsmaatregelen effectief zijn (zie voorbeeld van lood in Box 2).
- Signaleren van nieuwe of opkomende blootstellingen (zie eerste voorbeeld van weekmakers in Box 2).
- Invulling geven aan het voorzorgsbeginsel: Beleidsmakers kunnen tijdig ingrijpen bij signalen van mogelijke risico's.
- Cumulatieve en geaggregeerde blootstelling in beeld: het programma maakt het mogelijk om blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk of via meerdere blootstellingsroutes tegelijk te monitoren (zie voorbeeld PFAS in Box 2).
- In beeld brengen van illegale activiteiten: met HBM kunnen ook blootstellingen door illegale handelingen (zoals verboden stoffen) worden waargenomen. Deze worden met de bestaande brongerichte methoden vaak gemist als het gaat om onverwachte bronnen (zie tweede voorbeeld van weekmakers in Box 2).

2. Gezondheidskundige baten
 - Verlagen van ziektelast: HBM-meetprogramma dragen bij aan het beter schatten van de blootstelling aan chemische stoffen, waardoor deze gericht kunnen worden verminderd en daarmee de bijbehorende gezondheidsrisico's en ziektelast.
 - Gerichter beschermen van risicogroepen: HBM maakt het mogelijk om gevoelige groepen in beeld te brengen en gericht te beschermen. Dit kan gaan om bepaalde bevolkingsgroepen, leeftijdsgroepen of bepaalde regio's.
 - Inzicht in de relatie tussen blootstelling en gezondheidseffecten.
3. Maatschappelijke baten
 - Versterken van burgervertrouwen: Structurele monitoring voorkomt dat er alleen na maatschappelijke onrust gemeten wordt, wat het vertrouwen in de overheid vergroot.
 - Verantwoording richting samenleving: De overheid kan beter uitleggen waarom bepaalde keuzes worden gemaakt.
4. Financiële baten
 - Het verlagen van toekomstige zorgkosten: Door tijdige signalering en preventie kunnen zorgkosten voor ziekten veroorzaakt door chemische stoffen dalen.
 - Efficiënter gebruik van middelen: Een structureel programma is doelmatiger dan een veelheid aan ad hoc projecten.
5. Wetenschappelijke baten
 - Vergroten kennisbasis: Meer kennis over blootstelling aan chemische stoffen in Nederland en mogelijke overeenkomsten en verschillen met andere landen.
 - Ondersteunen van wetenschappelijk onderzoek: HBM-data helpen om blootstellingsmodellen te valideren en onderzoek naar gezondheidseffecten te verbeteren.
 - Nieuwe ontwikkelingen op gebied van HBM: Onderzoek naar nieuwe meetmethodes, onderzoek naar biologische werkingsmechanismes van stoffen en gezondheidseffecten of onderzoek waarin de effecten van meerdere leefomgevingsfactoren op de gezondheid tegelijk worden onderzocht (exposoomonderzoek).

2.3 Handelingsperspectieven

Naast baten kunnen er ook handelingsperspectieven worden opgemaakt uit het rapport van de GR. Allereerst kunnen de meetresultaten aanleiding geven om beleid en regelgeving aan te passen. Wanneer uit de resultaten blijkt dat de bevolking, of specifieke groepen in de bevolking, al dan niet in bepaalde regio's, worden blootgesteld aan schadelijke hoeveelheden chemische stoffen, kunnen overheden besluiten tot het ontwerpen of aanpassen van wet- en regelgeving of het aanklaarten van het probleem op Europees niveau. Ook kan de overheid aanmoedigen tot andere omgang met chemische stoffen bij bedrijven, het scherper koersen op gezondheidskundige criteria bij vergunningen en het versterken van toezicht en handhaving.

Daarnaast kunnen de bevindingen worden gebruikt voor een voorlichtingscampagne voor burgers of specifieke bevolkingsgroepen, zoals zwangere vrouwen. Door burgers te informeren over blootstelling

aan chemische stoffen en over praktische manieren om die blootstelling te verminderen, kunnen mensen zelf keuzes maken om hun gezondheid te beschermen.

Verder bieden de meetgegevens aanknopingspunten voor het opzetten van lokaal beleid. Gemeenten of provincies kunnen de informatie bijvoorbeeld gebruiken om in te grijpen als blijkt dat er lokaal verhoogde blootstelling is, bijvoorbeeld in de buurt van industrieën of landbouwpercelen. Tot slot stimuleren de uitkomsten van een HBM-programma verder wetenschappelijk onderzoek naar de gezondheidseffecten van chemische stoffen en internationale samenwerking op dat gebied. Door kennis te delen en te vergelijken met andere landen, kan het beleid verder worden verbeterd en kunnen gezamenlijke maatregelen worden genomen om de blootstelling aan schadelijke stoffen te verminderen.

Box 2 Enkele illustraties van door de GR genoemde baten uit nationale HBM-programma's

1) Evalueren van de impact van beleidsmaatregelen

Lood

In de jaren zeventig en tachtig is door diverse (internationale) beleidsmaatregelen (verbod op loodhoudende verf, loden leidingen en loodhoudende benzine) de blootstelling aan lood sterk afgenomen. Het succes van deze maatregelen werd aangetoond op basis van herhaalde metingen van de loodconcentratie in bloed. In de VS daalden de gemiddelde loodgehalten tussen 1976 en 1991 van ruim 128 µg/L naar 28 µg/L bloed. Het succes van deze maatregelen was de reden om loodhoudende benzine in de VS sneller te verbieden (Pirkle et al., 1994; WHO-Europe, 2023).

Weekmakers

Aan de hand van ruim 20 jaar biomonitoring kon in het Duitse HBM meetprogramma (GerEs: 2000-2020) worden aangetoond dat dankzij een verbod op sommige weekmakers (enkele specifieke ftalaten) de concentraties van (de afbraakproducten van) deze stoffen in urine daalden en dat vervolgens de concentraties van alternatieve weekmakers in urine toenamen (WHO-Europe, 2023).

PFAS

PFAS is een groep van chemische stoffen. Deze stoffen zitten in veel verschillende producten, zoals antiaanbaklagen, verpakkingsmaterialen voor voedsel en in kleding. De Nederlandse bevolking krijgt PFAS op verschillende manieren binnen, via voedsel en drinkwater maar ook op andere manieren zoals via inademing en via de huid. In 2025 heeft het RIVM gerapporteerd dat alle mensen in Nederland meerdere PFAS in hun bloed hebben, en dat vrijwel iedereen meer PFAS in het bloed heeft dan de gezondheidkundige grenswaarde. Ook bleek hieruit dat bij inwoners van de regio's Dordrecht en Westerschelde de hoeveelheden van enkele PFAS in het bloed iets hoger zijn dan in de rest van Nederland (Bil et al., 2025).

2) Identificeren van bronnen van blootstelling

Weekmakers

In 2024 werd in Duitsland een verboden weekmaker aangetroffen in de urine van kinderen (BfR, 2024). Dankzij een speurtocht, uitgevoerd door het Duitse UBA, kon de bron van deze onverwachte blootstelling (door een verontreiniging van een UV-filter in zonnebrandcrème) worden opgespoord (Scherer et al., 2025).

3 Governance van een Nederlands HBM-programma

De GR benoemt in haar advies dat er in Nederland veel expertise aanwezig is die gebruikt kan worden bij het opzetten van een nationaal HBM-programma (Gezondheidsraad, 2024). Zij adviseert een consortium op te richten van instellingen, waarbij de coördinatie en uitvoering bij het RIVM belegd is. In dit hoofdstuk wordt een inrichting van deze coördinatie en uitvoering voorgesteld middels een governance structuur voor een Nederlands nationaal HBM-programma, verder HBM-NL genoemd. Wanneer dit programma tot stand komt, zal in de opstartfase de daadwerkelijke inrichting, de samenstelling van het consortium, en de integratie tussen het programma en bestaande infrastructuren worden uitgewerkt.

3.1 Governance structuur

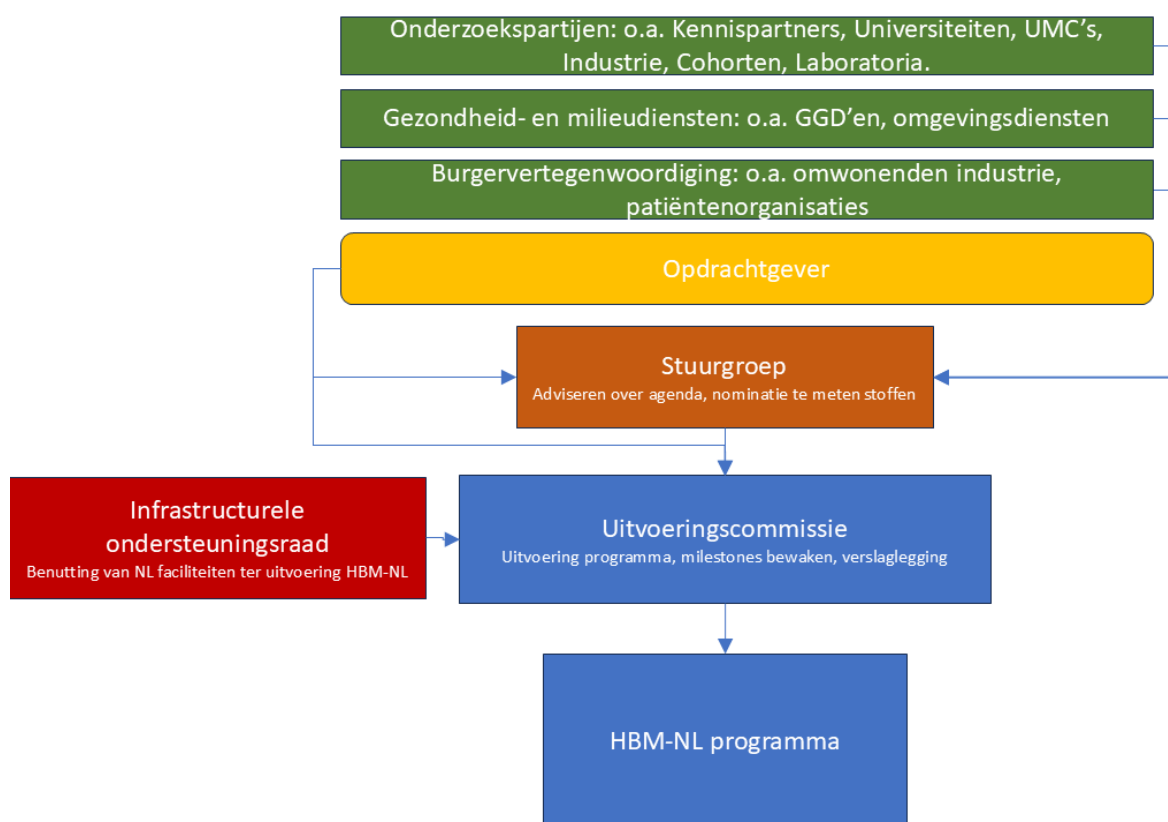
In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de voorgestelde governance structuur van HBM-NL. Opdrachtgevers van het programma zijn de ministeries die hier politiek verantwoordelijke voor zijn. Zij zijn onder andere verantwoordelijk voor het bepalen van de visie, doelen en onderzoeksprioriteiten van HBM-NL tijdens de opstartfase, in overleg met de Uitvoeringscommissie. De Uitvoeringscommissie bestaat uit de opdrachtcoördinator, programmamanager, en een vertegenwoordiging van de inhoudelijk experts. De Uitvoeringscommissie is verantwoordelijk voor de dagelijkse aansturing en (operationele) uitvoering van het programma. Daarnaast is de Uitvoeringscommissie verantwoordelijk voor de toekenning van het innovatiebudget. Er zal regelmatig afstemming plaatsvinden tussen de verantwoordelijke ministeries en de Uitvoeringscommissie. Inbreng van en samenwerking met een grotere groep van verschillende (kennis)partijen is nodig om het programma vorm te geven aan de hand van de laatste wetenschappelijke inzichten en optimaal gebruik te kunnen maken van bestaande (infra)structuren (zie Hoofdstuk 5). Hiervoor worden een Stuurgroep en een Infrastructurele ondersteuningsraad voorzien die de Uitvoeringscommissie adviseren bij de opzet en uitvoering van het programma. Vertegenwoordigers van onderzoekspartijen, gezondheids- en milieudiensten, en burgervertegenwoordiging hebben samen zitting in de Stuurgroep. De Stuurgroep adviseert de Uitvoeringscommissie van het HBM-NL programma over onder andere de prioriteiten van het programma, nominatie van te meten stoffen en onderzoekskwaliteit, validiteit en methodologieën en toetst innovatieprojecten op validiteit en relevantie.

Onderzoekspartijen en gezondheids- en milieudiensten hebben ook zitting in de Infrastructurele ondersteuningsraad. Deze raad adviseert over de infrastructurele ondersteuning van het programma, zoals monsterverzameling op centrale locaties, het gebruik van bestaande monsterbanken en eventuele analyse van monsters in Nederlandse laboratoria.

Opgedane informatie en kennis uit het HBM-NL programma stroomt terug naar opdrachtgevers, onderzoekspartijen, gezondheids- en

milieudiensten en burgers. Als onderdeel van een communicatieprogramma wordt er voorzien om regulier een open bijeenkomst voor alle belanghebbenden te organiseren waar de stand van zaken en de belangrijkste bevindingen van HBM-NL worden gedeeld. Deze verantwoordelijkheid ligt bij de Uitvoeringscommissie. Tegelijkertijd wordt deze bijeenkomst benut om nieuwe ideeën op te halen bij belanghebbenden die zullen worden besproken in de Stuurgroep.

Figuur 1 Overzicht van de governance structuur van het HBM-NL programma



3.1.1 Taken en verantwoordelijkheden binnen een Nederlands HBM-programma

In Tabel 1 worden de voorziene rollen en verantwoordelijkheden binnen het HBM-NL programma aangegeven.

Tabel 1 Rollen en verantwoordelijkheden binnen HBM-NL programma.

Verantwoordelijke	Doelstelling	Belangrijkste verantwoordelijkheden
Opdrachtgever	Bieden algemene strategische richting en toezicht	<ul style="list-style-type: none"> - Visie en doelen bepalen - Onderzoeksprioriteiten stellen die aansluiten bij beleid - Middelen goedkeuren
Uitvoeringscommissie Bestaat uit: <ul style="list-style-type: none"> - Opdrachtcoördinator - Programmamanager - Vertegenwoordiging inhoudelijk experts 	Succesvol uitvoeren van het HBM-NL programma	<ul style="list-style-type: none"> - Begroting en protocollen accorderen - Doelen en integriteit van HBM-NL bewaken - Toezicht houden op en verantwoording financiering en middelen - Interactie met Stuurgroep en Infrastructurele ondersteuningsraad - Innovatiebudget toekennen en bewaken
Stuurgroep	Adviseren over richting onderzoek, onderzoekskwaliteit, validiteit en methodologieën	<ul style="list-style-type: none"> - Advies geven over wetenschappelijke aanpakken - Interdisciplinaire samenwerking bevorderen - Voorstellen innovatiebudget beoordelen
Infrastructurele ondersteuningsraad	Faciliteren aansluiting met NL infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> - Mogelijkheden tot benutting van bestaande infrastructuur voor uitvoering HBM-NL identificeren - Aansluiting tussen HBM-NL en bestaande infrastructuren maximaliseren
Opdrachtcoördinator	Coördinatie van het toezicht op en bewaken van projectactiviteiten	<ul style="list-style-type: none"> - Projectplanning opstellen - Toezicht houden op planning en mijlpalen - Interactie tussen opdrachtgever, Uitvoeringscommissie, Stuurgroep en Infrastructurele ondersteuning faciliteren - Kwaliteit en ethiek van data-analyse waarborgen - Programmamanager, privacycoördinator, data manager, data analist(en), en communicatiemedewerkers aansturen - Opdrachtverlening aan uitvoerende instanties - Rapporteren aan de uitvoeringscommissie
Programmamanager veldwerk/operationeel	Beheren logistiek van veldwerk	<ul style="list-style-type: none"> - Veldwerk plannen en coördineren - Veiligheid deelnemers en medewerkers waarborgen - Kwaliteit van monsters bewaken

Verantwoordelijke	Doelstelling	Belangrijkste verantwoordelijkheden
		<ul style="list-style-type: none"> - Contact met Medisch Ethische Toetsingscommissie onderhouden: goedkeuring onderzoeksprotocollen en behandeling ethische vragen - Integriteit van monsters bewaken - Interactie met laboratoria en kwaliteitsborging in laboratoria bewaken - Opdrachtverlening aan uitvoerende instanties
Inhoudelijk experts	Opzetten monsternameplan en analyseren en interpreteren data	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoekopzet opstellen - Vragenlijsten opstellen - Monsternameplan opzetten - Statistische analyses uitvoeren - Maatschappelijke kosten als gevolg van chemische blootstelling analyseren - Bevindingen rapporteren aan Uitvoeringscommissie - Samenvattende resultaten publiceren - Handelingsperspectieven identificeren - Wetenschappelijke publicaties en congresbijdragen verzorgen
Privacycoördinator	Bewaken privacy van deelnemers aan HBM-NL	<ul style="list-style-type: none"> - Privacy van deelnemers aan HBM-NL en bescherming van persoonsgegevens bewaken - Interactie met opdrachtcoördinator en datamanager
Datamanagement	Toezicht houden op dataverzameling, kwaliteit en beheer	<ul style="list-style-type: none"> - Datamanagement plan opstellen en uitvoeren - Data-integriteit waarborgen - Databeheer en opslag - Protocollen voor FAIR data delen ontwikkelen - Data-uitwisseling met andere data-infrastructuren
ICT / IV medewerkers	Datakoppeling en -ontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> - HBM data met bestaande systemen voor dataverzameling koppelen en/of systemen voor dataverzameling ontwikkelen en implementeren
Communicatie-experts	Beheren van publicaties en verspreiding van resultaten	<ul style="list-style-type: none"> - Communicatieplan opstellen - Studie-uitslagen in begrijpelijke taal verstrekken - Publieke communicatie verzorgen - Publicaties, rapporten en congresbijdragen beheren

Verantwoordelijke	Doelstelling	Belangrijkste verantwoordelijkheden
		- Overleggen met relevante partners over communicatieboodschap
Burgerbetrokkenheid experts	Contact met deelnemers en andere belanghebbenden uit de gemeenschap	<ul style="list-style-type: none"> - Disseminatie - Onderzoeksdoelen communiceren - Zorgen uit de gemeenschap behandelen

Tabel gebaseerd en aangepast op basis van HBM4IRE report (EPA Research, 2025).

3.2 Procedure voor het identificeren van prioriteiten HBM-NL

HBM-NL stelt als hoofddoel om, zoals geadviseerd door de GR (Gezondheidsraad, 2024), eens per 5 jaar nationale referentiewaarden (Box 3) af te leiden voor een set van 100 prioritaire stoffen. Aangezien het totale aantal chemische stoffen waaraan de Nederlandse bevolking wordt blootgesteld vele malen groter is, zullen er (periodiek) prioriteiten gesteld moeten worden met betrekking tot de te meten stoffen. Aan het begin van het programma zal een proces worden opgezet waarbij stoffen genomineerd kunnen worden door onder andere opdrachtgevers, stakeholders en burgers. De Stuurgroep zal adviseren welke stoffen er mee worden genomen in HBM-NL. Hierin worden de volgende aspecten meegenomen.

- 1) Maatschappelijke, beleidsmatige, milieu of gezondheidkundige overwegingen.
- 2) Technische mogelijkheden om de aanwezigheid van een stof (of diens afbraakproduct) betrouwbaar te bepalen.
- 3) Stofeigenschappen zoals accumulatie in het lichaam en reeds bekende gezondheidsrisico's.
- 4) De aanwezigheid van een gezondheidkundige grenswaarde waarmee risicobeoordeling kan worden uitgevoerd.

De Uitvoeringscommissie van HBM-NL beslist welke stoffen worden gemeten in de cyclus. Hierbij spelen naast bovengenoemde aspecten ook logistieke, financiële en ethische aspecten een rol. In de Europese projecten HBM4EU en PARC zijn procedures beschreven hoe stoffen kunnen worden geselecteerd, waarbij ook stakeholders een rol spelen (HBM4EU-WP4, 2017; PARC-WP4, 2024b). Ook onder andere Vlaanderen en Ierland (Singh et al., 2025) hebben hiervoor aparte procedures. De procedure om tot de uiteindelijke stofselectie te komen zal transparant zijn en openbaar worden gemaakt.

Tevens kunnen er additionele vragen opkomen die in aanvulling tot het hoofddoel beantwoord kunnen worden binnen het HBM-NL programma, zoals het inzoomen op bepaalde regio's of leeftijdsgroepen. Om tot een gewogen beslissing te komen zal er een procedure worden ontwikkeld voor het identificeren van vraagstellingen die met HBM-NL beantwoord kunnen worden. In deze procedure zal rekening gehouden worden met verschillende aandachtspunten, zoals aansluiting bij de prioriteiten die op Europees vlak worden gesteld (zoals bijvoorbeeld in het Europese samenwerkingsverband PARC of in de nieuwe Europese regelgeving OSOA) en de mogelijkheid tot focus op vraagstellingen die aansluiten bij nationale prioriteiten (zoals bijvoorbeeld blootstellingen van omwonenden van zware industrie in Nederland). De procedure zal ook ruimte bieden voor het nomineren van vraagstellingen ingebracht door burgers en andere stakeholders, welke voor elke cyclus actief zullen worden benaderd. Geïdentificeerde vraagstellingen zullen worden besproken, gewogen, en wetenschappelijk getoetst binnen de HBM-NL Stuurgroep waarna een advies zal worden uitgebracht aan de Uitvoeringscommissie. De Uitvoeringscommissie van HBM-NL beslist welke vraagstellingen worden geadresseerd in de cyclus.

Box 3 Referentiewaarde

Als referentiewaarde wordt vaak het 95% betrouwbaarheidsinterval van het 95^e percentiel van de blootstelling in een populatie gebruikt (Hoopmann et al., 2023). Deze waarde kan gebruikt worden om de blootstelling aan een chemische stof weer te geven. Een referentiewaarde zegt iets over de hoogte van de blootstelling van een populatie aan een bepaalde stof, maar niets over de mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling. Referentiewaardes kunnen ook worden bepaald voor subgroepen in de studie, mits de grootte van de subgroep in de studie groot genoeg is. Als bepaalde groepen in de populatie hogere waardes hebben dan de referentiewaarde voor de algemene populatie dan kan dit een aanleiding zijn voor nader onderzoek naar de oorzaak van de hogere blootstelling. Ook kunnen referentiewaardes worden gebruikt om de blootstelling te vergelijken met andere landen.

3.3 Databeschikbaarheid

In aanvulling op het eens per 5 jaar afleiden en publiceren van nationale referentiewaarden voor een set van 100 prioritaire stoffen, zal HBM-NL een rijke infrastructuur zijn waarin data beschikbaar worden gesteld voor onderzoekers voor het uitvoeren van aanvullend onderzoek. Ter bevordering van dit doel zal de data in HBM-NL FAIR worden opgeslagen en zullen er procedures worden opgesteld waarmee efficiënt en met inachtneming van privacy van studiedeelnemers toegang tot de data kan worden verkregen, bijvoorbeeld via een dashboard, zoals het *European human biomonitoring dashboard*⁵. HBM-NL zal daarnaast aansluiten bij Health-RI⁶, een initiatief in Nederland dat zich richt op het verbeteren van de infrastructuur voor gezondheidsdata en biomedisch onderzoek. Op deze manier kunnen de data die worden verzameld binnen HBM-NL optimaal worden ontsloten voor aanvullend en vervolgonderzoek. Tegelijkertijd kan via de centrale infrastructuur van Health-RI de aansluiting met bestaande gezondheidsdata en bijvoorbeeld data van CBS, biobanken en onderzoeksfaciliteiten worden geoptimaliseerd. Health-RI en overige relevante infrastructuren worden verder beschreven in Hoofdstuk 5.

3.4 Toevoegen van modules en innovatieprojecten

De governance structuur van HBM-NL zal ook ruimte bieden om innovatieprojecten en aanvullende modules binnen het programma in te richten. Innovatieprojecten zijn een onderdeel van het basisprogramma, waarin ook de financiering voor deze projecten is geregeld (zie Sectie 4.1.4), maar kunnen ook additioneel gefinancierd worden door bijvoorbeeld subsidieverstrekkingen. Innovatieprojecten worden noodzakelijk geacht om het programma beleidsrelevant te houden. Voorstellen voor innovatieprojecten kunnen worden aangedragen door het RIVM, opdrachtgevers, (kennis)partijen, of overige stakeholders. Deze zullen worden getoetst op validiteit en relevantie door de Stuurgroep, waarna de Uitvoeringscommissie van HBM-NL een beslissing over implementatie zal nemen op basis van onder andere praktische haalbaarheid.

⁵ <https://hbm.vito.be/eu-hbm-dashboard>

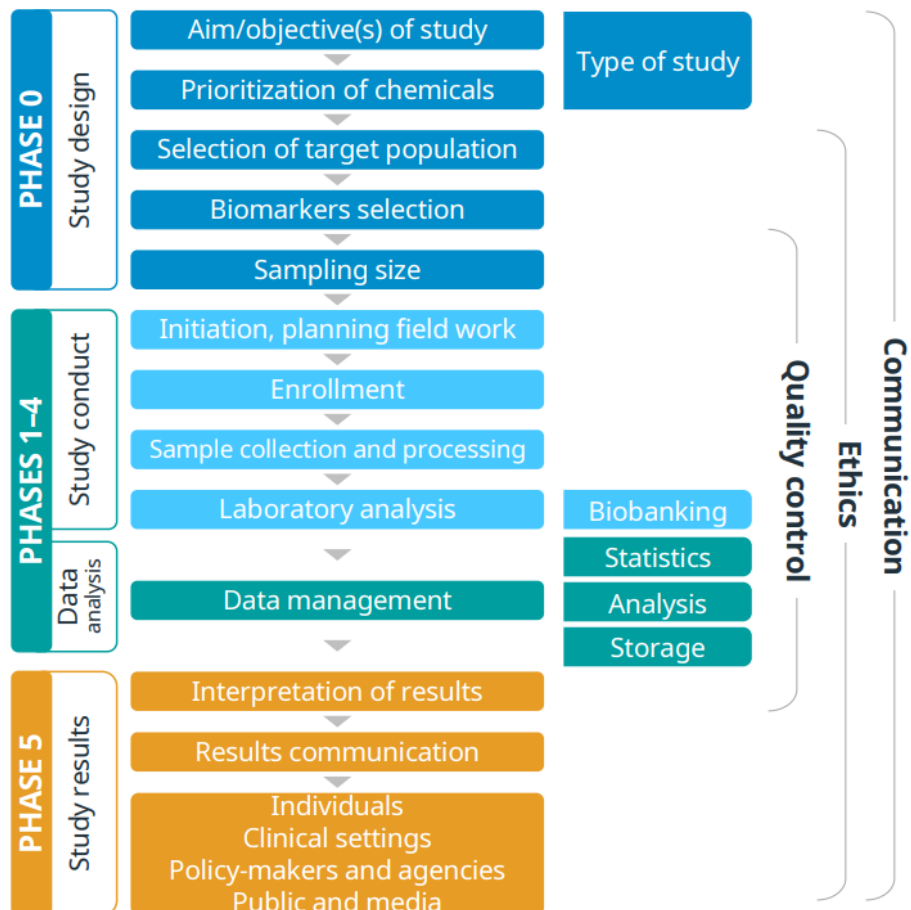
⁶ <https://www.health-ri.nl/>

Aanvullende modules zijn geen onderdeel van het basisprogramma. Deze modules kunnen inzoomen op vragen die binnen het basisprogramma niet voldoende kunnen worden beantwoord, omdat aanvullende gegevens verzameld moeten worden. In Hoofdstuk 4.2 wordt een overzicht gegeven van een aantal mogelijke modules die in aanvulling op het HBM-NL basisprogramma relevant worden voorzien. Financiering voor aanvullende modules kan van de HBM-NL opdrachtgevers komen, maar eventueel ook van andere (kennis)partijen. Ook voor aanvullende modules geldt dat voorstellen kunnen worden gedaan en dat de Stuurgroep toetst op validiteit en relevantie, waarna de Uitvoeringscommissie van HBM-NL een beslissing neemt over implementatie. Aanvullende modules, zoals bijvoorbeeld het meten van een effectbiomarker, kunnen worden uitgevoerd door het HBM-NL consortium, maar kunnen desgewenst ook door externe partijen worden opgezet. Voorwaarde is dat er gebruik wordt gemaakt van de HBM-NL infrastructuur. Hierbij dienen dezelfde voorwaarden in acht te worden genomen als die gelden voor het basisprogramma van HBM-NL, bijvoorbeeld op het gebied van privacy, databeschikbaarheid, en infra- en governance structuren van HBM-NL. De aanvullende modules en innovatieprojecten maken gebruik van de infrastructuur, kennis en voortkomende data uit het basisprogramma, zoals beschreven in Hoofdstuk 4.1.

4 Opzet programma

Een HBM-programma bestaat uit verschillende fases, zoals beschreven door de WHO (WHO, 2023) (Figuur 2). De opzet van een Nederlands HBM-programma zal in dit hoofdstuk worden beschreven aan de hand van deze fases. Eerst wordt het basisprogramma beschreven, dat kan worden uitgebreid met aanvullende modules. Het basisprogramma HBM-NL zal voorzien in nationale referentiewaarden voor een honderdtal stoffen. Zover mogelijk en reeds bekend zal de impact van de blootstelling aan deze stoffen op de publieke gezondheidslast en de daarmee samenhangende kosten voor de samenleving worden geschat. De informatie uit het basisprogramma zal naar verwachting nieuwe maatschappelijke en wetenschappelijke vragen oproepen. Ook kan deze informatie gebruikt worden als referentie voor aanvullend onderzoek, bijvoorbeeld door metingen in specifieke regio's of gevoelige groepen van de populatie te vergelijken met de nationale referentiewaarden. Deze vragen kunnen in aanvullende modules worden onderzocht en beantwoord. Vier voorbeelden van mogelijke aanvullende modules zijn beschreven in Hoofdstuk 4.2.

Figuur 2 Fasen van een HBM-programma volgens de WHO (2023)



4.1 Basisprogramma

4.1.1 Studie ontwerp

4.1.1.1 Uitgangspunten van het basisprogramma

Om te voldoen aan de doelstellingen van een nationaal HBM-programma zoals geformuleerd door de GR (Gezondheidsraad, 2024) wordt er voorzien om de volgende uitgangspunten te hanteren:

- Met het basisprogramma kunnen nationale referentiewaarden voor 100 stoffen worden bepaald.
- Het basisprogramma kan alleen signalerend zijn voor mogelijke regionale verschillen in blootstelling (zie Paragraaf 4.2.1).
- Het basisprogramma vergelijkt, wanneer beschikbaar, de blootstelling aan chemische stoffen met (interne) gezondheidskundige grenswaarden.
- In het basisprogramma bieden vragenlijstgegevens de mogelijkheid onderzoek te doen naar determinanten van blootstelling.
- Het basisprogramma schat de kosten voor de samenleving als gevolg van blootstelling aan de gemeten stoffen door middel van koppeling aan gezondheidsgegevens, indien deze voldoende beschikbaar zijn.
- Het basisprogramma zal elke 5 jaar worden herhaald bij een nieuwe groep deelnemers om daarmee veranderingen in referentiewaarden over de tijd te kunnen waarnemen.

4.1.1.2 Prioritering van chemische stoffen

De procedure voor het selecteren van de te meten stoffen is beschreven in Sectie 3.2.

Categorieën van stoffen die waarschijnlijk onderdeel zullen uitmaken van een HBM-programma in Nederland zijn gewasbeschermingsmiddelen, zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) en persistente, bioaccumulatieve en toxische (PBT) stoffen.

4.1.1.3 Studiepopulatie en steekproefgrootte

Om een referentiewaarde te bepalen voor de Nederlandse bevolking is het van belang dat de onderzoekspopulatie een goede weerspiegeling is van de Nederlandse bevolking. Om dit te bereiken moet er bij de selectie van deelnemers gelet worden op geografische locatie (o.a. mate van verstedelijking, alle regio's van Nederland), leeftijd, geslacht, sociaal economische status en etniciteit. Vooraf moet worden bepaald welke criteria gebruikt worden voor de selectie.

Elke cyclus van het programma zal bestaan uit een nieuwe groep deelnemers, zoals aanbevolen in het GR-advies (Gezondheidsraad, 2024). Voor een eerste cyclus van het HBM-programma voorzien we referentiewaardes af te leiden voor drie leeftijdsgroepen, kinderen, adolescenten en volwassenen. Deze groepen zijn representatief voor verschillende vormen van blootstelling en mogelijk extra kwetsbaar. In navolging van het advies van de GR, waarin gesteld wordt dat tussen leeftijdsgroepen de blootstelling sterk kan verschillen, wordt in de eerste cyclus de nadruk gelegd op de inclusie van kinderen (6-11 jaar), adolescenten (12-17 jaar) en volwassenen (18+ jaar). Een additioneel argument om deze leeftijdsgroepen te includeren is dat deze aansluiten bij Europese HBM-studies in HBM4EU en PARC (HBM4EU-WP8, 2022;

PARC-WP4, 2023a). In Bijlage 1 geven we op basis van data uit GeRES V, de vijfde cyclus van het Duitse nationale HBM-programma (Hoopmann et al., 2023), een beknopte onderbouwing van de gewenste totale steekproefgrootte van 1500 personen die wordt gebruikt om referentiewaardes af te leiden voor deze drie leeftijdsgroepen.

4.1.1.4 Ethische goedkeuring en borging privacy

De studieopzet van het HBM-NL zal voor elke cyclus dienen te worden getoetst door een medisch ethische toetsingscommissie (METC). Dit is een onafhankelijke commissie van deskundigen die controleert of het onderzoek voldoet aan alle eisen die gesteld worden rondom het doen van onderzoek met mensen. Hiermee wordt verzekerd dat de rechten, privacy en het welzijn van de deelnemers wordt gewaarborgd. De METC weegt de risico's en belasting voor deelnemers af tegenover de mogelijke opbrengsten van het onderzoek. In de opzet van de studie moet er rekening mee worden gehouden dat het verkrijgen van ethische goedkeuring veel tijd in beslag kan nemen. Voor elke cyclus moet de ethische goedkeuring opnieuw worden aangevraagd. Verder zal er een Data Protection Impact Assessment (DPIA) moeten worden opgesteld en geaccordeerd.

4.1.2 *Uitvoering van de studie en data-analyse*

4.1.2.1 Werving van deelnemers

De representativiteit van de studiepopulaties die worden geïncludeerd in een HBM-NL cyclus is van cruciaal belang voor validiteit van de nationale referentiewaarden die er van worden afgeleid. Het is bekend dat bepaalde bevolkingsgroepen minder gemakkelijk te bereiken zijn voor deelname aan onderzoeken. Binnen HBM-NL zal er extra aandacht worden gegeven aan de inclusie van bevolkingsgroepen die over het algemeen minder goed vertegenwoordigd zijn in bevolkingsonderzoeken, zoals mensen met een lage sociaaleconomische status en/of laag opleidingsniveau (Govarts et al., 2023).

Het is belangrijk dat deelnemers goed worden geïnformeerd over verschillende aspecten van het programma voordat zij meedoen aan de studie. Met name het doel van de studie, de procedures, de mogelijke risico's en baten van deelname, wat er wordt verwacht van de deelnemer, hoe er met persoonlijke data wordt omgegaan, hoe de resultaten worden gedeeld (individueel of geaggregeerd) en wie er toegang heeft tot de data en de financieringsbronnen zijn belangrijk om voor deelname te delen. Ook moet er duidelijk worden aangegeven dat een deelnemer zich op elk moment kan terugtrekken uit de studie. Dit wordt *informed consent* genoemd. Bij kinderen tot 16 jaar moet deze toestemming (ook) door de ouders worden gegeven.

Een belangrijk aandachtspunt bij de werving van deelnemers is het benadrukken welke baten er voor deelnemers op persoonlijk vlak zijn. Gedacht kan worden aan inzicht in de eigen blootstelling aan chemische stoffen en het vergroten van de kennis over de onderzochte stoffen. Interpretatie van dit soort resultaten op begrijpelijk niveau is van belang. Ook de bijdrage aan de publieke zaak zal worden benadrukt als mogelijke motivatie voor deelname.

Om deelnemers te compenseren voor hun vrijwillige bijdrage aan HBM-NL is een beperkte financiële vergoeding voorzien. Dit is in lijn met gangbare praktijk in andere Europese HBM-programma's.

4.1.2.2 Monsterverzameling

In een meetprogramma wordt biologisch materiaal verzameld, zoals urine en/of bloed. Het verzamelde biologisch materiaal wordt in dit rapport monsters genoemd. Er zijn reeds verschillende richtlijnen gepubliceerd die beschrijven hoe deze monsters zouden moeten worden verzameld, verwerkt en opgeslagen (PARC-WP4, 2023a; PARC-WP9, 2025). Het is van groot belang om voorafgaand aan de start van de studie duidelijke protocollen op te stellen voor de monsterverzameling, verwerking en opslag, zodat dit op een geharmoniseerde manier gebeurt. Dit is belangrijk voor de kwaliteit van de monsters en de daaruit volgende data. Binnen HBM-NL zal de monsternamen worden uitbesteedt aan partijen die hier ervaring mee hebben. Veldwerkers worden getraind op deze harmonisatie om variabiliteit in monsternamen te voorkomen.

Monsterverzameling kan plaatsvinden op verschillende locaties, zoals bij mensen thuis, op scholen of op centrale locaties, zoals een buurtcentrum of GGD, of in mobiele laboratoria. Bij de selectie of het aanbieden van deze verschillende locaties horen verschillende maten van belasting voor de deelnemers en verschillende kosten. In de kostenschattning voor een HBM-NL is uitgegaan van monsterverzameling op centrale (regionale) locaties.

Voorafgaand aan de start van een studie worden de materialen die gebruikt worden om monsters te verzamelen of op te slaan, getest op de afwezigheid van de te meten chemische stoffen of een mogelijke interactie of interferentie met de te meten stoffen. Ook wordt gecontroleerd of er eventuele vervuiling aanwezig is in deze materialen en worden kwaliteitscontroles uitgevoerd.

Het is belangrijk de monsters van elke regio en leeftijdsgroep te verzamelen gedurende een heel jaar. Daarmee kan de invloed van seizoenseffecten worden gekarakteriseerd tijdens de interpretatie van de verzamelde meetgegevens. Verder zal het moment van monsternamen worden geregistreerd om rekening te kunnen houden met eventuele variaties gedurende de dag.

4.1.2.3 Vragenlijsten

Naast het verzamelen van biologische monsters zal er in HBM-NL ook vragenlijstgegevens worden verzameld. Het verzamelen van vragenlijstgegevens is cruciaal voor de waarde en interpretatie van de gemeten blootstelling. Door informatie uit de vragenlijst te koppelen aan de meetresultaten kunnen er op groepsniveau aanwijzingen worden gevonden voor de bron van de blootstelling en/of kunnen er op groepsniveau factoren worden geïdentificeerd die invloed hebben op blootstelling.

Een informatieve vragenlijst bevat onder andere vragen over sociaal demografische factoren, bijvoorbeeld leeftijd, geslacht, opleidingsniveau, beroep, inkomen, etniciteit en woonplaats. Daarnaast

zijn ook vragen over gezondheid, voedingspatroon, leefstijlfactoren (waaronder roken) en het gebruik van verzorgingsproducten van belang. Vermoedelijke bronnen van blootstelling kunnen ook worden uitgevraagd in een vragenlijst. Dit is afhankelijk van de geselecteerde stoffen. Met de gegevens uit de vragenlijst kan worden gekeken naar verschillen in de hoogte van het risico op blootstelling aan bepaalde stoffen tussen specifieke groepen in de populatie en kunnen er mogelijke bronnen van blootstelling worden gevonden. Ook kan deze informatie worden gebruikt voor het bijdragen aan het ontwikkelen van gerichte beleidsmaatregelen om de blootstelling te verlagen.

Het is belangrijk dat er bij het opstellen van de vragenlijst aansluiting wordt gezocht met Nederlandse cohortstudies en Europese HBM-programma's. Dit is belangrijk omdat dit de mogelijke integratie van de verzamelde data kan ondersteunen. De vragenlijst die binnen PARC is opgesteld is daarbij een goede basis (PARC-WP4, 2023a).

In de kostenschatting van HBM-NL is er vanuit kostenoverwegingen uitgegaan van de implementatie van een (online) vragenlijst die zelfstandig door deelnemers wordt ingevuld. Eventuele online vragenlijsten zullen moeten voldoen aan eisen voor privacy, gegevensbescherming en technische betrouwbaarheid. De vragenlijsten kunnen ook worden afgenomen door interviewers, zoals bijvoorbeeld wordt gedaan in GeRES. Dit leidt mogelijk tot een hogere kwaliteit van de verzamelde data. De kosten voor het afnemen van zulke interviews zijn echter niet begroot.

4.1.2.4 Chemische analyse

Voor de metingen van de monsters is het van uiterst belang de juiste laboratoria te selecteren om betrouwbare en vergelijkbare (reproduceerbare) meetresultaten te verkrijgen binnen de gestelde termijnen. De meetmethodes moeten daarom aan internationale kwaliteitsnormen voldoen.

Het is daarnaast vereist dat de meetmethode voor de geselecteerde stoffen (biomarkers) gevalideerd is, zodat resultaten consistent en betrouwbaar zijn. Bij de validatie van een meetmethode wordt vaak gekeken naar de selectiviteit, de sensitiviteit, de gevoeligheid, de range van de metingen, de onzekerheid in de metingen, de precisie (herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid), de robuustheid en juistheid van de methode (Magnusson en Örnemark, 2014; PARC-WP4, 2023b). Ten behoeve van de kwaliteitsborging is het een pluspunt als een laboratorium meedoet aan een (internationale) ringstudie waarin monsters met een bekende concentratie door verschillende laboratoria worden gemeten of als een laboratorium is aangewezen als (Europees) referentie laboratorium. Andere eisen die gesteld worden voor het selecteren van een laboratorium zijn de doorlooptijd van het meten tot het aanleveren van de resultaten. In HBM4EU zijn handleidingen opgesteld die de selectie van laboratoria ondersteunen (HBM4EU-WP9, 2018).

4.1.2.5 Opslag

Binnen het basisprogramma wordt de mogelijkheid tot langdurige opslag van verzamelde biologische monsters voorzien. De nieuw op te zetten

RIVM monsterbank of andere reeds bestaande biobanken bieden hiervoor een goede plek. Langdurige opslag maakt het mogelijke nieuwe analysetechnieken toe te passen wanneer deze beschikbaar komen, en het biedt kansen om onverwachte wetenschappelijke vragen in de toekomst te beantwoorden. Deelnemers zal expliciet toestemming worden gevraagd voor de langdurige opslag van hun monsters. De duur van de opslag wordt helder en transparant gecommuniceerd, zodat deelnemers precies weten waar ze mee instemmen. Belangrijk om te benadrukken is dat toestemming voor langdurige opslag van monsters geheel vrijwillig is en geen enkele invloed heeft op deelname aan het basisprogramma.

4.1.2.6 Data management

Voor aanvang van HBM-NL wordt een datamanagement plan (DMP) opgesteld waarin staat beschreven hoe met de verzamelde data zal worden omgegaan. Aspecten die in het DMP worden beschreven zijn het doel van verzameling van de gegevens, dataopslag en back-up, beschikbaarheid van meta-data en documentatie, wie toegang heeft tot welke data, hoe deze toegang is geregeld en welke beveiligingsmaatregelen er zijn genomen, of data gedeeld kunnen worden met anderen en onder welke voorwaarden hergebruik mogelijk is, bewaring en archivering van de data en de verantwoordelijkheden (rollen) binnen de organisatie van het programma. In het DMP wordt ook beschreven hoe er wordt voldaan aan de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) (EU, 2016). De FAIR-principes zullen een belangrijke leidraad zijn bij het opstellen van het DMP. Binnen PARC zijn handleidingen opgesteld met betrekking tot de invulling van deze principes in de context van HBM (PARC-WP7, 2023).

4.1.3 *Studie resultaten*

4.1.3.1 Interpretatie van de resultaten

Bij aanvang van HBM-NL wordt een analyseplan opgesteld, waarin onder andere staat hoe om te gaan met missende waarden, uitbijters, waarden onder de detectie- en kwantificeringslimiet (LOD en LOQ) en met mogelijke versturende factoren (cofounders). Ook staat hierin hoe groot de steekproef is, hoe om te gaan met niet normaal verdeelde data en welke beschrijvende en statistische modellen er zullen worden gebruikt. De statistisch analyseplannen die zijn vastgelegd in HBM4EU en PARC (HBM4EU-WP10, 2017) zullen het uitgangspunt zijn van het analyseplan voor HBM-NL.

Belangrijke aspecten van het analyseplan zijn:

- Het afleiden van een populatie referentiewaarde in de vooraf gedefinieerde leeftijdsgroepen (Hoopmann et al. 2023).
- Het vergelijken van de gemeten blootstelling van een enkele stof of een mengsel van stoffen met een beschikbare (interne) gezondheidskundige grenswaarde. Deze grenswaarde markeert een niveau van blootstelling waaronder, op basis van de huidige kennis, geen risico voor de gezondheid wordt verwacht.
- Het koppelen van informatie uit de vragenlijsten aan gemeten blootstellingen.

Binnen PARC is in dit kader door VITO de HBM Data Toolkit ontwikkeld (Peeters et al., 2025). Deze kan worden gebruikt om beschrijvende

statistieken te berekenen, te visualiseren en vervolgens te delen met platforms zoals het Europese HBM-dashboard, het *Information Platform for Chemical Monitoring* (IPCHEM) en het MCRA-platform.

4.1.3.2 Analyse van maatschappelijke kosten als gevolg van chemische blootstelling

Door gebruik te maken van aanvullende gegevens van onder andere CBS over ziektelast in Nederland en gegevens uit de literatuur over de kwantitatieve relatie tussen chemische blootstelling(en) en het vóórkomen van aandoeningen kan per ziektebeeld een inschatting worden gemaakt van het risico dat aan een bepaalde blootstelling kan worden toegeschreven. Vanzelfsprekend is de kwaliteit van deze inschatting sterk afhankelijk van de kwaliteit van de gegevens die beschikbaar zijn. Waar de blootstellingsgegevens worden verzameld binnen HBM-NL zullen de aanvullende gegevens (met name zogenaamde blootstelling-responsrelaties) uit epidemiologische studies geïdentificeerd moeten worden. Gegevens over ziektelast in Nederland zijn met hoge mate van detail beschikbaar voor een groot aantal aandoeningen.

Indien het risico op een bepaald ziektebeeld dat aan een bepaalde blootstelling van een chemische stof kan worden toegeschreven is berekend, kan een verdere inschatting gemaakt worden van de maatschappelijke kosten die aan het door de chemische stof veroorzaakte aandoening verbonden zijn. Dergelijke inschattingen zijn omgeven met grote onzekerheden, echter bieden zij een startpunt voor relatieve vergelijkingen tussen blootstellingen en verder onderzoek. Onder andere binnen PARC wordt kennis opgebouwd op dit onderwerp, waarvan gebruik gemaakt zou kunnen worden (PARC-WP6, 2025c)

4.1.3.3 Communicatie van de resultaten

Bij aanvang van HBM-NL wordt een communicatieplan opgesteld. Hierin worden de doelstellingen, de verschillende doelgroepen, de communicatiemiddelen, een planning en verantwoordelijkheden beschreven.

Resultaten van het HBM-NL zullen op individueel niveau worden gecommuniceerd naar de deelnemers en op groepsniveau publiek beschikbaar worden gemaakt. Er is voorzien dat bij de communicatie van deze resultaten meerdere partijen, zoals het RIVM en de GGD, een rol zullen spelen om dit op begrijpelijke wijze terug te koppelen aan burgers.

Individuele resultaten

Alle deelnemers aan HBM-NL krijgen de mogelijkheid de gegevens in te zien die hun deelname aan het programma heeft opgeleverd. Tijdens de *informed consent* procedure zal aan de deelnemers gevraagd worden of zij hun individuele resultaten willen ontvangen. Bij het individueel terugkoppelen van resultaten is het van belang dat er helder uitleg wordt gegeven over de betekenis van de resultaten in relatie tot bronnen van blootstelling en mogelijke risico's ervan. Hiervoor zullen onder andere communicatie-experts van RIVM en de GGD worden betrokken en zal ook de burgervertegenwoordiging in de HBM-NL Stuurgroep een rol spelen. Ook zal gebruik worden gemaakt van de

ervaringen in de nationale HBM-programma's in Duitsland en Vlaanderen, waar gegevens ook op individueel niveau worden teruggekoppeld. In deze programma's wordt rekening gehouden met de mogelijkheid tot een individueel handelingsperspectief, zodat zorgvuldig kan worden afgewogen welke informatie aan de deelnemers wordt teruggekoppeld.

Er wordt ook een plan opgesteld waarin wordt beschreven hoe er met onverwachte en mogelijk klinisch relevante persoonlijke gezondheidsgerelateerde bevindingen wordt omgegaan.

Resultaten op groepsniveau

Resultaten op populatieniveau per leeftijdsgroep zullen anoniem worden gepubliceerd in onder andere wetenschappelijke tijdschriften en toegewijde HBM-NL resultatenrapportages. Communicatie-experts en de Stuurgroep worden betrokken om optimaal te kunnen communiceren richting alle mogelijke doelgroepen zoals de algemene bevolking, beleidsmakers, wetenschappers en industrie. Belangrijke aandachtspunten bij communicatie zijn onder andere beleidsrelevantie, handelingsperspectief, afstemming van de informatie op het expertiseniveau van de doelgroep en gebalanceerd communiceren over de impact van de resultaten op de volksgezondheid.

4.1.4

Innovatie

Om het HBM-programma toekomstbestendig te houden is innovatie essentieel. Er zijn veel ontwikkelingen op het gebied van HBM en de toepassing ervan. Voorbeelden hiervan zijn de ontwikkeling van nieuwe blootstelingsbiomarkers en nieuwe analysemethoden, zoals de toepassing van zogenaamde '*untargeted*' methoden (Manz et al., 2023), nieuwe manieren van het verzamelen van biologisch materiaal (zoals zelf bemonsteren), betere statistische methoden voor de verwerking van de verzamelde meetgegevens en de manier waarop resultaten worden gecommuniceerd naar stakeholders. Om relevant en up-to-date te blijven is het belangrijk een mogelijkheid te hebben de meest relevante vernieuwingen door te voeren binnen het HBM-NL programma.

Ook de rol van HBM-NL in een nationaal signaleringssysteem voor opkomende stoffen is een belangrijk onderwerp voor innovatie. In de eerste ronde van HBM-NL zou een pilot kunnen worden uitgevoerd met de Nederlandse cohort infrastructuur. De Nederlandse cohort infrastructuur is belangrijk om signalen uit HBM-NL verder te kunnen duiden (zie Hoofdstuk 5.1). Met behulp van een pilot kan worden onderzocht welke zaken er nog verder ontwikkeld moeten worden om klaar te zijn voor snelle opschaling. Verder kan dit informatie geven over de kosten van een dergelijk onderzoek.

Welke van de vernieuwende ontwikkelingen de grootste impact gaat hebben op HBM-NL is niet te voorzien. Daarom zal er per cyclus een subsidieprogramma worden uitgeschreven, het innovatiebudget, voor de ontwikkeling en toepassing van vernieuwende ideeën. Hiervoor zal 5% van het budget per cyclus beschikbaar worden gesteld. De exacte voorwaarden en behoeften hiervoor zullen voor elke cyclus worden opgesteld. Belangrijke uitgangspunten zijn dat er gebruik gemaakt zal worden van data of monsters die binnen HBM-NL zijn verzameld en dat de bevindingen op redelijke termijn toepasbaar kunnen zijn binnen het

HBM-NL (basis)programma. Voorstellen voor innovatieprojecten zullen door de Stuurgroep worden getoetst op validiteit en relevantie, waarna de Uitvoeringscommissie van HBM-NL een beslissing zal nemen over implementatie op basis van praktische haalbaarheid.

4.2 **Aanvullende modules**

Binnen het basisprogramma HBM-NL kan de blootstelling aan chemische stoffen in Nederland worden bepaald. Met behulp van aanvullende modules, die aan het basisprogramma kunnen worden toegevoegd, kunnen ook additionele vragen worden beantwoord. De aanvullende modules zijn geen onderdeel van het basisprogramma en maken dus ook geen deel uit van de in dit rapport beschreven kostenschattings. Echter, de infrastructuur die wordt opgebouwd om HBM-NL uit te voeren zal een platform bieden voor het efficiënt uitvoeren van deze modules, onder meer met betrekking tot het includeren van proefpersonen, verzamelen en analyseren van monsters, en het toetsen van (wetenschappelijke) relevantie. Om een voorbeeld te geven van de synergie die kan ontstaan tussen het basisprogramma en aanvullende modules beschrijven we hier vier mogelijke aanvullende modules, waarvan de maatschappelijke en wetenschappelijke waarde als hoog wordt beschouwd. Aanvullende modules kunnen worden uitgevoerd door het HBM-NL consortium, maar kunnen desgewenst ook door externe partijen worden opgezet. Hierbij dienen zij te werken volgens de governance structuur en de kwaliteitscriteria van HBM-NL.

Ter verduidelijking: innovatieprojecten zoals beschreven onder 4.1.4 worden uitgevoerd in een aanvullende module, maar niet alle mogelijke aanvullende modules vallen onder de noemer 'innovatieproject', waarvan de voorwaarden hierboven staan beschreven.

4.2.1 *Inzoomen op geografische aandachtsgebieden*

De gegevens die worden verzameld in het basisprogramma van HBM-NL kunnen aanleiding geven voor vragen die betrekking hebben op specifieke geografische aandachtsgebieden. Gedacht kan worden aan hogere of lagere concentraties van biomarkers van chemische stoffen bij omwonenden van zware industrie of inwoners van sterk verstedelijkte of rurale gebieden. Ook andere bronnen van informatie zoals wetenschappelijke studies, bevindingen uit meetnetten, emissieregistraties, verleende vergunningen, ad hoc (biomonitorings)campagnes of informatie uit het buitenland kunnen aanleiding zijn voor vragen omtrent blootstellingen aan chemische stoffen in specifieke aandachtsgebieden. Hoewel het basisprogramma van HBM-NL een signalerende rol kan hebben in het identificeren van verschillen in blootstelling tussen regio's in Nederland, kan het basisprogramma slechts beperkt antwoord geven op specifieke vragen die kunnen leven in een specifieke regio.

Mocht er een vraag of hypothese voor een specifieke regio worden geïdentificeerd dan kan het opportuun zijn een aanvullende module in te richten die antwoord op deze vraag kan geven. Omdat de vraagstelling die ten grondslag ligt aan het opzetten van de module een specifieke focus heeft, kan de module efficiënt worden ingericht door bijvoorbeeld alleen relevante stoffen te meten en de deelnemers te selecteren op een

manier die de vraag optimaal kan beantwoorden. De omvang en inrichting van een module hangt geheel af van de vraag die beantwoord dient te worden. De gegevens uit het basisprogramma kunnen fungeren als referentie waarmee gevonden waarden in een specifiek aandachtsgebied kunnen worden vergeleken.

Ter illustratie kan worden gekeken naar de HBM programma's in Vlaanderen en Duitsland. In FLEHS-II en FLEHS-III (Vlaanderen) werden deelnemers uit aandachtsgebieden geworven in aanvulling op het basisprogramma. In het Duitse GeRES programma zijn specifieke deelonderzoeken opgezet om onderzoeksvragen omtrent mengselblootstellingen in bepaalde regio's te beantwoorden.

In het GR-advies wordt ook gesteld dat de optie verkend moet worden voor het doen van metingen in de drie bijzondere gemeenten Bonaire, Sint-Eustatius en Saba (Gezondheidsraad, 2024). Deze gemeenten zijn niet meegenomen in het basisprogramma van HBM-NL. De verwachting is dat de blootstelling aan stoffen in Caribisch Nederland anders is dan in Europees Nederland, door verschillen in bronnen, leefomgeving, arbeidsomstandigheden, consumptiegedrag en leefstijl. De drie bijzondere gemeenten zouden kunnen worden meegenomen in een aanvullende module die kan bouwen op de infrastructuur zoals die is opgezet voor het HBM-NL basisprogramma.

4.2.2 *Onderzoek naar de associatie tussen chemische stoffen en gezondheidseffecten*

Het HBM-NL programma kan ook een signaleringsfunctie hebben in het identificeren van mogelijke gezondheidseffecten van chemische stoffen. Door de stoffen die worden gemeten in het basisprogramma in een dwarsdoorsnedeonderzoek te relateren aan gezondheidseffecten kunnen nieuwe signalen over de mogelijke impact van chemische stoffen op de gezondheid worden geïdentificeerd. Voor het meten van gezondheidseffecten zijn verscheidene methoden beschikbaar zoals zogenaamde 'effectbiomarkers', vragenlijstgegevens, of nationale databases waarin ziekte en gezondheidsgegevens worden bijgehouden. Een aanvullende module in HBM-NL kan zich richten op het additioneel meten van effectbiomarkers in de monsters van de deelnemers in het basisprogramma of op het koppelen van bestaande gegevens aan de gemeten blootstelling. Indien er voldoende gegevens beschikbaar zijn uit metingen, vragenlijsten of databases, kan met statistische methoden de relatie tussen blootstelling aan chemische stoffen en mogelijke gezondheidseffecten worden beschreven. De nieuwe verbanden die hier worden geïdentificeerd, kunnen leiden tot nieuwe hypothesen die in aanvullend onderzoek verder kunnen worden onderzocht. Nieuwe hypothesen kunnen ook worden geïdentificeerd door chemische stoffen te meten die niet in het basisprogramma zijn opgenomen en deze (ook) te relateren aan gezondheidseffecten. In elk geval is vervolgonderzoek noodzakelijk om conclusies met betrekking tot causaliteit te kunnen trekken.

De exacte inrichting van een module die focust op het identificeren van nieuwe hypothesen rond de associatie tussen chemische stoffen en gezondheidseffecten is afhankelijk van de keuze die wordt gemaakt met betrekking tot het meten van het gezondheidseffect, bijvoorbeeld door

het bepalen van (gezondheids)effectmarkers of door het koppelen aan bestaande gegevens (databases) over klinische diagnoses.

We beschrijven hieronder twee routes die kunnen worden gevolgd om binnen HBM-NL te werken aan het identificeren van nieuwe hypothesen rond de associatie tussen chemische stoffen en gezondheidseffecten.

Bepalen van effectmarkers

Het bepalen van effectbiomarkers binnen HBM-NL kan leiden tot het identificeren van nieuwe associaties tussen blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten. Het belang van de toepassing van het meten van effectbiomarkers in HBM wordt onderstreept door organisaties als de OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) en EFSA (*European Food Safety Authority*). Beide organisaties werken aan het ontwikkelen van richtlijnen voor de toepassing van effectbiomarkers ten behoeve van het identificeren of versterken van blootstelling-effect relaties, waarmee de risicobeoordeling van chemische stoffen beter kan worden uitgevoerd (EFSA, 2024; OECD, 2025a; OECD, 2025b). Klinisch relevante effectbiomarkers (bijvoorbeeld schildklierhormoon, biomarkers gerelateerd aan nierfunctie of het HbA1c niveau in bloed voor de diagnose van diabetes) zijn markers waarvan de fysiologische rol goed bekend is en die veelvuldig worden toegepast en/of waarvoor referentiewaarden beschikbaar zijn in klinische en epidemiologische contexten (Rodríguez-Carrillo et al., 2023). De interpretatie van klinische effectbiomarkers door medische professionals kan in sommige gevallen resulteren in de diagnose van gezondheidseindpunten. Er zijn een klein aantal klinische effectbiomarkers door de OECD gevalideerd voor vier gezondheidseffecten (Hopf et al., 2024; OECD, 2022, 2025a; OECD, 2025b; Zare Jeddi et al., 2021). Indien er sterke associaties tussen blootstellingsmarkers en klinische effectbiomarkers worden gevonden in het HBM-NL kunnen deze informatief zijn voor het afleiden van grenswaardes (HBM-GV's).

Ook kan er onderzoek gedaan worden naar associaties tussen blootstelling en pre-klinische effectbiomarkers van gezondheidsrisico's. Preklinische effectbiomarkers van gezondheidsrisico's (bijvoorbeeld biomarkers voor oxidatieve stress of specifieke biomarkers voor een bepaald type kanker) zijn indicatief voor een specifieke aandoening of groep van aandoeningen. Deze markers kunnen informatief zijn voor vroegtijdige signalering van de mogelijke impact van een gemeten blootstelling op de gezondheid. Om de impact van blootstelling op specifieke gezondheidsaandoeningen beter te duiden is aanvullend toxicologisch en epidemiologisch onderzoek vaak nodig, om de bruikbaarheid als betrouwbare indicatoren van gezondheidseffecten door chemische blootstelling vast te stellen (Rodríguez-Carrillo et al., 2023).

In het Vlaamse HBM-programma, FLEHS, worden sinds de derde cyclus van het programma, FLEHS3, effectbiomarkers gebruikt om vroege gezondheidseffecten van blootstelling aan schadelijke stoffen te onderzoeken (onder andere Hassen et al., 2025; Koppen et al., 2020; van Larebeke et al., 2023; Verheyen et al., 2021). In het Duitse HBM-programma worden geen effectbiomarkers meegenomen.

Koppelen aan bestaande gegevens binnen Health-RI

Health-RI biedt een platform voor de integratie van gegevens uit HBM-NL met aanvullende databronnen zoals ziekteregeertraties of de Nederlandse cohortinfrastructuur. Binnen dit platform werken Nederlandse partijen aan het veilig en efficiënt koppelen van gezondheids- en gezondheidswetenschappelijke data ter bevordering van de gezondheid van burgers en patiënten. Bronnen waaraan gekoppeld zou kunnen worden zijn bijvoorbeeld de Nederlandse Kankerregistratie, de Landelijke Medische Registratie⁷ en de Dutch Hospital Data registratie⁸, Hart en Vaat Cijfers⁹, Perined¹⁰ voor geboorte- en zwangerschapsuitkomsten, Nefrovisie¹¹ voor nierziekten en dialyse, en CBS data.

Binnen Health-RI kan ook worden gekoppeld aan de rijke infrastructuur van longitudinale cohorten die binnen Nederland beschikbaar is. Deze kan worden gebruikt voor aanvullend onderzoek op basis van hypothesen die zijn geïdentificeerd in het HBM-NL basisprogramma. Veel van de cohorten zijn georganiseerd in organisaties als het Nationaal Cohort Consortium (NCC) en UMCNL. Voordelen van deze longitudinale cohorten ten opzichte van HBM-NL is dat ze hun studiepoulaties vaak al jaren volgen en daarmee inzicht hebben verkregen in het vóórkomen van ziekte in de populatie, uitspraken kunnen doen over longitudinale blootstellingspatronen en daarmee mogelijk in staat zijn uitspraken te doen over de causaliteit van nieuw geïdentificeerde associaties tussen blootstelling en gezondheidseffecten.

Health-RI speelt een rol als nationale schakel in het realiseren van de Europese doelen van de *European Health Data Space* (EHDS) binnen Nederland. Door het ontwikkelen van een landelijke infrastructuur voor het verantwoord delen van gezondheidsdata, zorgt Health-RI ervoor dat Nederlandse data-uitwisseling aansluit bij de Europese standaarden en regelgeving. Door samenwerking met Health-RI kan HBM-NL deel gaan nemen aan Europese datanetwerken die binnen de EHDS zullen worden opgezet.

4.2.3 *Inzoomen op beroepsmatige blootstelling*

Het doel van een module gericht op werknemers is het verkrijgen van beter inzicht in de blootstelling aan chemische stoffen binnen specifieke beroepsgroepen of sectoren. Met deze informatie is gericht toezicht en handhaving mogelijk en kunnen blootstellingen die mogelijk kunnen leiden tot gezondheidseffecten vroegtijdig worden gesignaleerd en voorkomen. Verder kunnen door de hogere blootstellingsniveaus van werknemers mogelijk gemakkelijker verbanden worden gelegd tussen blootstelling en gezondheidseffecten.

Voor veel werkenden kan blootstelling aan chemische stoffen op de werkplek een belangrijk aandeel vormen van de totale blootstelling. Omdat beroepsmatige blootstelling vaak een stuk hoger is dan de

⁷ <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/maatwerk-en-microdata/microdata-zelf-onderzoek-doen/microdatabestanden/lmr-landelijke-medische-registratie>

⁸ <https://www.dhd.nl/producten-diensten/registratie-data>

⁹ <https://www.hartenvaatcijfers.nl/>

¹⁰ <https://www.perined.nl/>

¹¹ <https://www.nefrovisie.nl/>

blootstelling in de algemene populatie, komen historisch gezien vaak de eerste signalen dat verhoogde blootstelling aan een bepaalde stof tot gezondheidseffecten kan leiden (zoals bij asbest, chroom-6, lood en benzeen) uit studies met werknemers. Door het ontbreken van een wettelijk kader, lijkt HBM in Nederland nog maar beperkt ingezet te worden om blootstelling in de werksituatie te monitoren, maar is er tegelijk ook beperkt zicht op eventuele resultaten, omdat deze vaak vertrouwelijk binnen een bedrijf of arbodienst blijven.

Een additionele module die zich richt op beroepsmatige blootstelling vraagt om een andere benadering dan het basisprogramma, dat zich richt op de algemene bevolking. Daardoor zijn hier deels andere stakeholders zoals werkgevers, vakbonden, arbodiensten en sectororganisaties betrokken. Het basisprogramma kan gebruikt worden om de blootstelling aan een bepaalde stof in de algemene Nederlandse bevolking te bepalen. Deze kan gebruikt worden om de blootstelling in specifieke beroepsgroepen mee te vergelijken.

Binnen een module voor beroepsmatige blootstelling kan er gericht onderzoek gedaan worden naar relevante stoffen, inclusief een uitgebreide contextuele vragenlijsten (over huidige functie, beroepsgeschiedenis en stoffen waarmee gewerkt wordt), omgevingsmetingen op de werkplek, en, afhankelijk van de stof, specifieke bemonsteringsschema's (voor/na de werkdag of -activiteit). Deelnemers binnen zulke modules kunnen via arbodiensten en bedrijven worden geworven. Een succesvolle implementatie van een module gericht op beroepsmatige blootstelling vereist harmonisatie van vragenlijsten en methoden met bestaande initiatieven zoals het Landelijk Expertisecentrum Stoffengerelateerde Beroepsziekten (Lexces), PARC, en internationale richtlijnen (OECD occupational biomonitoring guidance, EU-OSHA, 2025).

Stakeholderbetrokkenheid is essentieel bij de selectie van stoffen en de vormgeving van een HBM-module gericht op beroepsmatige blootstelling. Binnen het Lexces lopen verschillende onderzoeksactiviteiten op dit onderwerp en dit samenwerkingsverband kan worden benut voor de uitwerking van een module beroepsmatige blootstelling.

4.2.4 *Burgerbetrokkenheid*

Burgerbetrokkenheid is een belangrijk aandachtspunt binnen HBM-NL. In de huidige opzet van het basisprogramma wordt al voorzien dat burgers meedenken over relevante stoffen en hun informatiebehoefte. Burgers zullen ook worden betrokken om de begrijpelijkheid en bruikbaarheid van vragenlijsten, informatiematerialen en onderzoeksresultaten te evalueren. Zo wordt er gezamenlijk gewerkt aan het identificeren van gemeenschappelijke zorgen of problemen en een transparante duiding van de resultaten.

In lijn met het advies van de Gezondheidsraad (2024) is het wenselijk om burgers en maatschappelijke partijen in alle fasen van het HBM-programma te betrekken. Dit bevordert niet alleen de kwaliteit van het milieu- en gezondheidsbeleid, maar vergroot ook het draagvlak en het vertrouwen in het programma.

In een module gericht op burgerbetrokkenheid kunnen burgers nog actiever betrokken worden bij het programma. Het instellen van adviesgroepen of het organiseren van focusgroepen of ronde tafel sessies biedt ruimte aan burgers om structureel mee te denken, bijvoorbeeld over beleidsimplicaties of vervolgonderzoek.

Burgerbetrokkenheid zou verder nog vorm kunnen krijgen door een zelfafname programma in te richten. Het Samen Meten Platform van het RIVM richt zich nu op het meten van luchtkwaliteit samen met burgers. Dit platform zou benut kunnen worden voor het werven van deelnemers voor een pilotstudie rond zelfafname, maar ook om geïnteresseerde en betrokken burgers te vinden die willen meedenken in ronde-tafel-sessies. Zelfafnamekits voor bloed (bijvoorbeeld via vingerprik, of gedroogde bloeddruppels) en urine kunnen per post worden verstuurd en analyse hiervan kan in centrale laboratoria plaatsvinden. Methoden ter bevordering van de kwaliteit van de verzamelde gegevens in een zelfafnameprogramma zijn ontwikkeld in het Samen Meten programma en kunnen worden gebruikt om de inrichting van een module binnen HBM-NL te optimaliseren.

In andere landen wordt burgerbetrokkenheid op diverse manieren ingevuld. In Vlaanderen worden burgers betrokken via perceptievragenlijsten en ronde-tafel-sessies rondom specifieke thema's zoals binnenmilieu of zeer zorgwekkende stoffen. Ook worden adviesgroepen ingezet voor het selecteren van aandachtsgebieden.

5 Bouwen op nationale en internationale expertise, voorzieningen en infrastructuren

Voor de opbouw en het uitvoeren van HBM-NL kan gebruik worden gemaakt van een netwerk van nationale en internationale expertise, voorzieningen en infrastructuren. We beschrijven hieronder respectievelijk een aantal nationale en internationale partijen die van belang zullen zijn bij het opzetten en uitvoeren van HBM-NL. In de opstartfase van HBM-NL zal met deze partijen moeten worden besproken hoe de eventuele samenwerking vorm kan krijgen. Tevens zullen er na verloop van tijd waarschijnlijk aanvullende partijen worden geïdentificeerd waarmee een mogelijke samenwerking opgezet kan worden. In het consortium van het HBM-NL programma is een afvaardiging voorzien vanuit deze (samenwerkende) partijen.

5.1 Nederlandse cohort infrastructuur

Er is in Nederland een rijke infrastructuur van verschillende cohorten. Deze zijn grotendeels georganiseerd binnen consortia als het Nederlands Cohorten Consortium (NCC) en GECCO (*Geoscience and health cohort consortium*). Bij een deel van de Nederlandse cohorten zijn biologische monsters afgenomen en langdurig opgeslagen. Metingen van chemische stoffen in deze monsters kunnen, in samenhang met gegevens over de gezondheid van de deelnemers in de cohorten, worden gebruikt om additioneel onderzoek uit te voeren naar de relatie tussen chemische blootstellingen en het vóórkomen van chronische gezondheidsaandoeningen.

De cohorten zijn vaak gelieerd aan Universitaire Medische Centra (UMC's) die verenigd zijn in de koepelorganisatie UMCNL. De 14 publieke universiteiten (verenigd in het UNL) zijn tezamen met UMCNL belangrijk voor de onderzoeks- en data-infrastructuur in Nederland.

In het kader van de rol van HBM-NL in een nationaal monitoringsysteem voor opkomende stoffen is de Nederlandse cohort infrastructuur belangrijk om signalen uit HBM-NL nader te kunnen onderzoeken in additionele vervolgstudies. Voorbeelden zijn het onderzoeken van associaties met klinisch gevalideerde gezondheidsuitkomsten, inzoomen op bepaalde bevolkingsgroepen, onderzoek naar determinanten van geobserveerde blootstellingen en onderzoek naar historische blootstellingen. Omgekeerd kunnen signalen met betrekking tot stoffen gerelateerde gezondheidsrisico's die in cohorten zijn opgemerkt worden vervolgd in HBM-NL. Onder andere door inzicht te geven in nationale blootstellingspatronen van deze stoffen.

Om signalen efficiënt te kunnen onderzoeken is het belangrijk dat HBM-NL en de Nederlandse cohort infrastructuur goed op elkaar aangesloten zijn. Aspecten waaraan gedacht moet worden zijn onder andere duidelijke aanspreekpunten binnen beide partijen (dit wordt gefaciliteerd door een gezamenlijke rol in de Stuurgroep), detail overzicht van beschikbare gegevens en monsters binnen HBM-NL en de cohorten, organisatorische voorbereiding voor een mogelijke 'spoed' aanvraag voor aanvullende analyses in HBM-NL of de cohorten. Binnen HBM-NL

zal deze voorbereiding plaatsvinden in het kader van de opzet van het basisprogramma. De interactie met de Nederlandse cohorten kan binnen een pilot in het kader van het innovatieproject worden getest (zie Hoofdstuk 4.1.4).

Naast infrastructuur en data is er binnen de Nederlandse cohort consortia ook veel kennis beschikbaar over het opzetten en uitvoeren van grootschalige studies met vrijwillige deelnemers. Deze expertise is van groot belang voor het opzetten van HBM-NL. Daarom is een rol voor UMCNL voorzien in de Stuurgroep en de Infrastructurele ondersteuningsraad.

5.2 PIENTER

Het PIENTER-project is een grootschalig, door RIVM uitgevoerd, nationaal programma dat de bescherming tegen infectieziekten in Nederland onderzoekt. Dit programma wordt elke tien jaar herhaald (de aanvang van de vierde ronde is voorzien in 2026). Het hoofddoel van dit project is het bepalen van leeftijdsspecifieke seroprevalentie van ziekten die onder het Rijksvaccinatieprogramma vallen. Hiervoor worden verschillende typen lichaamsmateriaal verzameld en een uitgebreide vragenlijst afgenomen in een grote groep deelnemers (in PIENTER-3 waren dit 9415 deelnemers) uit Nederland en Bonaire, Sint Eustatius en Saba. Het onderzoek richt zich ook op contactpatronen, blootstelling aan chemische stoffen en leefstijlfactoren zoals voeding, nicotine- en alcoholgebruik. De gegevens die worden verzameld binnen PIENTER worden gekoppeld aan CBS-gegevens waarmee er gekeken kan worden naar associaties tussen metingen in de studie en gezondheidsdata, medicatiegegevens en sociaal economische status.

Samenwerking met PIENTER kan voordelen hebben voor HBM-NL. Er kan onder andere synergie worden gevonden door de complementariteit van de programma's goed in de gaten te houden. In de uitvoering van het HBM-NL programma kan praktisch gebruik gemaakt worden van de infrastructuur, kennis en het netwerk dat is opgezet om de PIENTER studies uit te voeren.

De doelen van HBM-NL en PIENTER liggen echter dusdanig uit elkaar dat een volledige integratie van de twee programma's niet voor de hand ligt. Om HBM-NL en PIENTER te combineren zou een zeer breed *informed consent* van de deelnemers nodig zijn. Verder zou er ter voorkoming van overbelasting van studiedeelnemers een focus nodig zijn in de vragenlijsten die worden afgenomen. Ook de uit te voeren bepalingen op het verzamelde biologische materiaal zouden van elkaar afwijken en is het onzeker of er voldoende biologisch materiaal kan worden afgenomen om de doelstellingen van HBM-NL en PIENTER voldoende te behalen, zeker bij kinderen.

5.3 GGD-infrastructuur

Dankzij hun sterke verbinding met de regio kunnen GGD'en signalen, zorgen en informatiebehoefte uit de gemeenschap snel en effectief vertalen naar het HBM-NL programma. Zij kunnen hiermee in de Stuurgroep een belangrijke bijdrage leveren aan bijvoorbeeld de selectie van stoffen, interpretatie van de resultaten en meedenken over

handelingsperspectieven. Tegelijkertijd zijn zij uitstekend in staat om de resultaten van HBM-NL samen met het RIVM op begrijpelijke wijze terug te koppelen aan burgers in hun werkgebied. Daarnaast beschikken de GGD'en over een netwerk van regionale locaties en faciliteiten voor bijvoorbeeld bloedafname en opslag, die eventueel kunnen worden ingezet om deelname aan het HBM-programma laagdrempelig en toegankelijk te maken. Door hun ervaring met regionale werving, voorlichting en begeleiding van deelnemers kunnen GGD'en een belangrijke bijdrage leveren aan het vergroten van het bereik, de betrouwbaarheid en het maatschappelijk draagvlak van HBM in Nederland.

5.4 Health-RI

De missie van Health-RI is een betere gezondheid voor burgers en patiënten door hergebruik van gezondheids- en gezondheidswetenschappelijke data met een geïntegreerde data-infrastructuur voor onderzoek, beleid en innovatie.

Als nationale infrastructuur voor gezondheidsdata, biobanken en onderzoek ondersteunt Health-RI de integratie en harmonisatie van gegevensverzameling, opslag en uitwisseling. Dit sluit goed aan bij de behoeften van HBM-NL, waarbij betrouwbare, gestandaardiseerde en goed toegankelijke data centraal staan. Bovendien heeft Health-RI ruime ervaring met het waarborgen van privacy, ethiek en dataveiligheid, cruciale aspecten bij het werken met gevoelige persoonsgegevens. Door haar netwerkfunctie kan Health-RI onderzoekspartijen, zorginstellingen en beleidsmakers verbinden met HBM-NL, waardoor samenwerking en kennisdeling wordt gestimuleerd. Samenwerking met Health-RI draagt ook bij aan de duurzaamheid en schaalbaarheid van het HBM-programma, door bestaande infrastructuren en expertise binnen Health-RI optimaal te benutten.

Binnen Health-RI zou een *Trusted Research Environment* (TRE) gebruikt kunnen worden om koppelbare gegevens op persoons- en adresniveau veilig beschikbaar te stellen aan geautoriseerde onderzoekers. Het uitgangspunt van een faciliteit als deze is het waarborgen van de privacy en het voorkomen van identificatie van individuen. Door de HBM-NL data via de Health-RI TRE beschikbaar te maken, ontstaat de mogelijkheid om deze data op individueel niveau te koppelen aan andere relevante datasets, zoals gegevens van het CBS en Nederlandse zorgregistraties (bijvoorbeeld Nivel (Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg) en IKNL (integraal kankercentrum Nederland)). Hierdoor kunnen onderzoekers de HBM-NL data in samenhang met sociaaleconomische en gezondheidsgegevens analyseren, wat belangrijk is voor de waarde en impact van HBM-NL.

5.5 Samen meten

Het door het RIVM beheerde "Samen Meten" platform stimuleert en faciliteert het gezamenlijk meten van milieufactoren door burgers, gemeenten en andere partijen, bijvoorbeeld via het gebruik van sensoren en het delen van meetresultaten. Binnen HBM-NL kan in samenwerking met Samen Meten een aanvullende module worden ontwikkeld waarin een burgerwetenschapsaanpak rondom HBM wordt

gevolgd. Burgers kunnen zo actief participeren in het verzamelen van gegevens over blootstelling, bijvoorbeeld via thuissampling of het delen van relevante gezondheidsinformatie. Dit vergroot niet alleen het draagvlak en de bewustwording in de samenleving, maar biedt ook kansen voor het verzamelen van fijnmazige data en het signaleren van lokale of nieuwe risico's. De expertise van het "Samen Meten" platform op het gebied van datakwaliteit, communicatie en burgerbetrokkenheid maakt het platform tot een waardevolle partner voor het verder ontwikkelen van innovatieve, participatieve modules binnen HBM-NL.

5.6 Nederlandse meetnetten en peilingen

De Nederlandse meetnetten die door het RIVM worden beheerd, zoals het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, de emissieregistratie en andere milieumeetnetten, leveren inzicht in de aanwezigheid en concentraties van enkele schadelijke stoffen in het milieu, zoals lucht en grondwater. De mate en frequentie waarin gegevens worden verzameld verschilt per meetnet. Hetzelfde geldt voor de peilingen en meetnetten aangaande blootstelling via voedsel, waarvoor gebruik kan worden gemaakt van de Voedselconsumptiepeiling en het Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten. Door de interactie tussen de meetnetten en peilingen en HBM-NL kunnen nieuwe risico's eerder worden gesignaleerd. Wanneer verhoogde concentraties in het milieu of voedsel worden waargenomen, kan dit namelijk aanleiding zijn om via HBM te onderzoeken of en in welke mate de bevolking daadwerkelijk (inwendig) aan deze stoffen wordt blootgesteld. Omgekeerd kunnen signalen uit HBM-onderzoek, zoals onverwacht hoge niveaus van bepaalde stoffen in het menselijk lichaam, aanleiding zijn te adviseren gericht te meten in het milieu, voedsel of consumentenproducten en bronnen op te sporen. Deze wisselwerking versterkt de risicobeoordeling en maakt het mogelijk om sneller en gericht beleidsmaatregelen te nemen ter bescherming van de volksgezondheid. De betrokkenheid van het RIVM als beheerder van deze meetnetten garandeert bovendien de wetenschappelijke kwaliteit en samenhang tussen milieumonitoring en HBM in Nederland.

5.7 Lexces

Een goede samenwerking met het Landelijk Expertisecentrum Stoffengerelateerde Beroepsziekten (Lexces) zal bijdragen aan het efficiënt inrichten van eventuele aanvullende modules op het gebied van beroepsmatige blootstelling aan schadelijke stoffen binnen HBM-NL. Lexces beschikt over uitgebreide expertise in het signaleren, onderzoeken en monitoren van beroepsziekten die gerelateerd zijn aan blootstelling aan chemische stoffen op de werkvloer. Door de inzet van HBM kan Lexces samen met andere partijen nauwkeuriger in kaart brengen aan welke stoffen werknemers daadwerkelijk worden blootgesteld en hoe dit samenhangt met effecten op de gezondheid. Het gebruik van HBM-data biedt zo de mogelijkheid om arbeidsomstandigheden gericht te evalueren, trends in beroepsmatige blootstelling te volgen en effectieve preventieve maatregelen te ontwikkelen en te evalueren. De betrokkenheid van Lexces zorgt er bovendien voor dat de resultaten van het HBM-NL direct kunnen worden vertaald naar beleidsadvies, ondersteuning van werkgevers en werknemers en het verbeteren van de arbeidsveiligheid in Nederland.

5.8 Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (PARC)

PARC is een 7-jarig Europees onderzoeks-partnerschap (2022–2029), medegefinancierd door de Europese Commissie via Horizon 2020, met een totale financiering van €400 miljoen. PARC werkt nauw samen met EU-agentschappen zoals de Europese Voedselautoriteit (EFSA) het Europese Agentschap voor chemische stoffen (ECHA) en het Europees Milieuagentschap (EEA) om beleidsimplementatie van de onderzoeksresultaten te bespoedigen.

Een belangrijke focus van PARC ligt op het verzamelen van geharmoniseerde HBM-gegevens in heel Europa via de PARC *aligned studies*. Deze bestaan uit studies onder de algemene bevolking en de beroepsbevolking uit 16 landen, waarvan de gegevens begin 2027 worden verwacht. De huidige methodiek van monsterverzameling en de resultaten in PARC zijn grotendeels openbaar en bieden de kans HBM-NL zo te ontwerpen dat de resultaten optimaal kunnen worden vergeleken met resultaten die zijn verzameld op Europees niveau.

Belangrijke aspecten van PARC waarop HBM-NL kan bouwen zijn:

- Partnerschap: het makkelijk delen van gegevens en kennis tussen Europese partners.
- PARC *aligned studies*: de doorlopende HBM-studies naar blootstelling aan chemische stoffen binnen de algemene bevolking (kinderen, jongeren en volwassenen) in meerdere landen en regio's en de beroepsbevolking. Het gebruik van gestandaardiseerde methodes, kwaliteitsborgingsprogramma's en harmonisatie van laboratoriummethoden. Uitgebreide monitoring van prioritaire stoffen en gezondheidseffecten.
- PARC geharmoniseerde modellen infrastructuur: de beschikbaarheid van platformen die bestaan uit modellen voor mengselrisicobeoordeling, geaggregeerde blootstelling en het berekenen van zorgkosten (PARC 2025a, b en c).
- Gezondheidskundige grenswaarden: de (door)ontwikkeling van gezondheidskundige grenswaarden die geschikt zijn voor (mengsel)risicobeoordelingen op basis van HBM-gegevens.
- Beleidsondersteuning: de interactie met de Europese Commissie en EU-agentschappen en de ministeries van de Europese Lidstaten.
- Open en toegankelijke gegevens: het(door)ontwikkelen van methodes om data volgens de FAIR-principes op te slaan en beschikbaar te maken.

5.9 Environment and Health Process partnership on Human Biomonitoring

Het *Environment and Health Process (EHP) partnership on Human biomonitoring* is opgericht door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) met als doel HBM te bevorderen als wetenschappelijk instrument om besluitvorming te ondersteunen, kennis en ervaring te delen en de capaciteit te vergroten binnen de Europese regio van de WHO om HBM in te zetten bij de regulering van gevaarlijke chemicaliën ter bescherming van de volksgezondheid (WHO-Europe, 2025). Nederland is één van de 23 partners in dit partnerschap.

De belangrijkste aspecten waarop HBM-NL kan bouwen zijn:

- Samenwerking binnen de WHO Europese regio op het gebied van HBM.
- Makkelijke uitwisseling van kennis, ervaring en expertise tussen landen en instellingen.
- Capaciteitsopbouw door middel van training, regelmatige bijeenkomsten en technische en methodologische ondersteuning.
- Toegang tot relevante kennis, instrumenten en infrastructuur.
- Het identificeren van hiaten en gezamenlijke uitdagingen, en het verkennen van oplossingen op nationaal, sub regionaal en regionaal niveau.

5.10 One Substance, One Assessment

In november 2025 heeft de Europese Commissie een pakket wetvoorstellen aangenomen die de beoordeling van chemische stoffen onder de zogenaamde *One Substance, One Assessment* (OSOA) aanpak moet faciliteren (EU, 2025). Deze is in januari 2026 van kracht gegaan. Als onderdeel van OSOA is middels een verordening (EU 2025/2455) onder andere het opzetten van een gemeenschappelijk dataplatform voor het verzamelen van HBM-gegevens onder verantwoordelijkheid van EEA en ECHA vastgelegd.¹² Verder wordt het op termijn opzetten van een EU-brede HBM-studie genoemd waarbinnen, onder coördinatie van ECHA, EFSA en EEA gegevens worden verzameld voor alle lidstaten. Verschillende Europese landen hebben al een vastgesteld nationaal HBM-programma (bijvoorbeeld Duitsland (sinds 1977/1985), Tsjechië (sinds 1994), Vlaanderen (sinds 2002), Slovenië (sinds 2007), Spanje (sinds 2009), Frankrijk (sinds 2014)). Het is nog niet duidelijk hoe de EU-brede HBM-studie aansluit bij deze nationale programma's. Met HBM-NL kan Nederland ook bijdragen aan de activiteiten onder OSOA en tegelijk een stem hebben in de discussie over de inrichting van een dergelijke EU-breed HBM-programma.

¹² <https://ipchem.jrc.ec.europa.eu/>

6 Kostenschatting

Er is een kostenschatting gemaakt voor de eerste vijfjarige cyclus van HBM-NL, zoals beschreven in Hoofdstuk 4.1. Hier is uitgegaan van de werving van 1500 deelnemers uit de algemene bevolking en waarbij in biologische monsters 100 verschillende blootstellingsmarkers voor chemische stoffen worden gemeten op een nader te bepalen centrale locatie. Deze kostenschatting is tot stand gekomen op basis van verkregen inzichten door gesprekken met de organisaties verantwoordelijk voor Belgische en Duitse HBM-programma's en de door RIVM georganiseerde PIENTER-studie en de bevolkingsonderzoeken.

De kostenschatting voor één cyclus bevat de volgende onderdelen:

1. Programma-organisatie en management. Coördinatie, kwaliteitsborging, projectmanagement en afstemming met consortium en stakeholders zijn essentieel voor het verloop van het programma.
2. Werving van deelnemers en veldwerk. Hier vallen kosten onder voor voorlichtingscampagnes, informatiepakketten, contactmomenten en compensatie voor deelnemers. Ook de kosten voor het veldwerk voor monsterverzameling vallen hieronder. Hier betreft het onder andere kosten voor logistiek, bloedafname op centrale afnamepunten, training van veldwerkers, transport van monsters en de aanschaf van benodigde materialen.
3. Monster voorbereiding en analyse. De laboratoriumanalyse van 100 blootstellingsmarkers vormen de grootste kostenpost van HBM-NL. Hieronder vallen ook kosten voor de voorbereiding, het versturen en de langdurige opslag van de monsters.
4. Data-analyse en -management. De verwerking van de laboratoriumresultaten, digitale vragenlijsten, koppeling aan vragenlijstdata, statistische analyses, het opstellen van rapportages, bepalen van referentiewaarden en het lanceren van een website. Hieronder vallen ook kosten voor ICT-systemen, het waarborgen van de privacy van de deelnemers, en het voldoen aan de FAIR-principes.
5. Communicatie en disseminatie resultaten. Hieronder vallen de rapportage van de resultaten, communicatie over de resultaten naar het algemene publiek en de wetenschappelijke wereld en publicatie van aanbevelingen.
6. Overig. Hieronder vallen onder andere de voorbereiding van het programma (zoals METC aanvraag en het opstellen van contracten en de vragenlijst).
7. Innovatie. Om het programma toekomstbestendig te houden, wordt 5% van het budget gereserveerd voor innovatie. Hiervoor wordt een call uitgeschreven.

De geschatte kosten van deze onderdelen zijn:

1. Programma-organisatie en management: €3,5 miljoen
2. Werving van deelnemers en veldwerk: €2 miljoen
3. Monster voorbereiding en analyse: €8 miljoen
4. Data-analyse en -management: €4 miljoen

5. Communicatie en disseminatie resultaten: €1 miljoen
6. Overig: €0,5 miljoen
7. Innovatie: €1 miljoen

Dit komt neer op €20 miljoen voor de eerste cyclus van vijf jaar. Omdat dit de eerste cyclus is van een nationaal HBM-programma moet er rekening gehouden worden extra kosten voor de opzet van het programma. Daarnaast moet rekening gehouden worden met hogere kosten gedurende de looptijd door inflatie. Daarom moet er rekening gehouden worden met onvoorziene kosten van maximaal 10%. Deze kosten zijn vergelijkbaar met de kosten van de laatste ronde van het Duitse HBM-programma (GerES VI), waarin bij ~1500 volwassenen 130 verschillende stoffen zijn gemeten.

In deze kostenschatting zijn de kosten voor aanvullende modules zoals beschreven in Hoofdstuk 4.2 niet meegenomen.

6.1 Keuzemogelijkheden

In de huidige kostenschatting is rekening gehouden met de randvoorwaarden zoals gesteld in het GR advies en is er een keuze gemaakt om het programma te beperken tot het bepalen van nationale (en geen regionale) referentiewaarden in drie leeftijdsgroepen. Het aantal personen dat wordt geïnccludeerd en het aantal stoffen dat wordt gemeten bepalen voornamelijk de kosten. Het reduceren van het aantal te meten stoffen of het verlagen van het aantal inclusies kan leiden tot een verlaging van de totale kosten (zie Tabel 2). Het benutten van bestaande infrastructures kan eveneens bijdragen aan kostenreductie; echter, aangezien het merendeel van de kosten gerelateerd is aan de uitvoering van de metingen, zal het effect hiervan beperkt zijn.

Het niveau van aggregatie waarop referentiewaarden worden berekend (nationaal versus regionaal) en het aantal populatiegroepen dat met elkaar wordt vergeleken heeft invloed op het aantal deelnemers dat wordt geïnccludeerd, en daarmee op de groepsgrootte.

Tabel 2 geeft een indicatie van de geschatte consequenties van bepaalde keuzemogelijkheden. Het is belangrijk om te onderstrepen dat deze keuzemogelijkheden naast consequenties voor de kostenschatting ook consequenties hebben voor (de kwaliteit van) de informatie die in HBM-NL wordt gegenereerd.

Tabel 2 Steekproefgrootte en kosteninschatting voor verschillende keuzemogelijkheden voor HBM-NL

Alternatief	Aantal regio's	Aantal stoffen	Steekproefgrootte	Kosten-schatting
Basisscenario	1	100	1500 ¹	€20 miljoen
Meer regio's	4	100	6000	€50 miljoen
Minder stoffen	1	50	1500	€16 miljoen
Minder deelnemers	1	100	750	€15 miljoen
Meer deelnemers	1	100	3000	€30 miljoen

¹ De powerberekening is te vinden in Appendix 1.

7 Discussie en conclusies

In 2024 heeft de GR geadviseerd een nationaal meetprogramma in te richten om de blootstelling van de Nederlandse bevolking aan chemische stoffen te meten. Daarin worden door de GR verschillende doelen voor een dergelijk programma aangegeven (zie Hoofdstuk 2.1). In dit rapport is een programma beschreven waarmee, gebruik makend van de reeds bestaande Nederlandse infrastructuur, deze doelen grotendeels kunnen worden bereikt. In het voorgestelde Nederlandse HBM-programma, HBM-NL, is de Uitvoeringscommissie verantwoordelijk voor de dagelijkse uitvoering en coördinatie. Er is brede samenwerking met (kennis)partijen voorzien, waarin deze partijen onder andere een rol krijgen in de Stuurgroep en de Infrastructurele ondersteuningsraad van het programma. Met informatie die wordt gegenereerd binnen HBM-NL kunnen nationale referentiewaarden worden bepaald voor de blootstelling aan 100 chemische stoffen in drie verschillende leeftijdsgroepen. Deze referentiewaarden geven een beeld van de chemische blootstelling van de Nederlandse bevolking aan deze stoffen (al dan niet als mengsel). Met deze referentiewaarden kan de mogelijke impact op de volksgezondheid als gevolg van de blootstelling aan bekende en opkomende chemische stoffen tijdig worden gesignaleerd. Ze kunnen onder andere worden vergeleken met gezondheidskundige grenswaarden (voor zover aanwezig), met referentiewaarden die zijn afgeleid door ons omringende landen en ze kunnen een rol spelen bij het signaleren van mogelijke nieuwe gezondheidsrisico's als gevolg van chemische blootstelling. Een tijdige signalering zal ook bijdragen aan het creëren van een gezonde leefomgeving.

Bij een meerjarig programma met meerdere meetcycli zal er ook informatie beschikbaar komen over trends (stabiel, toename, afname) door de tijd van de blootstelling aan deze stoffen. Deze trends kunnen in vervolgonderzoek worden gerelateerd aan veranderingen die er over tijd hebben plaatsgevonden die mogelijke impact op de blootstelling hebben gehad, zoals de toe- of afname van blootstellingsbronnen en de implementatie van beleidsmaatregelen. Hiermee kan de effectiviteit van beleidsmaatregelen worden onderzocht.

De impact van de chemische blootstelling op de volksgezondheid kan expliciet gemaakt worden door inschattingen te maken van het deel van de ziektelast (en gerelateerde kosten) dat samenhangt met de blootstelling. Deze analyses zijn echter sterk afhankelijk van de beschikbaarheid en kwaliteit van externe gegevens en kunnen dus niet voor elke stof worden uitgevoerd.

Met behulp van vragenlijstgegevens die worden verzameld binnen HBM-NL kunnen mogelijke bronnen van blootstelling worden geïdentificeerd. Deze inzichten bieden informatie en aanknopingspunten voor het ontwikkelen van gericht beleid en vervolgonderzoek.

Door intensief samen te werken met de Nederlandse cohorten, PIENTER, Health-RI en andere stakeholders nationaal en internationaal kan HBM-NL efficiënt worden opgezet en kan vervolgonderzoek naar aanleiding

van bevindingen in HBM-NL snel worden ingezet. HBM-NL biedt zelf ook een platform voor studies die aanvullende vragen op het gebied van chemische blootstelling willen beantwoorden middels de mogelijkheid tot aanvullende modules. De financiering hiervoor is niet belegd binnen HBM-NL.

De ambitie van HBM-NL is zoveel mogelijk aan te sluiten bij de activiteiten die veelal internationaal plaatsvinden rondom HBM, zoals binnen PARC, om daarmee de resultaten uit het Nederlandse programma te kunnen vergelijken met de gemeten blootstelling in andere landen. Hierdoor worden de resultaten ook in een internationaal perspectief geplaatst.

HBM-NL zal veel belang hechten aan de communicatie over de opzet en resultaten van het programma om daarmee de bewustwording van belanghebbenden met betrekking tot blootstelling aan chemische stoffen te vergroten. In deze communicatie is verwachtingsmanagement belangrijk, aangezien onder meer niet iedereen kan deelnemen aan het onderzoek, niet alle stoffen onderzocht kunnen worden, de bron van blootstelling niet altijd eenduidig te identificeren is en resultaten niet altijd tot directe beleidsmaatregelen of blootstellingsverlaging zullen leiden. Burgers en beleidsmakers zijn belangrijke doelgroepen bij de communicatie.

Met de randvoorwaarden zoals gesteld door de GR kunnen niet alle doelen, zoals genoemd binnen het rapport van de GR uit 2024, voldoende worden behaald met het HBM-NL basisprogramma. Belangrijke aandachtspunten, zoals de verschillen tussen regio's in Nederland en beroepsmatige blootstelling aan chemische stoffen kunnen efficiënter en met hogere kwaliteit worden opgepakt in specifieke aanvullende modules. Deze modules zijn geen onderdeel van het basisprogramma, maar kunnen wel voortbouwen op de infrastructuur die wordt opgebouwd voor HBM-NL. Wel kunnen nationale referentiewaarden, verkregen uit HBM-NL, dienen als vergelijking voor regionale studies of beroepsmatige blootstelling.

Verder is het dankzij een gebalanceerde inclusie van deelnemers en ontwerp van vragenlijsten mogelijk indicatieve signalen op te halen op het gebied van bijvoorbeeld regionale verschillen en mogelijke arbeidsgerelateerde blootstellingen.

Ten slotte is inclusie van Caribisch Nederland geen onderdeel van het huidige voorstel voor het basisprogramma HBM-NL. Echter, voor Caribisch Nederland zijn er momenteel alleen beperkte HBM-gegevens beschikbaar (Tamayo-Ortiz et al., 2022) en daarmee is het van belang te onderzoeken of ook daar een HBM-programma uitgevoerd kan worden.

Dankbetuiging

De auteurs danken UBA, VITO, LNS en Alison Connoly voor het toelichten van hun nationale HBM-programma's. Ook danken de auteurs de medisch milieukundigen van de GGD'en, de GGD'en, GGD GHOR, UMCNL en het NCC voor de verkennende gesprekken over mogelijke samenwerking in een beoogd nationaal HBM-programma. Wij bedanken de RIVM-collega's voor het kritisch meedenken en het leveren van een bijdrage aan het project: Annick van den Brand, Jan-Paul Zock, Rik Bogers, Joost Damen, Annelies Dijk-Stroeve, Janneke Elberse, Rene van der Ent, Diane Houweling, Susan Janssen, Anne Klein, Fiona van der Klis, Louise van Mourik, Henri de Ruiter, Erik Tielemans, Hester Volten, Claudette de Vries, Heddy de Wijs en Diana Wouters.

Literatuur

Bil W, McKeon HP, Chen G, Sam MLSP, Grift ID, van der Klis FRM, Vos ERA, Schipper MS, de Wit-Bos L, Mengelers M, Bokkers BGH & Nederlof R (2025). PFAS in bloed van de Nederlandse bevolking. RIVM-rapport 2025-0094. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. <http://doi.org/10.21945/RIVM-2025-0094>

BfR (German Federal Institute for Risk Assessment) (2024). MnHexP: Background information on the detection of the degradation product of a plasticizer in urine samples. Communication 04/2024. <https://www.bfr.bund.de/cm/349/mnhexp-background-information-on-the-detection-of-the-degradation-product-of-a-plasticizer-in-urine-samples.pdf>

Blaauwendraad SM, Jaddoe VW, Santos S, Kannan K, Dohle GR, Trasande L, Gaillard R (2022). Associations of maternal urinary bisphenol and phthalate concentrations with offspring reproductive development. *Environmental Pollution* 309:119745. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119745>

CEFIC (2022). 2022 Facts and Figures of the European Chemical Industry. https://fecpa.com/wp-content/uploads/2022/01/CEFIC-Facts-and-Figures-Powerpoint-Jan-2022_-002_compressed_compressed.pdf

EFSA (2024). Conceptual basis for the development of guidance for the use of biomarkers of effect in regulatory risk assessment of chemicals. *EFSA Journal* 22:e9153. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9153>

EPA Research (2025). Human Biomonitoring for Ireland – The HBM4IRE Study (2022-HE-1122). EPA Research Report no. 491. https://www.epa.ie/publications/research/environment--health/Research_Report-491.pdf

EU (2016). Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens en tot intrekking van Richtlijn 95/46/EG (algemene verordening gegevensbescherming). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679>

EU (2025). Verordening (EU) 2025/2455 van het Europese Parlement en de Raad tot oprichting van een gemeenschappelijk dataplatform voor chemische stoffen en de vaststelling van regels om ervoor te zorgen dat de daarin opgenomen gegevens vindbaar, toegankelijk, interoperabel en herbruikbaar zijn en tot oprichting van een kader voor de monitoring van en vooruitzichten voor chemische stoffen. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202502455

EU-OSHA. (2025). Biological monitoring at work: guidance for OSH experts and workplaces.

https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Biological-monitoring-work-guide_EN.pdf

Gezondheidsraad (2024). Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen. Den Haag. Publicatienummer 2024/07.

<https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/2024/04/25/advies-meetprogramma-voor-blootstelling-aan-chemische-stoffen>

Govarts E, Gilles L, Rodriguez Martin L, Santonen T, Apel P, Alvito P, Anastasi E, Andersen HR, Andersson AM, Andryskova L, Antignac JP, Appenzeller B, Barbone F, Barnett-Itzhaki Z, Barouki R, Berman T, Bil W, Borges T, Buekers J,... Schoeters G (2023). 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). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 249, 114119.

<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114119>

Hassen HY, Govarts E, Remy S, Cox B, Iszatt N, Portengen L, Covaci A, Schoeters G, Den Hond E, Henauw SD, Bruckers L, Koppen G, Verheyen, VJ (2025). Association of environmental pollutants with asthma and allergy, and the mediating role of oxidative stress and immune markers in adolescents. *Environmental Research*, 265, 120445.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120445>

HBM4EU-WP4 (2017). Deliverable report D4.3. Prioritisation strategy and criteria. https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2017/03/HBM4EU_D4.3_Prioritisation_strategy_criteria-1.pdf

https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2017/03/HBM4EU_D4.3_Prioritisation_strategy_criteria-1.pdf

HBM4EU-WP8 (2022). Deliverable report D8.12. Final report on HBM4EU

Aligned Studies. <https://www.hbm4eu.eu/work-packages/deliverable-8-12-final-report-on-hbm4eu-aligned-studies/>

HBM4EU-WP9 (2018). Deliverable Report D9.3. Database of candidate laboratories for the 1st prioritisation round of substances.

<https://www.hbm4eu.eu/work-packages/deliverable-9-3-database-of-candidate-laboratories-for-the-1st-prioritisation-round-of-substances/>

HBM4EU-WP10 (2017). Deliverable Report D10.2. Statistical Analysis Plan. <https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2018/09/Deliverable-10.2-Statistical-Analysis-Plan.pdf>

<https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2018/09/Deliverable-10.2-Statistical-Analysis-Plan.pdf>

Hoopmann M, Murawski A, Schümann M, Göen T, Apel P, Vogel N, Kolossa-Gehring M & Röhl C (2023). A revised concept for deriving reference values for internal exposures to chemical substances and its application to population-representative biomonitoring data in German children and adolescents 2014–2017 (GerES V). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 253, 114236.

<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114236>

Hopf NB, Bessems J, Santonen T, Viegas S, Casteleyn L, Poddalgoda D, Lamkarkach F, Göen T, Zare Jeddi M, Koller M, Rousselle C, Jones K, Schmid K, FitzGerald R, Bader M, Takaki K, Browne P, Väänänen V, Duca RC, & Pasanen-Kase R (2025). Introducing the OECD guidance document on occupational biomonitoring: A harmonized methodology for deriving occupational biomonitoring levels (OBL). *Toxicol Lett*, 403, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2024.12.006>

Koppen G, Franken C, Den Hond E, Plusquin M, Reimann B, Leermakers M, Covaci A, Nawrot T, Van Larebeke N, Schoeters G, Bruckers L, Govarts E (2020). Pooled analysis of genotoxicity markers in relation to exposure in the Flemish Environment and Health Studies (FLEHS) between 1999 and 2018. *Environmental Research* 190:110002. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110002>

Magnusson B en Örnemark U (eds.) (2014). *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*, (2nd ed.). ISBN 978-91-87461-59-0. https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/MV_guide_2nd_ed_EN.pdf

Manz KE, Feerick A, Braun JM, Feng Y, Hall A, Koelmel J, Manzano C, Newton DR, Pennell KD, Place BJ, Godri Pollitt KJ, Prasse C, Young JA (2023) Non-targeted analysis (NTA) and suspect screening analysis (SSA): a review of examining the chemical exposome. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* **33**:524–536. <https://doi.org/10.1038/s41370-023-00574-6>

MARE (2025) Exploratie Burgerperspectief chemische stoffen en biociden, rapportage kwalitatief en kwantitatief onderzoek #3. <https://open.overheid.nl/documenten/129b7b26-e694-4a59-9604-12b0a3a3321e/file>

Matisāne L, Knudsen LE, Lobo Vicente J, Uhl M, Katsonouri A, van den Brand AD, Berman T, Dimovska M, Anastasi E, Thoma A, Középesy S, Gjorgjev D, Borota Popovska M, den Braver-Sewradj SP, Szigeti T, Topuzovska Latkovikj M, Märtinsonsone I, Akūlova L & Paegle L (2022). Citizens' perception and concerns on chemical exposures and human biomonitoring – results from a harmonized qualitative study in seven European countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(11), 6414. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116414>

McKeon HP, Chen W, te Biesebeek JD, Vrijenhoek, NG, Castenmiller JJM & Mengelers MJB (2025). Urinary concentrations of arsenic species in older Dutch adults and risk of chronic kidney disease. *Environment International*, 196, 109289. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109289>

Mengelers M, van den Brand A, Picavet S, Visser W & Bogaardt L (2024). Biomonitoring of cadmium and lead in adults. RIVM-rapport 2024-0141. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. <http://doi.org/10.21945/RIVM-2024-0141>

Nederlof, R & Van den Brand, A (2025). Humane biomonitoring in Nederland – een inventarisatie van humane monitoringsstudies in Nederland. <https://doi.org/10.21945/RIVM-KN-2025-0090>

OECD (2022). Occupational Biomonitoring Guidance Document, Series on Testing and Assessment No. 370. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/11/occupational-biomonitoring-guidance-document_53c29118/11bc2c7a-en.pdf

OECD (2025a). Guiding principles to advance occupational mixture risk assessment with effect biomarkers, Series on Testing and Assessment No 413. [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2025\)11/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2025)11/en/pdf)

OECD (2025b). Guiding principles for mixture threshold derivation from effect biomarkers, Series on Testing and Assessment No 414. [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2025\)12/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2025)12/en/pdf)

Ottenbros IB, Ammann P, Imboden M, Fuhrmann S, Zock JP, Lebet E, Vermeulen RCH, Nijssen R, Lommen A, Mol H, Vlaanderen JJ & Probst-Hensch N (2023). Urinary pesticide mixture patterns and exposure determinants in the adult population from the Netherlands and Switzerland: Application of a suspect screening approach. Environmental Research, 239, 117216. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117216>

PARC-WP4 (2023a). AD4.1. Periodic report on available supporting materials for HBM studies. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-02/PARC_AD4.1.pdf

PARC-WP4 (2023b). AD4.5 Technical specifications of the study: Project design, hypotheses and research questions as well as analytical procedures including QA/QC and data flows. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2023-11/PARC_AD4.5.pdf

PARC-WP4 (2025a). Deliverable D4.3. First progress report on the General Survey (PARC Aligned Studies). https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-11/PARC_D4.3.pdf

PARC-WP4 (2025b). Deliverable D4.1. Mechanism for prioritisation of chemicals/endpoints for monitoring studies and regulatory questions. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-09/PARC_D4.1.pdf

PARC-WP6 (2025a). Deliverable D6.1. First report on aggregate exposure for general population and workers, and source to dose models applied to case studies. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-11/PARC_D6.1.pdf

PARC-WP6 (2026b). Deliverable D6.3. 1st report on innovative approaches for real-life mixture risk assessment. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-11/PARC_D6.3.pdf

PARC-WP6 (2025c). Deliverable D6.4. 1st Report on health impact indicators and their policy implications. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-11/PARC_D6.3.pdf

PARC-WP7 (2023). Deliverable D7.1. PARC Data Management Plan V1.0 (DMP). https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2023-10/PARC_D7.1.pdf

PARC WP-9 (2025). Deliverable D9.4-1. Guidance document QA/QC chemical analysis. https://www.eu-parc.eu/sites/default/files/2025-11/PARC_D9.4-1.zip

Peeters R, Rodriguez Martin L, Zhang F, Willems H, Gilles L, Theunis J, Bessems J, Mescouto Terra de Souza C, Baken S, Devriendt D & Govarts E (2025). Enhancing data interoperability in human biomonitoring studies: the HBM data toolkit. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 270, 114669. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2025.114669>

Pirkle JL, Brody DJ, Gunter EW, Kramer RA, Paschal DC, Flegal KM & Matte TD (1994). The decline in blood lead levels in the United States. *The National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES)*. *Jama*, 272(4), 284–291.

Reynders H, Colles A, Morrens B, Mampaey M, Coertjens D, Koppen G, Schoeters G, Loots I, Chovanova H, Winderickx W, Van Campenhout K (2017) The added value of a surveillance human biomonitoring program: The case of FLEHS in Flanders (Belgium). *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220:46-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.09.013>

Rodríguez-Carrillo A, Mustieles V, Salamanca-Fernández E, Olivas-Martínez A, Suárez B, Bajard L, Baken K, Blaha L, Bonefeld-Jørgensen EC, Couderq S, D'Cruz SC, Fini JB, Govarts E, Gundacker C, Hernández AF, Lacasaña M, Laguzzi F, Linderman B, Long M,... Fernández MF (2023). Implementation of effect biomarkers in human biomonitoring studies: A systematic approach synergizing toxicological and epidemiological knowledge. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 249, 114140. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114140>

Scherer M, Scherer G, Riedel K, Koch HM, Wrobel SA, Murawski A, Lemke N, Weber T, Pluym N & Kolossa-Gehring M (2025). Assessing the exposure to the UV filter DHHB in urine samples from the German Environmental Specimen Bank (2000–2021): Evaluating the impact of a potential impurity of di-n-hexyl phthalate in DHHB. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 255:114565. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2025.114565>

Singh R, Koch HM, Kolossa-Gehring M, Connolly A (2025). Chemical Prioritisation for Human Biomonitoring in Ireland: A Synergy of Global Frameworks and Local Perspectives. *Toxics*, 13(4), 281. <https://doi.org/10.3390/toxics13040281>

Tamayo-Ortiz M, Riojas-Rodríguez H, Téllez-Rojo MM, Boischio A, Mañay N, Menezes-Filho JA, Queirolo EI, Cortés S & Kordas K (2022). A Call for Biomonitoring Systems in Latin America and the Caribbean: Considerations for Potentially Toxic Metals/Metalloids. *Ann Glob Health*, 88, 80. <https://doi.org/10.5334/aogh.3637>

Ubong D, Stewart L, Sepai O, Knudsen LE, Berman T, Reynders H, Van Campenhout K, Katsonouri A, Van Nieuwenhuyse A, Ingelido AM, Castaño A, Pedraza-Díaz S, Eiríksdóttir ÁV, Thomsen C, Hartmann C, Gjorgjev D, De Filip E, Tolonen H, Santonen T,...Alvito P (2023). Application of human biomonitoring data to support policy development, raise awareness and environmental public health protection among countries within the HBM4EU project. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 251, 114170. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114170>

van Beijsterveldt I, van Zelst BD, van den Berg SAA, de Fluiter KS, van der Steen M & Hokken-Koelega ACS (2022). Longitudinal poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) levels in Dutch infants. *Environ Int*, 160, 107068. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107068>

van Larebeke N, Koppen G, De Craemer S, Colles A, Bruckers L, Den Hond E, Govarts E, Morrens B, Schettgen T, Remy S, Coertjens D, Nawrot T, Nelen V, Baeyens W, Schoeters G (2023). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and immune system-related diseases: results from the Flemish Environment and Health Study (FLEHS) 2008–2014. *Environmental Sciences Europe*, 35(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00731-6>

Verheyen VJ, Remy S, Govarts E, Colles A, Rodriguez Martin L, Koppen G, Voorspoels S, Bruckers L, Bijmens EM, Vos S, Morrens B, Coertjens D, De Decker A, Franken C, Den Hond E, Nelen V, Covaci A, Loots I, De Henauw S,...Schoeters G (2021). Urinary Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Metabolites Are Associated with Biomarkers of Chronic Endocrine Stress, Oxidative Stress, and Inflammation in Adolescents: FLEHS-4 (2016-2020). *Toxics*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/toxics9100245>

VWS (2024). Kamerbrief met kabinetsreactie advies Gezondheidsraad over meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2024/11/07/kamerbrief-over-kabinetsreactie-op-advies-gezondheidsraad-over-een-meetprogramma-voor-blootstelling-aan-chemische-stoffen>

WHO-Europe (2023). Human biomonitoring. Basics: educational course. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289060097>

WHO-Europe (2025). Activities to facilitate national human biomonitoring programmes in the WHO European Region (Document number: WHO/EURO:2025-11314-51086-77770 (PDF)). <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2025-11314-51086-77770>

Ye X, Pierik FH, Hauser R, Duty S, Angerer J, Park MM, Burdorf A, Hofman A, Jaddoe VW, Mackenbach JP, Steegers EAP, Tiemeier H, Longnecker MP (2008) Urinary metabolite concentrations of organophosphorous pesticides, bisphenol A, and phthalates among pregnant women in Rotterdam, the Netherlands: the Generation R study. *Environmental Research* 108(2):260–7.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.014>

Zare Jeedi M, Hopf NB, Viegas S, Price AB, Pains A, van Thriel C, Benfenati E, Ndaw S, Bessems J, Behnisch PA, Leng G, Duca RC, Verhagen H, Cubadda F, Brennan L, Ali I, David A, Mustieles V, Fernandez MF,... Pasanen-Kase R (2021). Towards a systematic use of effect biomarkers in population and occupational biomonitoring. *Environment International*, 146, 106257.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106257>

Bijlage 1 Onderbouwing steekproefgrootte

Hier geven we een beknopte onderbouwing van de gewenste totale steekproefgrootte van 1500 personen en daarmee ook inzicht in de consequenties van keuzes die er in het programma gemaakt kunnen worden. De totale steekproefgrootte hangt samen met de keuze voor te meten chemische stoffen, met de gewenste nauwkeurigheid voor referentiewaarden afgeleid in het HBM-programma en met het aantal bevolkingsgroepen waarvoor de referentiewaarden afgeleid moeten worden.

Er zijn geen duidelijke richtlijnen voor de 'gewenste nauwkeurigheid' van een referentiewaarde, maar de gegevens die we gebruiken in de berekening van de steekproefgrootte komen overeen met de HBM programma's in de ons omringende landen, voornamelijk het Duitse GerES programma, waar veel gegevens over beschikbaar zijn.

Een 'bevolkingsgroep' kan worden gedefinieerd als een verzameling mensen die bepaalde kenmerken met elkaar delen, zoals leeftijd, geslacht en woonplaats.

Op basis van de GerES V resultaten nemen we voor Nederland een gewenste nauwkeurigheid aan van 50% van de referentiewaarde. De gewenste steekproefgrootte per bevolkingsgroep wordt weergegeven in de Tabel A1.

De gewenste steekproefgrootte per stof varieert sterk en is afhankelijk van de spreiding van de blootstelling en de nauwkeurigheid van de assay. Voor PCB's blijkt dat 126 monsters per steekproefgroep voldoende zijn om een gewenste nauwkeurigheid te behalen, voor parabenen zijn dat 3097 samples. De mediane steekproefgrootte voor deze groep chemische stoffen is berekend op 421 samples per steekproefgroep.

Tabel A1 Gewenste steekproefgrootte per bevolkingsgroep

Stofgroep	Gewenste steekproef grootte bij 50% CI van P95 ^a	Matrix
Aprotische oplosmiddelen	1061	Urine
Bisfenolen	414	Urine
Chloorfenolen	428	Urine
Ftalaten	505	Urine
Metalen	264	Urine/bloed
Organochloorpesticiden	340	Bloedplasma
Overig	878	Urine
PAK	317	Urine
Parabenen	3097	Urine
PCB's	126	Bloedplasma
PFAS	198	Bloedplasma
UV filter	1381	Urine

CI: confidence interval (betrouwbaarheidsinterval), PCBs: polychloorbifenylen, PFAS: Per- en polyfluoralkylstoffen, PAK: polycyclische aromatische koolwaterstoffen, UV: ultraviolet
^a Voor het genereren van referentiewaarden is het bepalen van de het 95^e percentiel van de verdeling van de gemeten waarden (de P95) van belang. De onzekerheid van de bepaling van de P95 kan worden weergegeven met een 95% betrouwbaarheidsinterval. De breedte van dit 95% betrouwbaarheidsinterval is afhankelijk van de standaard deviatie van de gemeten stof (of metabooliet) en de hoeveelheid monsters waarin is gemeten en kan worden uitgedrukt als een percentage van de P95. We houden hier een percentage van 50% van de P95 aan om de nauwkeurigheid van de gemiddelde blootstelling uit te drukken.

Bij een totale steekproefgrootte van 1500 personen biedt dit de kans met de gewenste nauwkeurigheid referentiewaarden af te leiden voor 3 steekproefgroepen, in het voorbeeld hieronder gedefinieerd voor drie leeftijdsgroepen.

Tabel A2 Verdeling steekproefgrootte over bevolkingsgroepen

Leeftijd (jaar)	Aantal deelnemers
6-11	500
12-17	500
18+	500
totaal	1500

Indien er additionele criteria worden beoogd bij het definiëren van de bevolkingsgroepen, zoals regio en additionele of kleinere leeftijdsgroepen heeft dit als consequentie dat de totale benodigde steekproefgrootte omhoog gaat of de nauwkeurigheid van de referentiewaarde omlaag zal gaan.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

april 2026

De zorg voor morgen
begint vandaag