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

Kennisnotitie

Humane biomonitoring in Nederland – een inventarisatie van humane monitoringstudies in Nederland

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:
Rianne Nederlof
Annick van den Brand
Centrum:
PLG, GZB
Contact:
Rianne.nederlof@rivm.nl
Kenmerk:
KN-2025-0090
DOI:
10.21945/RIVM-KN-2025-0090
Datum:
12-11-2025

Achtergrond

Mensen komen met chemische stoffen in aanraking, dit wordt blootstelling genoemd. Via inname, huidcontact en inademing worden we blootgesteld aan deze stoffen. Als de blootstelling te hoog is kan dit schadelijk zijn voor mensen. Daarom wordt de mate van blootstelling onderzocht. De (mate van) blootstelling kan worden onderzocht door de hoeveelheid chemische stoffen te meten in bijvoorbeeld voedselproducten of cosmetische producten. Deze informatie kan vervolgens gekoppeld worden aan de inname van voedsel of het gebruik van cosmetica. Dit noemen we de externe blootstelling. Bij interne blootstelling wordt gekeken naar de hoeveelheden chemische stoffen die in het lichaam zelf zitten, door het meten van deze stoffen in lichaamsmaterialen, zoals bloed en urine. Dit wordt humane biomonitoring (HBM) genoemd. HBM meet de totale blootstelling uit alle bronnen en blootstellingsroutes.

Op dit moment is er geen structureel, periodiek meetprogramma om de blootstelling van mensen aan chemische stoffen in Nederland te volgen. Daarom heeft de Gezondheidsraad (GR) geadviseerd een dergelijk meetprogramma in te richten [1]. De GR suggereert een programma op te bouwen met repeterende meetcycli waarin stoffen herhaaldelijk of incidenteel worden gemeten in een wisselende, representatieve groep deelnemers. De GR schat dat een programma minimaal 1500 deelnemers zal moeten hebben en dat verschillende regio's en sociale groepen worden geïncludeerd.
In Nederland zijn er diverse kleinschalige biomonitoringsstudies uitgevoerd. Ook wordt in Nederland divers epidemiologisch onderzoek gedaan waarbij onder andere lichaamsmateriaal wordt verzameld. Deze studies kunnen mogelijk gebruikt worden bij het opzetten van een Nederlands HBM-meetprogramma of onderzoek naar HBM relevante vraagstukken. Daarom is een inventarisatie gemaakt van recent afgeronde en lopende Nederlandse biomonitoringsstudies en andere relevante studies die (mogelijk) geschikt zijn voor HBM. De inventarisatie beperkt zich tot studies waarin humaan materiaal zoals haar, urine, bloed, moedermelk en feces (ontlasting) zijn verzameld omdat dit de meest gebruikte materialen zijn waarin HBM wordt uitgevoerd. Deze kennisnotitie beschrijft deze inventarisatie en geeft richting aan bruikbaarheid voor de inrichting van het GR advies.

Inventarisatie

Methoden

Inventarisatie studies

Deze kennisnotitie beschrijft een inventarisatie van (wetenschappelijke) studies die (mogelijk) geschikt zijn voor de humane biomonitoring van chemische stoffen. Om studies te identificeren waarin humaan materiaal is verzameld, is gebruikt gemaakt van catalogi en platforms waarin gegevens over diverse studies te vinden zijn:

- De BBMRI-NL[1] catalogus [2], dit is het Nederlandse knooppunt van BBMRI-ERIC, een Europese infrastructuur voor biobanken (een biobank is een opslag van humaan materiaal voor actueel en later (her)gebruik), met als doel alle belangrijke spelers uit het biobankveld samen te brengen;
- De Molgenis catalogus [3], dit is een dataplatform dat ondersteunt bij het vinden, vastleggen, uitwisselen, beheren en analyseren van wetenschappelijke data. Een onderdeel hiervan is een datacatalogus, waarin verschillende studies te vinden zijn;
- De Amsterdam Cohort Hub [4], hierin zijn een groot aantal cohortstudies in de regio Amsterdam verzameld. Zij zetten zich in voor het verbeteren van de infrastructuur voor langlopende cohortonderzoeken in de regio Amsterdam en voor het vergroten van impact van deze studies op de gezondheid van de inwoners in de regio Amsterdam en de samenleving als geheel;
- Het Nederlandse Cohort Consortium [5], een samenwerking van elf prospectieve cohortstudies betreffende volwassenen uit verschillende delen van Nederland. Deze infrastructuur richt zich op het afgestemd verzamelen, harmoniseren en bundelen van uitgebreide gegevens om de multifactoriële oorzaken van chronische ziekten en hun complexe onderlinge samenhang te analyseren;
- Zorggegevens metadatabase [6]. Dit is een catalogus die inzicht geeft in wie welke gegevens verzamelt over volksgezondheid en zorg in Nederland, met welk doel, wie dit financiert en waar de gegevens voor gebruikt worden. De metadatabase is een initiatief van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS).

Indien de auteurs bekend waren met relevante studies die niet in bovenstaande systemen te vinden waren, zijn die ook opgenomen in deze notitie.

Selectie studies

Voor de selectie van studies die (mogelijk) geschikt zijn voor HBM doeleinden is gebruikt gemaakt van de onderstaande inclusiecriteria. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen studies die specifiek zijn opgezet voor het meten van chemische stoffen en overige studies waarin humaan materiaal is verzameld (zoals cohorten en cross-sectionele studies; zie Resultaten).

Voor de studies die specifiek zijn opgezet voor het meten van chemische stoffen in humaan lichaamsmateriaal, i.e. HBM-specifieke studies, zijn de volgende inclusiecriteria gehanteerd:

- Doel van de studie: Het meten van chemische stoffen is/was een belangrijk onderdeel van het doel van de studie;
- Studiepopulatie: Focus op de algemene populatie (dus geen focus op alleen werknemersblootstelling of patiëntengroepen);
- Beschikbaarheid materialen: Er is haar, urine, bloed (veneus of navelstreng), moedermelk en/of feces verzameld;

[1] BBMRI staat voor Biobanking and BioMolecular resources Research Infrastructure

- Recente data: het meest recente monster is niet ouder dan tien jaar.

Voor de overige studies en cohorten zijn de volgende inclusiecriteria gehanteerd:
- Omvang: meer dan 500 deelnemers;
- Studiepopulatie:
  - Focus op de algemene populatie (dus geen focus op alleen werknemersblootstelling of patiëntengroepen);
  - Er zijn monsters van een beide geslachten verzameld (met uitzondering van studies gericht op moedermelk);
- Recente data: het meest recente monster is niet ouder dan tien jaar;
- Opzet: studies opgezet zonder het meten van chemische stoffen als hoofddoel.

Door het toepassen van de inclusiecriteria geeft deze inventarisatie een overzicht van relevante studies waarbij gebruik wordt gemaakt van humaan materiaal in Nederland.

Beschrijving studies
De inventarisatie beschrijft, naast de identificatie van de studies, verschillende studievariabelen die relevant zijn met betrekking tot het bepalen van de geschiktheid voor HBM doeleinden. De beschreven variabelen per studie zijn:
- Studiedoel;
- Soort studie;
- Aantal deelnemers;
- Leeftijd deelnemers;
- Geografische dekking/ regio;
- Periode bemonstering;
- Verzamelde typen humaan materiaal, details zo ver mogelijk gespecifieerd op basis van beschikbare informatie;
- Informatie met betrekking tot gemeten chemische stoffen, indien relevant.

Deze variabelen zijn verkregen uit openbare bronnen (zoals de Molgenis catalogus, Zorggegevens metadatabase, studie/cohort websites of beschrijvingen van de studies in wetenschappelijke literatuur). Om informatie met betrekking tot gemeten chemische stoffen te verkrijgen is er additioneel navraag gedaan bij de contactpersonen van de desbetreffende studies/cohorten.

De inventarisatie legt de nadruk op het verzamelde humaan materiaal dat mogelijk geschikt zouden kunnen zijn voor HBM doeleinden. Additionele gegevens die in de studies/cohorten zijn verzameld (zoals gezondheidsparameters en vragenlijsten met betrekking tot leefstijl) zijn daarom niet opgenomen in dit overzicht.

Resultaten

De resultaten van de inventarisatie zijn onderverdeeld in:

- HBM-specifieke studies (Tabel 1); HBM-specifieke studies zijn studies die zijn opgezet met als hoofddoel het meten van één of meerdere chemische stoffen in humaan materiaal.
- Cross-sectionele studies (Tabel 2); In een cross-sectionele studie worden deelnemers eenmalig gemeten.
- Cohorten (Tabel 3 en 4); In een cohort worden de deelnemers voor een bepaalde tijd gevolgd.
    - Prospectieve cohorten (Tabel 3). In een prospectief cohort wordt de studiepopulatie vanaf de start van de studie gedurende een bepaalde tijd gevolgd. Dit is in tegenstelling tot een retrospectief cohort waarbij de studiepopulatie achteraf wordt geselecteerd en terug in de tijd wordt bestudeerd.
    - Geboortecohorten (Tabel 4). Een geboortecohort is een speciale vorm van een prospectief cohort waarbij de studie vaak begint voor of tijdens de zwangerschap. De studiepopulatie wordt vanaf de geboorte gedurende de duur van de studie gevolgd [7].
- Overig (Tabel 5); hieronder vallen verzamelingen van humaan materiaal dat niet binnen bovengenoemde studies valt.

HBM-specifieke studies

Er zijn vijf studies geïdentificeerd waarin op kleine schaal, bij maximaal 200 individuen, specifiek chemische stoffen zijn of worden gemeten in humaan lichaamsmateriaal (Tabel 1). Dit betreft met name metingen in ‘spot’ urine (urine die eenmalig is verzameld op een willekeurig moment van de dag); alleen in de SPRINT studie is ook feces en bloed verzameld. De gemeten stoffen betreffen groepen van gewasbeschermingsmiddelen en weekmakers. De strategieën voor deze metingen waren *targeted*, dat wil zeggen specifiek gericht op de kwantificatie van een van tevoren geselecteerde stof, of *suspect screening*, dat betekent gericht op de identificatie, maar niet de kwantificatie, van een (grote) verscheidenheid aan stoffen maar met een mindere betrouwbaarheid dan een *targeted* meting. De werving van de deelnemers aan deze studies is beperkt tot een aantal specifieke regio’s. Er is geen HBM-specifieke studie geïdentificeerd waarbij deelnemers zijn geworven die representatief zijn voor heel Nederland. De methode van bemonstering binnen deze studies is vergelijkbaar. De urinemonsters zijn verzameld door de deelnemers thuis en werden vervolgens tijdens een huisbezoek van de studieleiders opgehaald.

Overige studies en cohorten

Er zijn binnen Nederland drie cross-sectionele studies, negen prospectieve cohorten, zeven geboortecohorten en twee overige verzamelingen geïdentificeerd waarbij humaan materiaal wordt of werd verzameld (Tabel 2-5). De individuen in deze studies omvatten alle leeftijden en alle regio’s in Nederland zijn hier vertegenwoordigd. Er zijn echter maar twee studies waarbinnen een steekproef van (bijna) de hele Nederlandse bevolking genomen is, dit betreft de PIENTER studie en de COVID MILK-POWER MILK studie. De methode van (urine)bemonstering voor de studies vindt vaak plaats bij de deelnemers thuis. De monsters worden per post opgestuurd naar een verzamelpunt of door de deelnemers op locatie afgeleverd. Bloedmonsters worden doorgaans door professionals op studielocaties afgenomen. Vaak zijn (academische) ziekenhuizen en/of GGD’en betrokken bij de monstername binnen de cohorten, omdat er gelijktijdig ook andere (functionele) testen worden afgenomen.

Tabel 1 HBM-specifieke studies

	Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden **OBO [8]**	Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden 2 **OBO-2 [9]**	Survey on PEstiCIde Mixtures in Europe **SPECIMEn-NL [10]**	Survey on PEstiCIde Mixtures in Europe (additioneel) **SPECIMEn-NL [11]**	Sustainable Plant Protection Transition **SPRINT [12]**
Doel studie	In kaart brengen hoe en in welke mate direct omwonenden van bollenvelden zijn blootgesteld aan bestrijdingsmiddelen	Onderzoeken of men ziek kan worden of kan zijn geworden door blootstelling aan bestrijdingsmiddelen in de omgeving	In kaart brengen van blootstelling aan pesticiden(mengsels) in hotspot (kritiek gebied) en niet-hotspot residentiele gebieden	Additionele toestemming SPECIMEn-NL deelnemers voor nieuwe metingen	Meten van blootstelling van agrariërs, omwonenden en consumenten aan gewasbeschermings-middelen
Aantal deelnemers	150-200	150-200 (werving loopt)	110-100 (hotspot en residentieel)	89	792 (72 in NL)
Leeftijd	Volwassenen en kinderen	Volwassenen en kinderen	Ouders en kinderen	Kinderen (7-10 jaar)	Volwassenen
Regio	Noord en Zuid Holland	Betuwe	Betuwe (hotspot en residentieel (+ voor-stedelijk Utrecht)	Betuwe (hotspot en residentieel (+ voor-stedelijk Utrecht)	Noord-Groningen en Noord-Friesland
Lopende studie?	nee	ja	nee	nee	ja
Bemon-stering	2016-2017	Start in 2025	2020	2020	2021
Welke matrices	Spot urine (ochtend)	Spot urine (ochtend)	Spot urine (ochtend)	Spot urine (ochtend)	Spot urine (ochtend), feces, bloed
Welke biomarkers	Pesticiden; asulam, prochloraz, chloorprofam, tebuconazool en carbendazim (*targeted screening*)	Pesticiden; 207 residuen en piperonyl butoxide (*suspect screening*)	Pesticiden; 7 (pyrethroid) meta-bolieten (targeted), Pesticiden; 46 moederverbindingen en metabolieten (*suspect screening*)	Ftalaten, DINCH[1] en metabolieten (*targeted screening*)	Pesticiden; 207 residuen en piperonyl butoxide (*suspect screening*)

1 1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid, diisononyl ester

Tabel 2 Niet-HBM-specifieke cross-sectionele studies

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
ABC [13] Anaesthetic Biobank of Cerebrospinal Fluid	Onderzoek pathofysiologie aandoeningen van het centraal zenuwstelsel	500	>18 jaar	Groningen	2016-studie loopt	Plasma
COVID MILK-POWER MILK[1] [14]	Onderzoek naar COVID-19	2250	Vruchtbare leeftijd	Heel Nederland	2020/2021	Moedermelk
PIENTER [15] Peiling Immunisatie Effect Nederland ter Evaluatie van het Rijksvaccinatie-programma	Bescherming tegen infectieziekten	PIENTER I: 9948 PIENTER II: 7904 PIENTER III: 9415	0-80 jaar	Heel Nederland, inclusief Caribisch Nederland	1995-1996 2006-2007 2016-2017 Pienter IV volgt in 2026	Serum

Tabel 3 Niet-HBM-specifieke prospectieve cohorten

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
Doetinchem cohort studie [16]	Onderzoek naar gezond oud worden	12404	>20 jaar	Doetinchem	1987-studie loopt	Plasma, serum, spoturine, feces
ERGO [17] Erasmus Rotter-dam Gezondheid Onderzoek	Onderzoek naar gezond ouder worden	18000	>40 jaar	Rotterdam Ommoord	1990-studie loopt	Plasma, serum, urine, haar, feces
HELIUS [18] HEalthy LIfe in an Urban Setting	Onderzoek naar mechanismen die ten grondslag liggen aan de invloed van etniciteit op (niet)-overdraagbare ziekten	25000	18-70 jaar	Amsterdam	2010-studie loopt	Volbloed, plasma, serum ochtendurine, feces

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
LASA [19] Longitudinal Aging Study Amsterdam	Veroudering en ouder worden	>5000	55-104 jaar	Amsterdam, Zwolle, Oss	1992-studie loopt	Serum, volbloed
Leiden Lang Leven [20]	Lichamelijk en psychisch functioneren van oudere mensen en voorkomen van ouderdomsziekten	1000	Alle leeftijden, nadruk op ouderen	Leiden	2003-2023	Ochtendurine, bloed, feces
Lifelines[1,2] [21, 22]	Onderzoek naar gezond oud worden	>167 000	0-93 jaar	Noord Nederland	2006-studie loopt	Volbloed, plasma, serum, navelstreng-bloed, haar, urine (24h, ochtend), moedermelk, feces[4]
LRGP [23] Leidsche Rijn Gezondheids-Project	Determinanten van ziektes, effecten van preventie, behandeling en gezondheids-strategieën, impact van innovaties in (volks)gezondheidszorgbeleid	~10 000	Alle leeftijden	Utrecht Leidsche Rijn	2004-studie loopt	Serum
Maastricht studie [24]	Het voorkomen, de oorzaken en de behandeling van type 2 diabetes, hart- en vaatziekten en andere chronische aandoeningen.	~10 000	40-75 jaar	Zuid-Limburg	2010-2020	Volbloed, plasma, serum, urine (24 uurs en ochtend), haar
De Nieuwe Hoorn Studies [25]	Prevalentie van pre-diabetes en diabetes	2748	40-65 en 30-55 jaar	Hoorn	2006-studie loopt, 2024-studie loopt	Plasma, serum, spoturine

[1] Lifelines bestaat uit meerdere substudies, waaronder Lifelines next, dat een geboortecohort is [26]
[2] Feces, navelstrengbloed en haar zijn alleen in substudies verzameld

Tabel 4 Niet-HBM-specifieke geboortecohorten

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
Generation R [27]	Identificeren vroege omgevings- en genetische oorzaken en causale verbanden die leiden tot (ab)normale groei, ontwikkeling en gezondheid van opgroeiende kinderen	9778 moeders 6347 partners 8305 kinderen	Kinderen geboren tussen april 2002 en januari 2006 en hun ouders	Rotterdam	2001-studie loopt	Plasma, serum, urine, navelstreng-bloed
Generation R Next[1] [28]	Gezondheid en levensstijl van de moeder voor de zwangerschap en de effecten op de groei en ontwikkeling van haar kind	10000	Moeders, partners en hun kind (tot 11 jaar)	Rotterdam	Augustus 2017-studie loopt	Bloed, urine
PIAMA [29] Preventie en Incidentie van Astma en Mijt Allergie	Onderzoek over de oorzaken van astma en allergie	3963 (start) 858 (recentste ronde)	0 tot 24-27 jaar	Zuid-Holland, Utrecht, Groningen	Start 1996/1997 Recentste ronde 2021-2024	Plasma, serum, moedermelk
PRIMA [30] Protecting against Respiratory Infections through human Milk Analysis	Identificeren van factoren in moedermelk die jonge kinderen beschermen tegen luchtweginfecties en allergieën	1000	Tot 1 jaar na geboorte	Utrecht	2019-2024	Moedermelk
Sarphati Cohort[1] [31]	Groei, ontwikkeling en gezondheid van kinderen	>10 000	0-18 jaar	Amsterdam	2018-studie loopt	Moedermelk, feces
Sophia Pluto[1] [32]	Voedingsrichtlijnen verbeteren, een gezondere ontwikkeling bevorderen en overgewicht voorkomen	1250	Tot 2 jaar (subcohorten langer)	Rotterdam	2013-studie loopt	Plasma, moedermelk

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
YOUth[1] [33] Youth of Utrecht	Onderzoek naar neurocognitieve ontwikkeling betrokken bij sociale competenties en gedragsbeheersing	4000	0-6 jaar, 9-16 jaar en hun ouders	Utrecht	2015-studie loopt	Plasma, serum, haar, navelstreng-bloed

[1] Inclusief follow-up en subcohorten

Tabel 5 Overig

	Doel	Aantal	Leeftijd	Regio	Bemonstering	Matrices
Moedermelkbank [34]	Donormelk beschikbaar stellen voor ernstig te vroeg geboren baby's. Restant kan worden gebruikt voor onderzoek	>1000	Vruchtbare leeftijd	Randstad en rond Nijmegen	2011-studie loopt	Moedermelk
Stibion[1] [35] Stichting Biobank Oost Nederland	Ontwikkeling ziektewaarschuwings-systeem	>11 000	45-75 jaar	Voornamelijk Midden en Oost-Nederland	2020-studie loopt	Plasma ochtendurine

[1] Stibion is een longitudinale collectie van plasma en urine. Met monster van Stibion wordt de cohort studie Urimon uitgevoerd. Deze is daarom niet apart benoemd

Gebruik humaan materiaal uit bestaande studies voor meten chemische stoffen
Monsters van humaan materiaal die zijn verzameld binnen de verschillende niet-HBM-specifieke studies worden over het algemeen niet geanalyseerd op chemische stoffen. De betreffende studies hebben vaak een ander onderzoeksdoel, bijvoorbeeld gericht op gezond ouder worden of het opslaan van humane monsters voor toekomstige analyses ten behoeve van gezondheid. Deze opgeslagen monsters bieden mogelijkheden voor HBM-specifieke doeleinden. Bij de beoordeling of bestaand humaan materiaal gebruikt kan worden voor HBM-studies zal gekeken moeten worden of het specifieke materiaal geschikt is en of het volgens de regelgeving voor gebruik van humaan materiaal ook mag.

Het verzamelde humaan materiaal wordt in de cross-sectionele en cohortstudies vaak gebruikt voor analyses van gezondheidsparameters. Navraag leert dat chemische stoffen meestal niet specifiek worden gemeten. Er zijn echter een klein aantal uitzonderingen, waarin een aantal chemische stoffen zijn gemeten in lichaamsmaterialen. In een subset van de monsters uit de Doetinchem Cohort Studie zijn cadmium, lood en anorganisch arseen gemeten [36, 37]. Ook in een beperkt deel van de monsters van het Generation R cohort zijn in het verleden een aantal specifieke chemische stoffen geanalyseerd, namelijk bisfenol A, 14 ftalaten en metabolieten daarvan en zes organofosfaat pesticiden [38, 39]. In een subset van 1500 monsters uit de PIENTER studie zijn recent een aantal PFAS gemeten [40]. PFAS zijn ook gemeten in moedermelkmonsters van de Sophia Pluto studie [40, 41] en worden gemeten in moedermelk en bloed uit de COVID MILK-POWER MILK studie [41]. Deze voorbeelden laten zien dat bestaand humaan materiaal gebruikt kan worden voor HBM doeleinden. Welk type humaan materiaal (e.g. urine, plasma of serum) het best gebruikt kan worden is stof-specifiek.

Het (her)gebruik van humaan materiaal voor het meten van chemische stoffen is begrenst door verschillende regelgeving, zoals de Wet Medisch-wetenschappelijk Onderzoek met mensen (WMO). In de meeste studies waarin humaan materiaal verzameld is, is toestemming van de deelnemers met betrekking tot een bepaald onderzoeksdoel verkregen. In veel gevallen is dit onderzoeksdoel gekoppeld aan (specifieke) gezondheidseffecten. Vaak is het meten van additionele chemische stoffen alleen toegestaan als het doel van het nieuwe onderzoek aansluit bij het doel van de originele studie. In andere gevallen moet er additionele toestemming van de deelnemers worden verkregen. Dit geldt ook voor de HBM-specifieke studies waarbij geen toestemming is gegeven voor chemische stoffen anders dan initieel bepaald.

Discussie en conclusie

Er zijn een klein aantal lopende of recent afgeronde HBM-specifieke Nederlandse studies geïdentificeerd. Een gemeenschappelijke factor in deze studies is de focus op het meten van gewasbeschermingsmiddelen in urinemonsters van mensen. De omvang van deze studies is relatief klein (maximaal enkele honderden deelnemers) en de regionale dekking beperkt zich tot kleine gebieden.

Ook niet-HBM-specifieke studies waarin humaan lichaamsmateriaal verzameld wordt/werd zijn in kaart gebracht. De omvang en regionale spreiding van deze onderzoeken is in veel gevallen groter dan die van de geïdentificeerde HBM-specifieke studies. GGD'en en (academische) ziekenhuizen spelen vaak een belangrijke rol in de opzet van het onderzoek en werving van de deelnemers in het onderzoek. Ondanks dat er lichaamsmateriaal verzameld is, wordt er in deze onderzoeken op dit moment vaak niet specifiek naar de blootstelling van chemische stoffen gekeken. Wel zijn er een aantal

cohorten waar naar aanleiding van een nieuwe onderzoeksvraag additionele metingen verricht naar de aanwezigheid chemische stoffen in een subset van de monsters.

Overwegingen voor gebruik monsters van humaan lichaamsmateriaal
Het (her)gebruiken van al bestaande monsters van humaan materiaal voor HBM-doeleinden kan onder andere tijdwinst opleveren omdat deze monsters niet meer verzameld hoeven worden. Ook hoeven deelnemers niet opnieuw belast te worden voor de afname van de monsters. Wanneer er gebruik kan worden gemaakt van al bestaande infrastructuur zal dit ook financieel aantrekkelijk zijn. Er zijn echter een aantal punten die in overweging moeten worden genomen wanneer het (her)gebruik van monsters voor HBM uit bovenstaande studies gewenst is:

1. Het gebruik van de monsters voor andere onderzoeksdoeleinden is alleen toegestaan als het onderzoeksdoel van de studies, de daaraan verbonden verleende goedkeuring van de medisch ethische toetsingscommissie (METC) en de verleende toestemming van de deelnemers dat toestaat. Het gebruik van deze monsters voor HBM vraagstukken en de voorwaarden die daaraan verbonden zijn zal per individuele vraag moeten worden bekeken.
2. Voor een landelijk HBM-meetprogramma is het wenselijk dat er voldoende monsters worden verzameld met een brede geografische dekking. Dit zorgt er voor dat er een representatief beeld van de blootstelling aan chemische stoffen in heel Nederland kan worden verkregen. Deze dekking is in veel geïdentificeerde studies beperkt. Er zijn twee studies geïdentificeerd waarin monsters van humaan materiaal uit heel Nederland genomen zijn (COVID MILK-POWER MILK en PIENTER). Het samenbrengen van cohorten uit verschillende regio's om een landelijke dekking te creëren biedt mogelijkheden voor HBM. Maar, de doelpopulaties tussen de studies verschillen vaak en de monsters zijn op verschillende manieren en momenten verzameld. Dit kan de betrouwbaarheid van de getrokken conclusies beïnvloeden [42]. De monsters uit de cohorten kunnen wel gebruikt worden voor andere HBM-gerelateerde vragen. Het is daarom van belang om goed na te denken welke onderzoeksvraag HBM zou kunnen beantwoorden en welke doelpopulatie daarvoor nodig is.
3. Het humaan materiaal van de studies beschreven in de tabellen 2 tot en met 5 is vaak niet afgenomen met als doel HBM van chemische stoffen uit te voeren. Dit kan leiden tot onbedoelde contaminatie van de monsters, bijvoorbeeld door het gebruik van bepaalde materialen, met mogelijk onbetrouwbare meetwaarden tot gevolg. Een voorbeeld hiervan zijn weekmakers, die in veel producten, waaronder opslagcontainers voor humaan materiaal, worden gebruikt [43]. Deze stoffen kunnen migreren (lekken) naar het humaan materiaal, waardoor er een vertekend beeld van de blootstelling bij mensen kan ontstaan. Het is daarom van belang om dit aspect in overweging te nemen wanneer er reeds verzamelde monsters op andere parameters geanalyseerd worden.
4. In bovengenoemde studies worden vaak uitgebreide vragenlijsten afgenomen met gegevens over gezondheid en leefstijl. De koppeling van chemische blootstelling aan deze informatie kan zeer waardevol zijn. De vragenlijsten zijn echter niet specifiek opgesteld voor de monitoring van chemische stoffen. Hierdoor kan achtergrond informatie die belangrijk is voor het achterhalen van de bron van blootstelling aan chemische producten, zoals vragen over specifieke eetpatronen van mensen of het gebruik van cosmetische producten, gemist worden. Dit is van belang voor een passende risicobeoordeling en om over de mogelijke risico's en handelingsperspectieven te communiceren.
5. Het is mogelijk dat voor het analyseren van de gewenste chemische stoffen, het juiste type biologische monster ontbreekt. Sommige stoffen kunnen namelijk

alleen betrouwbaar worden gemeten in bloedserum en niet in volbloed, of in 24-uurs urine en niet in een ‘spot’-urine monster.
6. Het restvolume van de monsters kan onvoldoende zijn voor de beoogde analyse.
7. In dit overzicht is niet nagegaan of de monsters beschikbaar zijn. De opslag van monsters voor een lange periode kan namelijk kostbaar zijn.

Aanvulling op nationaal HBM-meetprogramma
In deze inventarisatie zijn geen studies geïdentificeerd die op dit moment gebruikt kunnen worden als een nationaal HBM-meetprogramma zoals dat is voorgesteld door de Gezondheidsraad. De geïdentificeerde studies kunnen wel een aanvulling zijn op een nationaal HBM-meetprogramma. Monsters uit deze studies kunnen worden gebruikt voor verdieping en duiding. Cohorten omvatten doorgaans grote, goed gekarakteriseerde populaties met uitgebreide informatie over gezondheidsuitkomsten, leefstijl, dieet en medische voorgeschiedenis. Door de lange looptijd van veel cohorten kan bijvoorbeeld aanvullend onderzoek naar blootstelling van chemische stoffen in het verleden worden verricht. Hiermee kan worden gekeken naar het verloop van de blootstelling of de effectiviteit van in het verleden genomen maatregelen. Ook kunnen geïdentificeerde studies mogelijk gebruikt worden om een link te leggen tussen blootstelling aan chemische stoffen en hun gezondheidseffecten. In bovengenoemde studies zijn vaak al gezondheidsparameters verzameld die gekoppeld kunnen worden aan blootstelling. Daarnaast kunnen opgeslagen monsters uit deze studies duiding geven aan mogelijke risico's geïdentificeerd in een nationaal HBM-meetprogramma, door snel specifieke subpopulaties additioneel te onderzoeken. Verder kunnen resultaten uit cohorten informatie geven die nodig is voor de selectie van chemische stoffen, populaties, regio’s en effectbiomarkers in een nationaal HBM-meetprogramma. Een aanleiding om een nieuwe chemische stof te meten kan bijvoorbeeld voortkomen uit een eerder gevonden associatie tussen een ziekte en chemische stof. Een centrale registratie van studies die monsters verzamelen en opslaan kan de vindbaarheid van deze studies vergroten. Verder kan bestaande infrastructuur en expertise over het opzetten en uitvoeren van grote humane studies die aanwezig is bij bovengenoemde studies helpen bij het opzetten van een nationaal HBM-meetprogramma.

Conclusie
Er zijn meerdere studies die recent humaan materiaal hebben verzameld binnen Nederland. De monsters in deze onderzoeken zijn over het algemeen beperkt in steekproefomvang en geografische dekking. Daarnaast verschillen de onderzoekspopulaties en zijn er in verschillende studies verschillende typen materiaal verzameld op verschillende momenten en manieren. Ook zijn de vragenlijsten niet toegespitst op het verzamelen van informatie over chemische blootstelling. Dit betekent dat in de huidige situatie deze studies (individueel of gecombineerd) niet direct gebruikt kunnen worden om het door de Gezondheidsraad geadviseerde structurele meetprogramma op te zetten voor een breed scala aan chemische stoffen in een representatieve steekproef van de Nederlandse populatie. De geïdentificeerde studies kunnen wel gebruikt worden voor andere HBM-doeleinden waarvoor deze voorwaarden niet van invloed zijn, zoals een snelle en/of verkennende meting van opkomende risico's in een beperkte groep deelnemers. Ook kunnen de studies een rol spelen bij verdieping en duiding van de resultaten en kan de expertise en infrastructuur van de cohorten gebruikt worden voor de opzet van een nationaal HBM-meetprogramma.

Referenties

1. Gezondheidsraad. Meetprogramma voor blootstelling aan chemische stoffen. Den Haag: Gezondheidsraad; 2024. Report No.: 2024/07.
2. BBMRI. [Beschikbaar via: https://www.health-ri.nl/bbmri]
3. Molgenis. [Beschikbaar via: https://molgenis.org/]
4. Amsterdam Cohort Hub. [Beschikbaar via: https://www.amsterdamumc.org/en/research/institutes/amsterdam-public-health/strengths/amsterdam-cohort-hub.htm]
5. Netherlands Cohorts Consortium. [Beschikbaar via: https://www.demaastrichtstudie.nl/netherlands-cohorts-consortium-ncc]
6. Zorggegevens. [Beschikbaar via: https://www.vzinfo.nl/zorggegevens]
7. WHO Regional Office for Europe. Human biomonitoring. Basics: educational course. Copenhagen: License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO; 2023.
8. Montforts MHMM, Bodar CWM, Smit CE, Wezenbeek JM, Rietveld AG. Bestrijdingsmiddelen en omwonenden : Samenvattend rapport over blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2019. Report No.: 2019-0052. doi:https://dx.doi.org/10.21945/RIVM-2019-0052
9. OBO-2. Onderzoek Bestrijdingsmiddelen en Omwonenden [Beschikbaar via: https://www.rivm.nl/bestrijdingsmiddelen/onderzoek-bestrijdingsmiddelen-en-omwonenden]
10. Ottenbros I, Lebret E, Huber C, Lommen A, Antignac JP, Cupr P, Sulc L, Mikes O, Szigeti T, Kozepesy S, et al. Assessment of exposure to pesticide mixtures in five European countries by a harmonized urinary suspect screening approach. Int J Hyg Environ Health. 2023;248:114105. doi:10.1016/j.ijheh.2022.114105
11. Vogel N, Schmidt P, Lange R, Gerofke A, Sakhi AK, Haug LS, Jensen TK, Frederiksen H, Szigeti T, Csako Z, et al. Current exposure to phthalates and DINCH in European children and adolescents - Results from the HBM4EU Aligned Studies 2014 to 2021. Int J Hyg Environ Health. 2023;249:114101. doi:10.1016/j.ijheh.2022.114101
12. Silva V, Alaoui A, Schlünssen V, Vested A, Graumans M, van Dael M, Trevisan M, Suciu N, Mol H, Beekmann K, et al. Collection of human and environmental data on pesticide use in Europe and Argentina: Field study protocol for the SPRINT project. PLoS One. 2021;16(11):e0259748. doi:10.1371/journal.pone.0259748
13. Tigchelaar C, Atmosoerodjo SD, van Faassen M, Wardenaar KJ, De Deyn PP, Schoevers RA, Kema IP, Absalom AR. The Anaesthetic Biobank of Cerebrospinal fluid: a unique repository for neuroscientific biomarker research. Ann Transl Med. 2021;9(6):455. doi:10.21037/atm-20-4498
14. Juncker HG, Romijn M, Loth VN, Ruhé EJM, Bakker S, Kleinendorst S, de Groot CJM, Pajkrt D, Korosi A, van Goudoever JB, et al. Antibodies Against SARS-CoV-2 in Human Milk: Milk Conversion Rates in the Netherlands. J Hum Lact. 2021;37(3):469–76. doi:10.1177/08903344211018185
15. De Melker HE, Conyn-van Spaendonck MA. Immunosurveillance and the evaluation of national immunization programmes: a population-based approach. Epidemiol Infect. 1998;121(3):637–43. doi:10.1017/s0950268898001587
16. Picavet HSJ, Blokstra A, Spijkerman AMW, Verschuren WMM. Cohort Profile Update: The Doetinchem Cohort Study 1987-2017: lifestyle, health and chronic diseases in a life course and ageing perspective. Int J Epidemiol. 2017;46(6):1751–g. doi:10.1093/ije/dyx103

17. Ikram MA, Kieboom BCT, Brouwer WP, Brusselle G, Chaker L, Ghanbari M, Goedegebure A, Ikram MK, Kavousi M, de Knegt RJ, et al. The Rotterdam Study. Design update and major findings between 2020 and 2024. Eur J Epidemiol. 2024;39(2):183–206. doi:10.1007/s10654-023-01094-1
18. Snijder MB, Galenkamp H, Prins M, Derks EM, Peters RJG, Zwinderman AH, Stronks K. Cohort profile: the Healthy Life in an Urban Setting (HELIUS) study in Amsterdam, The Netherlands. BMJ Open. 2017;7(12):e017873. doi:10.1136/bmjopen-2017-017873
19. Hoogendijk EO, Deeg DJH, de Breij S, Klokgieters SS, Kok AAL, Stringa N, Timmermans EJ, van Schoor NM, van Zutphen EM, van der Horst M, et al. The Longitudinal Aging Study Amsterdam: cohort update 2019 and additional data collections. Eur J Epidemiol. 2020;35(1):61–74. doi:10.1007/s10654-019-00541-2
20. Schoenmaker M, de Craen AJ, de Meijer PH, Beekman M, Blauw GJ, Slagboom PE, Westendorp RG. Evidence of genetic enrichment for exceptional survival using a family approach: the Leiden Longevity Study. Eur J Hum Genet. 2006;14(1):79–84. doi:10.1038/sj.ejhg.5201508
21. Scholtens S, Smidt N, Swertz MA, Bakker SJ, Dotinga A, Vonk JM, van Dijk F, van Zon SK, Wijmenga C, Wolffenbuttel BH, et al. Cohort Profile: LifeLines, a three-generation cohort study and biobank. Int J Epidemiol. 2015;44(4):1172–80. doi:10.1093/ije/dyu229
22. Sijtsma A, Rienks J, van der Harst P, Navis G, Rosmalen JGM, Dotinga A. Cohort Profile Update: Lifelines, a three-generation cohort study and biobank. Int J Epidemiol. 2022;51(5):e295–e302. doi:10.1093/ije/dyab257
23. Grobbee DE, Hoes AW, Verheij TJ, Schrijvers AJ, van Ameijden EJ, Numans ME. The Utrecht Health Project: optimization of routine healthcare data for research. Eur J Epidemiol. 2005;20(3):285–7. doi:10.1007/s10654-004-5689-2
24. Bakker L, Ramakers IHGB, van Boxtel MPJ, Schram MT, Stehouwer CDA, van der Kallen CJH, Dagnelie PC, van Greevenbroek MMJ, Wesselius A, Midttun O, et al. Associations between plasma kynurenines and cognitive function in individuals with normal glucose metabolism, prediabetes and type 2 diabetes: the Maastricht Study. Diabetologia. 2021;64(11):2445–57. doi:10.1007/s00125-021-05521-4
25. De Hoorn Studies. [Beschikbaar via: https://hoornstudies.com/hoorn-studies/]
26. Warmink-Perdijk WDB, Peters LL, Tigchelaar EF, Dekens JAM, Jankipersadsing SA, Zhernakova A, Bossers WJR, Sikkema J, de Jonge A, Reijneveld SA, et al. Lifelines NEXT: a prospective birth cohort adding the next generation to the three-generation Lifelines cohort study. Eur J Epidemiol. 2020;35(2):157–68. doi:10.1007/s10654-020-00614-7
27. Kooijman MN, Kruithof CJ, van Duijn CM, Duijts L, Franco OH, van IMH, de Jongste JC, Klaver CC, van der Lugt A, Mackenbach JP, et al. The Generation R Study: design and cohort update 2017. Eur J Epidemiol. 2016;31(12):1243–64. doi:10.1007/s10654-016-0224-9
28. Generation R Next. [Beschikbaar via: https://generationr.nl/next/]
29. Brunekreef B, Smit J, de Jongste J, Neijens H, Gerritsen J, Postma D, Aalberse R, Koopman L, Kerkhof M, Wilga A, et al. The prevention and incidence of asthma and mite allergy (PIAMA) birth cohort study: design and first results. Pediatr Allergy Immunol. 2002;13(s15):55–60. doi:10.1034/j.1399-3038.13.s.15.1.x
30. van Stigt AH, Oude Rengerink K, Bloemenkamp KWM, de Waal W, Prevaes S, Le TM, van Wijk F, Nederend M, Hellinga AH, Lammers CS, et al. Analysing the protection from respiratory tract infections and allergic diseases early in life by human milk components: the PRIMA birth cohort. BMC Infect Dis. 2022;22(1):152. doi:10.1186/s12879-022-07107-w
31. Sarphati Cohort. [Beschikbaar via: https://sarphati.amsterdam/sarphati-cohort/]

32. van Beijsterveldt IALP, Snowden SG, Myers PN, de Fluiter KS, van de Heijning B, Brix S, Ong KK, Dunger DB, Hokken-Koelega ACS, Koulman A. Metabolomics in early life and the association with body composition at age 2 years. Pediatr Obes. 2022;17(3):e12859. doi:10.1111/ijpo.12859
33. Onland-Moret NC, Buizer-Voskamp JE, Albers M, Brouwer RM, Buimer EEL, Hessels RS, de Heus R, Huijding J, Junge CMM, Mandl RCW, et al. The YOUth study: Rationale, design, and study procedures. Dev Cogn Neurosci. 2020;46:100868. doi:10.1016/j.dcn.2020.100868
34. Moedermelkbank. [Beschikbaar via: https://www.amsterdamumc.nl/nl/moedermelkbank.htm]
35. Stibion. [Beschikbaar via: https://stibion.nl/nl_nl/]
36. McKeon HP, Chen W, Te Biesebeek JD, Vrijenhoek NG, Castenmiller JJM, Mengelers MJB. Urinary concentrations of arsenic species in older Dutch adults and risk of chronic kidney disease. Environ Int. 2025;196:109289. doi:10.1016/j.envint.2025.109289
37. Mengelers M, Van den Brand A, Picavet S, Visser W, Bogaardt L. Biomonitoring of cadmium and lead in adults. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2024. Report No.: 2024-0141. doi:10.21945/RIVM-2024-0141
38. Blaauwendraad SM, Jaddoe VW, Santos S, Kannan K, Dohle GR, Trasande L, Gaillard R. Associations of maternal urinary bisphenol and phthalate concentrations with offspring reproductive development. Environ Pollut. 2022;309:119745. doi:10.1016/j.envpol.2022.119745
39. Ye X, Pierik FH, Hauser R, Duty S, Angerer J, Park MM, Burdorf A, Hofman A, Jaddoe VW, Mackenbach JP, et al. Urinary metabolite concentrations of organophosphorous pesticides, bisphenol A, and phthalates among pregnant women in Rotterdam, the Netherlands: the Generation R study. Environ Res. 2008;108(2):260–7. doi:10.1016/j.envres.2008.07.014
40. Bil W, McKeon H, Chen G, Sam M, Grift I, Van der Klis F, Vos E, Schipper M, de Wit-Bos L, Mengelers M, et al. PFAS in bloed van de Nederlandse bevolking. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2025. Report No.: 2025-0094. doi:10.21945/RIVM-2025-0094
41. Bulder A, Van der Aa M, Affourtit F, Bakker M, Bil W, Bokkers B, Boon P, Hartmann J, Mengelers MJB, Montforts MHMM, et al. PFAS-onderzoeksprogramma RIVM - Inventarisatie beschikbare informatie en afbakening onderzoek Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2024. doi:10.21945/RIVM-2024-0104
42. Peeters R, Rodriguez Martin L, Zhang F, Willems H, Gilles L, Theunis J, Bessems J, de Souza CMT, Baken S, Devriendt D, et al. Enhancing data interoperability in human biomonitoring studies: the HBM data toolkit. Int J Hyg Environ Health. 2025;270:114669. doi:10.1016/j.ijheh.2025.114669
43. JRC. Methods for the determination of phthalates in food. Luxembourg: Joint Research Centre – Institute for Reference Materials and Measurements; 2009. Contract No.: EUR 23682 EN. doi:10.2787/1406