

Biomonitoring en sensing

Gezondheid en privacy op de werkvloer centraal



Biomonitoring en sensing

Gezondheid en privacy op de werkvloer centraal

UITGEBRACHT AAN DE STAATSSECRETARIS VAN SOCIALE ZAKEN EN WERKGELEGENHEID

JUNI 2020

Sociaal-Economische Raad

De Sociaal-Economische Raad (SER) adviseert het kabinet en het parlement over de hoofdlijnen van het te voeren sociaal en economisch beleid en over belangrijke wetgeving op sociaal-economisch terrein. Ook is de SER betrokken bij de uitvoering van enkele wetten.

De SER is in 1950 bij wet ingesteld. Zitting in de SER hebben vertegenwoordigers van ondernemers en van werknemers, en kroonleden (onafhankelijke deskundigen). De raad is een onafhankelijk orgaan dat door het gezamenlijke Nederlandse bedrijfsleven wordt gefinancierd.

De SER wordt bij de uitvoering van zijn functies bijgestaan door een aantal vaste en tijdelijke commissies. Enkele vaste commissies zijn onder bepaalde voorwaarden ook zelfstandig werkzaam.

Actuele informatie over de samenstelling en de werkzaamheden van de SER en zijn commissies, persberichten en het laatste nieuws zijn te vinden op de website van de SER. Ook alle adviezen die sinds 1950 zijn verschenen, zijn daar te vinden. Adviezen van de laatste jaren zijn ook in gedrukte vorm verkrijgbaar. SERmagazine brengt maandelijks nieuws en achtergrondinformatie over de SER, de overlegeconomie en belangrijke sociaal-economische ontwikkelingen.

Sociaal-Economische Raad
Bezuidenhoutseweg 60
Postbus 90405
2509 LK Den Haag
T 070 3499 525
E communicatie@ser.nl
www.ser.nl

©2020, Sociaal-Economische Raad

Alle rechten voorbehouden

Overname van teksten is toegestaan onder bronvermelding

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
Inleiding	15
Deel I – Verkenning	19
1. Verkennende vragen van het kabinet	21
2. De begrippen biomonitoring en sensoring	23
3. Ontwikkelingen op het gebied van biomonitoring en sensoring	27
4. Toepassing biomonitoring en sensoring in Nederland en andere Europese landen	33
4.1 Biomonitoring in Nederland	33
4.2 Sensoring in Nederland	39
4.3 Biomonitoring in andere Europese landen	42
4.4 Afwegingskader toepassing biomonitoring en sensoring	50
5. Algemene conclusies over biomonitoring en sensoring ten bate van arbeidsomstandigheden	53
Deel II – Advies	59
6. Adviesvragen biomonitoring en gevaarlijke stoffen op de werkplek	61
7. Het stellen van biologische grenswaarden	63
8. Biomonitoring: aanbieder en inrichting van de uitvoering	67
9. Biomonitoring en privacy	73
10. Conclusies	77

Bijlagen		79
1	Adviesaanvraag	81
2	Samenstelling werkgroep	89
3	Geraadpleegde deskundigen	91



Samenvatting

Samenvatting (biomonitoring en sensing en arbeidsomstandigheden)

In Deel I van dit rapport verkent de SER mogelijkheden om biomonitoring en sensing te benutten ten bate van gezonde en veilige arbeidsomstandigheden. Deel II bevat het advies van de raad over biomonitoring in relatie tot gevaarlijke stoffen op de werkplek.

De SER voldoet daarmee aan het verzoek van de staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) van 27 maart 2019. De staatssecretaris acht het gewenst, gezien technologische en beleidsontwikkelingen, een gezamenlijke visie te ontwikkelen op biomonitoring en sensing in relatie tot arbeidsomstandigheden.

Deel I – Verkenning

Biomonitoring wordt vooral toegepast om waarden van gevaarlijke stoffen uit de werkomgeving in het lichaam te meten, bijvoorbeeld via bloed of urine. Sensing wordt in beginsel buiten het lichaam toegepast en kan ook gebruikt worden om andere arborisico's te meten.

Toepassing biomonitoring in Nederland en Europa

Nederland kent alleen voor lood en anorganische loodverbindingen een wettelijke biologische grenswaarde, naast een wettelijke luchtgrenswaarde. Behalve voor deze stoffen wordt biomonitoring op kleine schaal ook voor enkele andere stoffen toegepast (zoals PAK's).

Er worden uiteenlopende verklaringen gegeven voor de beperkte toepassing van biomonitoring. Een belangrijke verklaring is dat biomonitoring maar voor een beperkt aantal stoffen in aanmerking komt. Biomonitoring is bijvoorbeeld niet de meest aangewezen methode voor stoffen die het lichaam snel verlaten of voor stoffen met alleen lokale effecten. Maar ook in situaties waar biomonitoring wel een meerwaarde kan bieden, wordt dit instrument beperkt ingezet. Dat kan te maken hebben met ervaren nadelen van biomonitoring, zoals het ontbreken van wetenschappelijk onderbouwde grenswaarden en protocollen, onvoldoende kennis over de betekenis van een vastgestelde waarde en het feit dat het om een methode gaat die mogelijk ongemakken en uitvoeringsproblemen met zich meebrengt. Daarnaast laat de Nederlandse praktijk zien dat de bedrijfsarts in slechts weinig situaties biomonitoring adviseert. Als een mogelijke verklaring wordt genoemd dat

risico-inventarisaties en -evaluaties (RI&E's) niet op orde zijn, waardoor er bij veel bedrijven geen up-to-date inzicht is in de blootstelling aan gevaarlijke stoffen.

Het enige verplichte EU-brede beleid inzake biomonitoring heeft betrekking op lood (richtlijn 98/24/EG), waarvoor op Europees niveau een bindende biologische grenswaarde en bepalingen over het uitvoeren van de metingen zijn vastgesteld. In het beleid van de lidstaten met betrekking tot biomonitoring voor andere stoffen (uitvoering in de praktijk, gebruikte grenswaarden en daaraan gerelateerde maatregelen) is er een grote diversiteit in beleid.

Verschillende Europese gremia besteden thans aandacht aan biomonitoring. Zo heeft de Europese Commissie het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk (EU-OSHA) recent verzocht om een overzicht te maken van het beleid op het gebied van biomonitoring in de verschillende lidstaten met het oog op het zoeken naar een gemene deler die eventueel als basis kan dienen voor het formuleren van EU-beleid.

Toepassing sensing

De ontwikkelingen op het gebied van sensoren gaan snel. Er komen steeds meer sensoren voor uiteenlopende toepassingen op de markt. Het aanbod van sensoren met het oog op veilig en gezond werken zal naar verwachting de komende jaren toenemen.

Sensoren die als alarm dienen in het geval van een arbeidsongeval, worden al lang en veelvuldig gebruikt in hoog-risico-sectoren in Nederland zoals de petrochemie en procesindustrie.

Informatie over het gebruik van sensoren die continu beroepsrisico's monitoren, stationair dan wel in de vorm van wearables (sensoren geïntegreerd in de draagbare uitrusting van werknemers), is schaars. Wel zijn er aanwijzingen dat er hiermee in het veld volop wordt geëxperimenteerd. Het onderwerp staat ook in de belangstelling van Nederlandse arboprofessionals en -onderzoekers.

Het gebruik van sensoren kent voordelen en nadelen, zo kan worden opgemaakt uit het rapport *Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden* dat het RIVM op verzoek van de staatssecretaris heeft opgesteld. Als voordelen worden onder meer genoemd dat sensoren continu metingen kunnen verrichten, dat ze direct uitleesbaar zijn op de werkplek waardoor direct kan worden ingegrepen om een gevaarlijke situatie te voorkomen, en dat ze vanwege formaat en gewicht vaak makkelijk in werkkleding zijn te integreren. Er zijn ook nadelen. Aandachtspunten zijn onder meer: de wetenschappelijke robuustheid, betrouwbaarheid en

precisie; hoe ingrijpend de technologie is voor de werknemers; de vereiste deskundigheid om een sensor goed toe te passen en om de feedback te interpreteren.

Conclusies van de raad

De vraag in hoeverre biomonitoring en sensing een bijdrage kunnen leveren aan gezond en veilig werken, is volgens de raad niet in algemene zin te beantwoorden. Het antwoord op deze vraag is sterk afhankelijk van de context. Afhankelijk van de specifieke problematiek zal steeds moet worden afgewogen of de inzet van biomonitoring of sensing een bijdrage kan leveren aan gezond en veilig werken, hoe zich dat verhoudt tot andere meetmethoden, én of de inzet hiervan gezien mogelijke ethische aspecten ook wenselijk is.

In het geval van sensoren zal de toegevoegde waarde sterk afhangen van hun betrouwbaarheid, validiteit en accuraatheid, de wijze van toepassing, de aanwezige deskundigheid bij bedrijven voor de interpretatie van de meetresultaten en de mate waarin sensoren vakmanschap binnen bedrijven kunnen versterken. Verder kunnen privacy-aspecten een rol spelen als het om persoonlijke uitslagen over de gezondheidstoestand gaat. Bij biomonitoring spelen privacy aspecten eveneens een rol.

In dit verband is van belang dat bij data die aan te merken zijn als persoonsgegevens, rekening moet worden gehouden met de Algemene verordening gegevensbescherming (AVG). De AVG bevat voorschriften hoe met deze gegevens moet worden omgegaan. Van belang is verder dat het verwerken van gezondheidsgegevens – een bijzondere categorie persoonsgegevens – in beginsel verboden is en dat voor bedrijfsartsen, die een centrale rol vervullen bij biomonitoring, een geheimhoudingsplicht geldt.

Bij de afweging of het gebruik van biomonitoring en sensing in een concrete situatie wenselijk is ten bate van gezond en veilig werken, kan een afwegingskader behulpzaam zijn voor werkgevers, werknemers en kerndeskundigen die de inzet van biomonitoring en/of sensing overwegen in hun bedrijf. Relevante elementen hierbij zijn volgens de raad met name:

- Noodzakelijkheid: is er een zwaarwegend belang om het middel in te zetten?
- Effectiviteit: is het middel effectief voor het doel en zijn er ongewenste neveneffecten?
- Subsidiariteit: hoe ingrijpend is het middel en voor wie? Zijn er minder ingrijpende middelen om hetzelfde doel te bereiken?
- Proportionaliteit: staat het middel in redelijke verhouding tot het doel?

Een belangrijke uitdaging met betrekking tot sensoren – met name de wearables – is dat meer kennis beschikbaar komt over de wetenschappelijke robuustheid, betrouwbaarheid en precisie ervan. Gezien de snelle ontwikkelingen op het gebied van sensoren en de toepassing van sensoren op de werkplek, neemt ook het belang van kwaliteitswaarborgen toe. Daartoe behoort ook de bescherming van de privacy van de werkenden. Dat geldt eveneens voor bevordering van een zinvol en deskundig gebruik van deze instrumenten.

De in deze verkenning geschetste ontwikkelingen acht de raad relevant voor de Visie Arbo 2040 die het kabinet wil ontwikkelen.

Deel II – Advies Biomonitoring en gevaarlijke stoffen op de werkplek

Omgevingsbeoordeling blijft de voorkeur houden

Met betrekking tot biomonitoring in relatie tot gevaarlijke stoffen op de werkplek kan de raad zich vinden in het algemene uitgangspunt dat omgevingsbeoordelingen de voorkeur houden als daarmee de blootstelling aan een gevaarlijke stof even goed of beter kan wordt bepaald.

Wettelijke biologische grenswaarde behoeft wetenschappelijke onderbouwing

Naar het oordeel van de raad kan invoering van een wettelijke biologische grenswaarde voor bepaalde stoffen zinvol zijn. Het moet dan gaan om een wetenschappelijk onderbouwde grenswaarde met een duidelijk kader voor de wijze waarop biomonitoring voor de desbetreffende stof moet worden uitgevoerd. Dit is het domein van de wetenschap en het is aan de Gezondheidsraad of het RAC dit te beoordelen.

Aanbieding biomonitoring en inrichting van de uitvoering

Met betrekking tot de aanbieding van biomonitoring acht de raad het wenselijk dat in geval van stoffen waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde is vastgesteld, de aanbieding op dezelfde wijze wordt geregeld als voor de wettelijke biologische grenswaarde voor lood en anorganische loodverbindingen. Dat betekent dat wanneer in een bedrijf wordt gewerkt met een stof waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde geldt, de werkgever biomonitoring moet aanbieden. Wat de inrichting van de uitvoering betreft, meent de raad dat uitvoeringsprotocollen daarbij zonder meer behulpzaam zijn. Het werken met landelijk geldende en gevalideerde protocollen kan ook de handhaafbaarheid van wettelijke grenswaarden bevorderen.

Bij toepassing van biomonitoring voor stoffen waarvoor geen wettelijke biologische grenswaarde geldt, acht de raad van belang dat de relevante regelgeving strikt wordt nageleefd. In dat verband wijst hij met name op de verplichte RI&E en de wettelijke privacywaarborgen.

Biomonitoring en privacy

De werknemer kan niet worden verplicht deel te nemen aan biomonitoring. De raad stelt vast dat de huidige wettelijke kaders belangrijke waarborgen bevatten voor de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van werknemers die besluiten gebruik te maken van het aanbod van hun werkgever om deel te nemen aan een biomonitoringsonderzoek. Daarbij gaat het met name om de privacywetgeving en de geheimhoudingsplicht van de bedrijfsarts. De bedrijfsarts mag individuele biomonitoringsgegevens alleen delen met de betrokken werknemer.

De raad stelt vast dat de bedrijfsarts een centrale rol heeft bij de toepassing van biomonitoring en de communicatie over de uitkomsten daarvan. Waar in de praktijk mogelijk spanning wordt ervaren doordat individuele data alleen met de werknemer gedeeld mogen worden, moet worden bedacht dat de bedrijfsarts een belangrijke verantwoordelijkheid heeft in het adequaat reageren op uitslagen die reden tot zorg geven. Hij is in de positie de werkgever te adviseren over maatregelen. Ook kan hij de werknemer zo nodig aanwijzingen of advies geven. De raad acht het vooralsnog niet wenselijk om de bestaande regelgeving voor het delen van individuele gezondheidsgegevens op dit punt aan te passen.

Naar het oordeel van de raad kan de werkgever binnen de geldende wettelijke kaders voldoen aan zijn zorgplicht op het gebied van gezond en veilig werken. Indien biomonitoring op groepsniveau tot bevredigende uitkomsten leidt, terwijl op individueel niveau sprake kan zijn van een te hoge waarde, is de kans klein dat de werkgever die hiervan niet op de hoogte is gesteld, aansprakelijk is voor eventuele gezondheidsschade, zolang de werkgever in het kader van zijn zorgplicht heeft gedaan wat redelijkerwijs van hem gevergd kan worden om werknemers te beschermen tegen eventuele gezondheidsschade die zij op de werkplek kunnen oplopen.

Tot slot

De raad wijst er tot slot op dat thans ook in Europa een discussie wordt gevoerd tussen sociale partners en overheden over de wenselijkheid van biologische grenswaarden en de inrichting van de uitvoering. Het beleid op het gebied van biomonitoring zal dus mede worden bepaald door wat hierover uiteindelijk in EU-verband wordt afgesproken.



Inleiding

Inleiding

Staatssecretaris Van Ark van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft de SER op 27 maart 2019 gevraagd om een advies uit te brengen over biomonitoring en het gebruik van biologische grens- of advieswaarden in relatie tot gevaarlijke stoffen binnen het kader van arbeidsomstandigheden.¹ Daarnaast legt ze de SER de vraag voor hoe hij aankijkt tegen de mogelijkheden van biomonitoring en sensing in relatie tot arbeidsomstandigheden, dus breder dan stoffen. Deze vraag heeft een verkennend karakter.

Nederland kent sinds 1984 één publieke biologische grenswaarde, namelijk voor lood en anorganische loodverbindingen.² In Europees verband spelen biomonitoring en (de afleiding van) biologische grenswaarden in toenemende mate een rol.³ De staatssecretaris wijst erop dat het gebruik van nieuwe technologieën het afgelopen decennium een vlucht hebben genomen. In dit licht dient zich de vraag aan in hoeverre het inzetten van nieuwe technologieën zoals biomonitoring en sensing meerwaarde kan hebben voor gezond en veilig werken en wat in dat verband de relevante afwegingen voor het inzetten van die technologieën zijn. De staatssecretaris merkt daarbij op dat het gaat om technologieën die de huidige meetmethoden kunnen aanvullen.

Gezien de technologische en beleidsontwikkelingen is het volgens de staatssecretaris tijd om een gezamenlijke visie te ontwikkelen op biomonitoring en sensing in relatie tot arbeidsomstandigheden. Onderdeel van deze visie is een zorgvuldige weging van ethische en privacyaspecten.

Als voorbereiding op de adviesaanvraag aan de SER heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) op verzoek van de staatssecretaris een rapport over biomonitoring en sensing opgesteld⁴. In het rapport worden onder andere de praktische en ethische aspecten van het gebruik van de technologieën overwogen. De staatssecretaris legt de SER mede op basis van dit rapport nu een tweetal vragen voor.

1 De adviesaanvraag is als bijlage I opgenomen.

2 Daarnaast geldt een gezondheidskundige waarde voor lood in de lucht.

3 Hiervan getuigt onder meer het Europees biomonitoringsproject HBM4EU (www.hbm4eu.eu) waarbij de Europese Commissie en verschillende EU-agentschappen en instituten uit 28 landen betrokken zijn en de opdracht van Europese Commissie (DG-EMPL) aan het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk (EU-OSHA) om een overzicht te maken van beleid op het gebied van biomonitoring in de verschillende lidstaten met het oog op het zoeken naar een gemene deler voor het formuleren van EU-beleid op biomonitoring.

4 RIVM Rapport 2018-0096, *Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden - praktische en ethische overwegingen*. A. de Krom et al., 2018.

Vragen aan de SER

De eerste vraag betreft de visie van de SER op biomonitoring en het gebruik van biologische grens- of advieswaarden in relatie tot gevaarlijke stoffen in het kader van arbeidsomstandigheden. Daaraan gekoppeld is de vraag onder welke voorwaarden biomonitoring een bijdrage zou kunnen leveren aan de bescherming van werknemers tegen gevaarlijke stoffen; welke behoefte is er aan normering, kaders en/of publieke grenswaarden en welke bijdrage zien sociale partners daarbij voor zichzelf?

De tweede vraag van de staatssecretaris is meer verkennend van aard. Daarbij gaat het om het verkennen van de mogelijkheden om biomonitoring en sensing te benutten ten bate van gezonde en veilige arbeidsomstandigheden in het algemeen. Daarbij gaat het om een bredere toepassing dan alleen het meten van blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Vraag is onder welke voorwaarden toepassing van biomonitoring en sensing kan bijdragen aan gezonde en veilige arbeidsomstandigheden.

De staatssecretaris geeft bij elk van de twee vragen een aantal uitgangspunten en overwegingen mee.

Aanpak en voorbereiding van advies en verkenning

Het dagelijks bestuur van de SER heeft de Werkgroep biomonitoring en sensing en arbeidsomstandigheden⁵ ingesteld om een advies en verkenning voor te bereiden.

In het kader van de voorbereiding van het advies en de verkenning heeft de werkgroep op 4 oktober en 5 november 2019 rondetafelgesprekken gevoerd met diverse externe (veld)experts op het gebied van biomonitoring en sensing en deskundigen op het gebied van privacybescherming.⁶ Ook is gebruik gemaakt van informatie verkregen tijdens een workshop bij de SER over sensing op de werkplek op 1 november 2019. De workshop was door TNO georganiseerd, in samenwerking met de Inspectie SZW en de SER.

⁵ De samenstelling van de werkgroep is opgenomen in bijlage II.

⁶ Een overzicht van de geraadpleegde deskundigen is opgenomen in bijlage III.

Opbouw

Deel I bevat een verkenning naar aanleiding van de vraag van de staatssecretaris over de mogelijke meerwaarde van biomonitoring en sensing voor gezonde en veilige arbeidsomstandigheden in het algemeen.

Deel II bevat het advies van de raad over biomonitoring in relatie tot gevaarlijke stoffen op de werkplek, in reactie op de adviesvragen van de staatssecretaris hierover.



Deel I – Verkenning

Biomonitoring en
sensing ten bate
van gezonde en
veilige arbeids-
omstandigheden

1 Verkennende vragen van het kabinet

De staatssecretaris vraagt de SER hoe hij aankijkt tegen de mogelijkheden van biomonitoring en sensing in relatie tot arbeidsomstandigheden, en onder welke voorwaarden toepassing van deze technieken een bijdrage zou kunnen leveren aan gezonde en veilige arbeidsomstandigheden.

De SER wordt gevraagd om daarbij in te gaan op de mogelijkheden en functies van biomonitoring en sensing voor het stelsel van gezond en veilig werken in bredere zin, dus breder dan de bescherming tegen blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Wat de functies van sensors op de werkplek betreft, valt – aldus de staatssecretaris – bijvoorbeeld te denken aan sensors die waarschuwen voor gevaarlijke situaties, stressniveaus meten of biosignalen zoals hartslag kunnen weergeven.

Welke mogelijkheden ziet de SER om sensing in de toekomst te gebruiken in het stelsel voor gezond en veilig werken?

Omdat dit onderdeel van de aanvraag aan de SER meer gericht is op het herkennen van kansen en niet op de praktische invulling van een afgebakend terrein, ontvangt het kabinet hierover graag een verkenning van de SER.

In hoofdstuk 3 zullen eerst de begrippen biomonitoring en sensing nader worden gedefinieerd. In de daarop volgende paragrafen worden de ontwikkelingen rondom en de toepassing van biomonitoring en sensing in Nederland en Europa beschreven. Deel I wordt afgesloten met algemene conclusies over biomonitoring en sensing ten bate van arbeidsomstandigheden.

2 De begrippen biomonitoring en sensing

Biomonitoring

Biologische monitoring (biomonitoring) is het monitoren van een biomarker in het lichaam van mensen, waarbij de gemeten waarden worden vergeleken met een referentiewaarde. Een biomarker kan een stof, functie of proces zijn. Het is een indicator van een respons van het lichaam op een potentieel gevaar, chemisch, fysisch of biologisch. De gemeten respons kan functioneel, fysiologisch of (bio)chemisch zijn. Voorbeelden van biomarkers kunnen uiteenlopen van indicatoren zoals de hartslag, longfunctie en bloeddruk tot stoffen of hun metabolieten in urine, bloed en andere weefsels. Biomarkers kunnen, maar hoeven niet noodzakelijkerwijs te correleren met een onderliggend pathogeen mechanisme.

Biomonitoring bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen kan helpen om de totale blootstelling van een individuele werknemer of een groep werknemers te beoordelen en blootstellingsroutes en potentiële risico's te identificeren.

Afhankelijk van het doel waarmee biomonitoring bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen wordt ingezet en de biomarkers die worden gemeten, wordt onderscheid gemaakt tussen 'biologische monitoring' of 'biomonitoring' (BM) en 'biologisch/biochemisch effect monitoring' (BEM). Deze vormen van biomonitoring worden hieronder verder toegelicht.

Bij *biologische monitoring* (BM) in het kader van arbeidsomstandigheden wordt gemeten of een bepaalde stof of een metaboliet¹ – gerelateerd aan blootstelling tijdens het werk – aanwezig is in het lichaam van de werknemer en in welke mate. Het gaat hier dus om metingen om de inwendige blootstelling vast te stellen en niet om het opsporen van gezondheidseffecten of gevoeligheden van een individu voor het ontstaan van ziekte. BM kan worden ingezet om na te gaan wat de effectiviteit is van maatregelen om blootstelling aan gevaarlijke stoffen te beheersen. Met BM kan een beeld worden verkregen van de totale opname van een stof via alle mogelijke blootstellingsroutes². Dit is een voordeel ten opzichte van omgevingsmetingen en vooral van belang voor stoffen die gemakkelijk via de huid en/of mond kunnen worden opgenomen, stoffen die zich in het lichaam ophopen en waaraan blootstelling kan plaatsvinden in de privésfeer.

1 Een metaboliet is een tussen- of eindproduct dat ontstaat nadat een chemische stof door het lichaam wordt afgebroken.

2 Via ademhaling, oraal, via de huid of door een combinatie van deze routes inclusief blootstelling buiten de werkomgeving (blootstelling in de privésfeer, bijvoorbeeld via hobby's).

BM kan ook worden ingezet binnen het kader van Periodiek ArbeidsGezondheidskundig Onderzoek (PAGO). Dan worden de uitkomsten van BM vergeleken met een geschikte norm.³ Een voorbeeld hiervan is het wettelijk verplichte lood-in-bloed-onderzoek voor werknemers die (mogelijk) aan lood zijn of worden blootgesteld. De uitkomsten van dat onderzoek worden vergeleken met de wettelijke biologische grenswaarde voor lood in bloed.⁴ Omdat de biologische grenswaarde voor lood in bloed is vastgesteld op basis van de correlatie met gezondheidseffecten, heeft de interpretatie van gemeten loodwaarden in bloed door middel van BM een directe gezondheidskundige betekenis en is daarmee voorspellend voor ziekte en sterfte.

Bij *biologisch/biochemisch effectmonitoring* (BEM) gaat het om het meten van biologische of biochemische *effecten* in het lichaam. Biomarkers die hierbij worden gebruikt geven een indicatie van (het ontstaan van) een gezondheidseffect. Hierbij kan de relatie met de stof waaraan men is blootgesteld echter lastig te maken zijn, omdat het waargenomen effect soms ook andere oorzaken kan hebben. In de praktijk wordt BEM toegepast om progressie leidend tot een ziekte te kunnen voorkomen. Voorbeelden van BEM zijn het opsporen van immunologische parameters bij mogelijke blootstelling aan sensibiliserende stoffen of het opsporen van eiwitten in urine als indicatie voor nierschade. Het meten van biologische effecten kan dus dienen als *early warning signal*⁵ voor ziekte.

Behalve voor risicobeheersing op bedrijfsniveau worden zowel BM als BEM ook ingezet voor onderzoeksdoeleinden, onder andere op het terrein van het exposoom onderzoek.^{6,7} In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de verschillende toepassingen van biomonitoring.

BEM maakt geen onderdeel uit van de vraagstelling van de staatssecretaris. De staatssecretaris vraagt expliciet advies over biologische monitoring (BM) met het oog op het bepalen van de inwendige blootstelling als gevolg van externe blootstelling aan gevaarlijke stoffen.⁸ Met betrekking tot de verkenning vraagt de staats-

3 Zie ook RIVM-rapport 2018-0096, p. 11 en p. 45-46.

4 Artikel 4.20b Arboregeling.

5 Zie ook RIVM-rapport 2018-0096, p. 24.

6 Het woord *exposoom* is een samenvoeging van de woorden *exposure* en ‘-ome’ en de term staat dan ook voor alle factoren die gezondheid en ziekte bepalen van de wieg tot het graf, maar niet zijn vastgelegd in de genen. Hieronder vallen zowel alle externe factoren waaraan iemand gedurende zijn leven wordt blootgesteld (externe *exposoom*), als de biologische effecten hiervan (interne *exposoom*).

7 Siroux, V., Agier, L., Slama, R. (2016) The exposome concept: a challenge and a potential driver for environmental health research. *Eur Respir Rev*, 25:124-129

8 “Biomonitoring wordt in deze adviesaanvraag gedefinieerd als het meten van fysieke parameters in, aan, of afkomstig van het lichaam (bijvoorbeeld het meten van concentraties van stoffen of stofindicatoren in lichaamsvloeistoffen of weefsels) met als doel de blootstelling vast te stellen. (...) In de praktijk gaat het voornamelijk om metingen voor concentraties van stoffen in bloed, urine of uitgeademde lucht.”

secretaris tevens aandacht voor het inzetten van biomonitoring ten bate van gezonde en veilige arbeidsomstandigheden, breder dan blootstelling aan gevaarlijke stoffen.

Sensoring

Sensoring wordt in de adviesaanvraag gedefinieerd als: “(...) de kunstmatige uitvoering van wat in de biologie een zintuig wordt genoemd.” Dit sluit aan bij de omschrijving van een sensor in het RIVM-rapport als een waarnemingsinstrument.⁹ Sensoring kan daarmee worden omschreven als het meten met behulp van sensoren.

Sensoring is veelal een vorm van continu meten. Een sensor kan bovendien in combinatie met digitale technologie niet alleen metingen verrichten maar de informatie die met deze metingen wordt verkregen ook analyseren en duiden. De gebruiker kan vervolgens al dan niet continu van feedback worden voorzien over mogelijke risico's.

Sensoren zijn er in vele soorten en maten en kunnen in zeer uiteenlopende domeinen worden toegepast. In het kader van gevaarlijke stoffen kan sensing worden gebruikt voor omgevingsmetingen, maar in potentie ook voor biomonitoring en biologische effectmonitoring. Maar sensing kan behalve voor het meten van de risico's van blootstelling aan gevaarlijke stoffen, ook gebruikt worden om andere arborisico's te meten. Denk hierbij aan het meten van risico's voor het houdings- en bewegingsapparaat of psychosociale risico's. Andere voorbeelden zijn een hartslagmeter bij het sporten of het continu monitoren van bloedwaarden bij diabetes en dosering van medicatie op basis van deze monitoring. Daarnaast zijn er sensoren die functioneren als alarm, zoals koolstofmonoxidemeters. In hoofdstuk 5 zal nader worden ingegaan op de toepassing van sensoren.

De staatssecretaris vraagt de SER om een verkenning over sensoren voor het beheersen van arborisico's over de gehele breedte van gezonde en veilige arbeidsomstandigheden.

⁹ RIVM-rapport 2018-0096, p. 25 en 26. In het RIVM-rapport is er hoofdzakelijk aandacht voor op het lichaam gedragen apparaten voor het meten en monitoren van gevaarlijke stoffen.

3 Ontwikkelingen op het gebied van biomonitoring en sensing

Biomonitoring

Biomonitoring in relatie tot gevaarlijke stoffen op het werk is niet nieuw. Al sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw wordt deze techniek toegepast in het kader van arbeidsomstandighedenbeleid.

Bij het inzetten van biomonitoring voor andere arborisico's dan gevaarlijke stoffen is onderscheid te maken in technologieën die biologische waarden kunnen detecteren, zoals bloedsuiker, of een biologisch signaal, zoals hartritme. Het gaat hier zowel om nieuw ontwikkelde technologieën als om technologieën in ontwikkeling. Over het gebruik van deze vormen van biomonitoring wordt melding gemaakt in de literatuur in relatie tot sensing. We zien hier dus een integratie ontstaan tussen biomonitoring, maar vooral ook biologisch/biochemisch effectmonitoring, en sensing, zoals bijvoorbeeld het bemeten van cortisol als een maat voor stress¹. Om deze reden zal in deze verkenning biomonitoring voor andere arborisico's dan gevaarlijke stoffen samen met het onderwerp sensoren worden behandeld.

Sensing

Ook bepaalde vormen van sensing zijn niet nieuw. Er zijn uiteenlopende sensoren op de markt. Sensoren die functioneren als alarm, zoals koolstofmonoxide-meters, zijn al geruime tijd in gebruik.²

Een relatief nieuwe ontwikkeling in het kader van sensing betreft kleine, lichtgewicht, low-cost sensoren die draadloos kunnen communiceren en continu op grote schaal data kunnen verzamelen over externe en interne blootstelling aan allerlei risico's. Vaak is er hierbij sprake van het samengaan van sensoren met biomonitoring of biologische effectmonitoring. Deze sensoren zijn voortgekomen uit de standaardisatie van goedkope sensoren genaamd MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). Ze kunnen worden geïntegreerd in de draagbare uitrusting van werknemers, zoals mobiele telefoons (via specifieke apps die gegevens verzamelen en

1 Hormonen brengen stressniveau in beeld (2013) <https://www.arbo-online.nl/gezond-werken/nieuws/2013/02/hormonen-brengen-stressniveau-in-beeld-101685>

2 RIVM-rapport 2018-0096, p. 25.

doorsturen), veiligheidshesjes en helmen (wearables) of in een stationair sensor-netwerk op de werkplek.^{3,4}

Over dit type sensoren is veel gepubliceerd, met name over hun beoogd gebruik.^{5, 6, 7} De implementatie ervan op de werkplek blijft echter tot nu toe beperkt, onder andere door validiteitsproblemen.^{8, 9} Het gaat hierbij bijvoorbeeld om sensoren voor het beheersen van de risico's van hittebelasting en lawaai, sensoren voor detectie van beweging en activiteit, voor herkenning van werkgerelateerde aandoeningen aan het bewegingsapparaat, valdetectie, evaluatie van blootstelling aan verschillende fysische en chemische agentia en lokalisatie van potentiële gevaren (bewegende machines).

Er zijn daarnaast interactieve wearables in ontwikkeling die gebruik maken van technologie om het gedrag of de attitudes van gebruikers te veranderen. Deze 'persuasieve sensoren' kunnen de werknemer continu van feedback voorzien of de werknemer op aanvraag toegang verlenen tot gegevens.

Op basis van het bovenstaande zouden sensoren kunnen worden ingedeeld op grond van de vraag of ze zich op omgevings- dan wel biomedische data richten en of ze aan het lichaam van de werknemer zijn bevestigd (wearables) of in de werk-omgeving (stationair). Een andere relevante indeling is tussen sensoren die als alarm functioneren en sensoren die real-time beroepsrisico's kunnen monitoren al dan niet voorzien met een (continu) feedbacksysteem.

3 EU OSHA 2017, Monitoring technology: the 21st century's pursuit of well-being?

4 Vermeulen, R. en Pronk, A. (2018) Exposoom: kansen voor meer effectieve preventie van beroepsziekten door stoffen. In I. Houtman, W. Fransman, A. Pronk en R. Steenbeek (red.) *Experts over preventie van beroepsziekten door stoffen* (p. 133-144). Zwolle: TNO.

5 Spook, S. M., Koolhaas, W., Bültmann, U., & Brouwer, S. (2019) Implementing sensor technology applications for workplace health promotion: a needs assessment among workers with physically demanding work. *BMC Public Health*, 19(1), [1100]. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7364-2>

6 Podgorski, D., Majchrzycka, K., Dabrowska, A., Gralewicz, G. & Okrasa, M. (2017) Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 23, no. 1, 1-20.

7 Pavón, I., Sigcha, L., Arezes, P.M., Costa, N., Arcas, G., López, J. M. (2018) Wearable technology for occupational risk assessment: potential avenues for applications. <https://www.researchgate.net/publication/32>

8 RIVM-rapport 2018-0096, p. 22 en 41.

9 NvVA Nieuwsbrief (28) 2017-30 <https://www.arbeidshygiene.nl/-/uploads/files/insite/nb-2017-3-appie-happy.pdf>

Wat voor data?	Waar bevestigd?	
	Stationair (in de werkomgeving)	Wearables (bevestigd op de werknemer)
<i>Omgevingsdata</i> (zoals aanwezigheid gevaarlijke stoffen in werklucht, lawaai en hitte)	<i>Alarmeringssensoren</i> Meten van concentratieverdeling van risico's in de werkruimte (al dan niet real-time)	<i>Alarmeringssensoren</i> Meten van persoonsgebonden blootstelling aan risico's in de directe omgeving van de werknemer (al dan niet real-time)
<i>Biomedische data</i> (zoals hartslag, bloeddruk, cortisol en huidgeleiding)	<i>IR camera</i>	<i>Alarmeringssensoren</i> Meten van persoonsgebonden blootstelling aan risico's in het lichaam van de werknemer (al dan niet real-time al dan niet voorzien van een feedbacksysteem) Hierbij is er sprake van een integratie tussen biomonitoring en effectmonitoring met sensing.

Enkele voorbeelden van sensor-toepassingen*

De NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) van de VS heeft een app ontwikkeld voor toepassing in smartphones waarmee men relatief eenvoudig het geluidsniveau in de omgeving kan meten en kan vaststellen of de gebruikte gehoorbescherming voldoende demping geeft.

Een ander voorbeeld is een draagbare stofmeter die eveneens door NIOSH is ontwikkeld. Deze kan in de ondergrondse mijnbouw worden gebruikt om te meten aan hoeveel stof een werknemer tijdens een dienst wordt blootgesteld. Feitelijk is dit een verfijning van de klassieke (gravimetrische) stofmeting. Met behulp van de NIOSH stofmeter kan men nu ook het blootstellingspatroon uitlezen en combineren met informatie over de verrichte taken. Boven het aardoppervlak worden dit soort metingen gecombineerd met technologie uit het domein van Geografische Informatie Systemen (GIS) zodat de locatie van de werknemer bekend is.

Het Zweedse Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institutet werkt aan het ontwikkelen van sensoren die gedurende een volledige werkdag worden gedragen door de werknemers voor het meten van de positie en beweging van verschillende ledematen, dat wil zeggen armen, benen, polsen en romp. Het instituut werkt

* Podgorski, D., Majchrzycka, K., Dabrowska, A., Gralewicz, G. & Okrasa, M. (2017) Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 23, no. 1, 1-20.

daarnaast aan het integreren van sensoren in werkkleding waarmee real-time hartslag en ademhaling wordt gemonitord voor de beoordeling van fysieke en mentale stress en werkdruk. Gepersonaliseerde virtuele coaching van werknemers door het bieden van visuele, auditieve en haptische feedback zijn daarbij ook in ontwikkeling.**

** Abtahi, F., Lu, K., Díaz-Olivares, J. A., Forsman, M., Seoane, F., Lindecrantz, K. (2018) Wearable Sensors Enabling Personalized Occupational Healthcare. <https://www.researchgate.net/publication/325257341>

Het aanbod van sensoren met het oog op veilig en gezond werken zal naar verwachting de komende jaren toenemen en wel om verschillende redenen.^{10, 11, 12} Zo kan worden gewezen op de bredere trend van digitalisering van de werkplek waarmee het ook mogelijk wordt gemaakt om continu te monitoren, de elektronische prestatie monitoring (EPM) van werknemers (Quantified workplace) en de groeiende aandacht voor het belang van gedrag bij veilig en gezond werken.

Van betekenis hierbij is ook het toenemende gebruik van wearables in de privésfeer en het fenomeen dat de mens in toenemende mate technologie integreert in zijn leven, met het doel om informatie te verzamelen over zijn gezondheid en zijn gedrag hier vervolgens eventueel op aan te kunnen passen.

Ook wordt verwacht dat het gebruik van sensoren een vlucht zal nemen door onder andere ontwikkelingen binnen het exposoom en recente technologische ontwikkelingen aangeduid als *ambient intelligence* (AmI)¹³, *Internet of Things* (IoT) of *cyber-physical systems* (CPS).¹⁴

Het is daarnaast denkbaar¹⁵ dat werknemers op eigen initiatief commercieel beschikbare sensoren zullen gebruiken om *zelf* hun werkomgeving te bemeten. Een sensor kan dan bestaan uit een mobiele telefoon met specifieke software. Dit wordt ook wel 'citizen' of 'worker science' genoemd. Zo zijn er fijnstofmeters die personen kunnen gebruiken om zelf de luchtkwaliteit in hun directe omgeving te meten, al

10 Nicastro, D. (2017) Examining the Role of Wearables Technology in the Workplace <https://www.cmswire.com/digital-workplace/examining-the-role-of-wearables-technology-in-the-workplace/>

11 RIVM-rapport 2018-0096, p. 21, 22 en 111.

12 RIVM-rapport 2018-0096, p. 25, 22 en 41.

13 Ambient Intelligence duidt op netwerken van technologieën die aan het zicht onttrokken zijn (weggewerkt in bijvoorbeeld kantoorobjecten of in kleding) en die gebruikers pro-actief en onopvallend kunnen voorzien van gepersonaliseerde en context-relevante informatie, passend bij de specifieke situatie waarin ze zich bevinden. Uit Van den Berg, B. (2009) proefschrift *The situated self: Identity in a world of Ambient Intelligence*.

14 Voorbeelden van CPS technologie zijn robots of machines die op een netwerk zijn aangesloten.

15 RIVM-rapport 2018-0096, p. 102.

is de validiteit van de metingen wel een issue. Deze ontwikkelingen leiden onder andere tot de vraag of en in welke vorm deze manier van meten een waardevolle bijdrage zou kunnen leveren aan de verplichtingen in het kader van het arbobeleid voor gevaarlijke stoffen.

Met de opkomst van sensoren is een discussie op gang gekomen over de kwaliteit en bruikbaarheid van de verkregen data. Deze discussie heeft verschillende dimensies. Het gaat hierbij in eerste instantie om de betrouwbaarheid van de data (geeft de sensor bij herhaald gebruik dezelfde waarden), hun validiteit (meet het instrument wat het moet meten) en accuraatheid (hoe precies is de meting). Daarnaast is de vraag of gebruikers de sensoren op de juiste manier kunnen inzetten en of ze in staat zijn om de verkregen data correct te interpreteren. Immers, voor het verkrijgen van betekenisvolle data is het van belang om de juiste meetstrategie te kiezen. Zo is voor sensoren die stoffen in een werkruimte kunnen detecteren, bijvoorbeeld van belang dat deze op de juiste plaats(en) worden aangebracht. Een andere aandachtspunt is dat de interpretatie data kennis vereist.¹⁶

Een systematisch onderzoek naar de kwaliteit en geschiktheid van sensoren voor het monitoren van risico's op de werkplek is er niet. Maar in andere domeinen waar sensoren eerder hun intrede hebben gedaan, zoals in de gezondheidszorg of bij het monitoren van luchtverontreiniging, is het beeld dat verdere ontwikkeling van commercieel beschikbare sensoren nodig is om daarop te kunnen vertrouwen.

Zo bracht het Centrum voor Ethiek en Gezondheid (CEG) zeer recent een publicatie uit over gezondheidsapps en draagbare gezondheidsmeters.¹⁷ Het CEG pleit hierin voor terughoudendheid van de overheid bij het aanmoedigen van het gebruik van apps en wearables omdat deze lang niet altijd betrouwbaar zijn en vanwege neveneffecten die zich kunnen voordoen bij een, eventueel verkeerde, interpretatie van de metingen door de gebruiker (ook wanneer ze wel betrouwbaar zijn). Het CEG pleit daarom voor een kwaliteitskeurmerk met onder andere eisen voor toegankelijkheid en gebruiksgemak.¹⁸ Eenzelfde geluid wordt vertolkt in een rapport van het Rathenau Instituut uit 2014 over de opkomst van de e-coach.¹⁹ Ook op het gebied van luchtverontreiniging is er discussie over de betrouwbaarheid, validiteit

16 RIVM-rapport 2018-0096, p. 41.

17 <https://www.gezondheidsraad.nl/actueel/nieuws/2020/01/30/niet-blind-vertrouwen-op-gezondheidsapps-en-wearables>

18 De European Committee for Standardization (CEN) werkt momenteel, in opdracht van de Europese Commissie, aan een Europese norm voor health- en welzijnsapps. NEN heeft een werkgroep opgericht voor het actief volgen van en participeren in dit Europese project. Zie ook <https://www.nen.nl/Normontwikkeling/Gezondheidsapps.htm>

19 Kool L., J. Timmer en R. van Est (red.) *Eerlijk advies - De opkomst van de e-coach*. Den Haag, Rathenau Instituut 2014

en accuraatheid van commercieel beschikbare sensoren waarmee burgers luchtmetingen kunnen uitvoeren.²⁰

Binnen deze discussie wordt bovendien aandacht gevraagd voor onbedoelde maatschappelijke effecten als gevolg van de interpretatie van sensorgegevens door particulieren zonder de nodige kennis van zaken. Zo zouden mensen met astma op basis van sensorgegevens over luchtvervuiling verkeerde beslissingen kunnen nemen over het nemen van medicatie of deze gegevens inzetten voor juridische claims wanneer de door hun verzamelde data hoger zijn dan de geldende luchtkwaliteitsnormen.

Tot slot kan worden opgemerkt dat het vraagstuk betreffende het gebruik van sensoren binnen het kader van arbeidsomstandigheden onderdeel uitmaakt van het bredere thema van digitalisering en robotisering op de werkvloer. Zoals een recent rapport van het Rathenau Instituut *Werken op waarde geschat* laat zien, zijn er vele manieren om werkenden digitaal te monitoren.²¹ De effecten ervan op de verschillende aspecten van arbeidsbelasting en arbeidsverhoudingen kunnen fors verschillen, kunnen zowel positief als negatief zijn, en zijn sterk afhankelijk van de specifieke context waarin de technologieën worden toegepast. Het Rathenau Instituut roept sociale partners op in overleg met elkaar de wenselijkheid van de inzet van deze tools te bepalen.

20 Lewis, A. and Edwards, P. (2016) Validate personal air-pollution sensors. *Nature*, 535, 29-31.

21 Das, D., R. de Jong en L. Kool, m.m.v. J. Geritsen (2020) *Werken op waarde geschat - Grenzen aan digitale monitoring op de werkvloer door middel van data, algoritmen en AI*. Den Haag: Rathenau Instituut.

4 Toepassing biomonitoring en sensing in Nederland en andere Europese landen

4.1 Biomonitoring in Nederland

In Nederland is alleen voor lood en anorganische loodverbindingen zowel een wettelijke luchtgrenswaarde als een wettelijke biologische grenswaarde vastgesteld.¹ Deze biologische grenswaarde is ontwikkeld omdat met betrekking tot blootstelling aan lood en anorganische loodverbindingen is gebleken dat orale blootstelling een reële bijdrage levert aan de totale blootstelling. Het gezondheidsrisico kan door de lood in bloed waarde accuraat in beeld worden gebracht.

Behalve voor lood en anorganische loodverbindingen wordt biomonitoring, zij het op kleine schaal, ook voor enkele andere stoffen toegepast waar meerdere blootstellingsroutes een rol spelen (zoals PAK's). Hieronder zal verder worden ingegaan op de toepassing van biomonitoring bij lood en andere stoffen.

Biomonitoring bij het werken met lood

De overheid stelt in de Arbeidsomstandighedenregeling grenswaarden vast voor gevaarlijke stoffen. Ook voor lood zijn grenswaarden vastgesteld: 0,15 mg/m³ lucht als gemiddelde over een achturige werkdag en een biologische grenswaarde van maximaal 70 microgram lood per 100 milliliter bloed (70 µg/100 ml bloed). De overheid heeft twee aparte grenswaarden vastgesteld omdat zowel het inademen als andere orale blootstelling aan lood, zoals via eten en drinken, kan bijdragen aan de totale blootstelling aan lood. Daarnaast sluit de huidige lood in de lucht waarde niet uit dat de lood in bloed waarde toch wordt overschreden, ook als de luchtconcentratie onder de grenswaarde voor de lucht ligt.

Als werknemers (kunnen) worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen zoals lood, ongeacht of daadwerkelijk met deze stoffen gewerkt wordt of zal worden gewerkt, dan moet de werkgever de aard, mate en duur van die blootstelling beoordelen, om

¹ Ook voor de verbindingen 4,4'-methyleendianiline (MDA) en cadmium en anorganische cadmiumverbindingen heeft de Gezondheidsraad een biologische grenswaarde afgeleid. Op dit moment is nog geen wettelijke biologische grenswaarde ingevoerd voor deze stoffen. Wel is dit openbare kennis over de stand der techniek ter voorkoming van nadelig gezondheidseffect. Werkgevers, werknemers en deskundigen moeten deze kennis dus wel betrekken bij het formuleren van hun arbobeleid (artikel 3, eerste lid, van de Arbeidsomstandighedenwet). Zie ook Regeling van de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid van 7 februari 2017, nr. 2017-0000005838, tot wijziging van de Arbeidsomstandighedenregeling in verband met een actualisering van Bijlage XIII (wettelijke grenswaarden Benzeen, Cadmium verbindingen, Hexachloorbezen en 5- Nitroacenaften).

zo de gevaren voor de werknemers te bepalen. Met deze beoordeling kan onder andere worden bepaald of de grenswaarden worden overschreden.

Voor de beoordeling van blootstelling aan lood zijn in de Arbeidsomstandigheden-regeling specifieke regels opgesteld. Zo moet de werkgever de concentratie van lood in de lucht om de drie maanden meten, of als aan specifieke voorwaarden wordt voldaan eens per jaar. Deze meting dient te worden gedaan met behulp van atomaire absorptiespectrometrie, of een andere analysemethode, die gelijkwaardige resultaten oplevert.

Werknemers moeten daarnaast twee keer per jaar in de gelegenheid worden gesteld het loodgehalte in hun bloed te laten meten. Zij zijn niet verplicht hieraan deel te nemen. Als de blootstelling aan lood beperkt blijkt te zijn dan kan ook de frequentie van deze metingen onder voorwaarden worden teruggebracht tot eenmaal per jaar. De metingen vinden plaats op basis van gevoelige analytische technieken; atomaire absorptiespectrometrie of een andere gelijkwaardige methode. De resultaten van de metingen worden getoetst aan de grenswaarde van 70 µg/100 ml bloed.

Iedere werknemer die wordt of kan worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen, wordt voor aanvang van het werk in de gelegenheid gesteld om binnen het kader van PAGO een arbeidsgezondheidskundig onderzoek te ondergaan. Voor werken met lood geldt dat het arbeidsgezondheidskundig onderzoek daarnaast minimaal een keer per jaar aan werknemers wordt aangeboden.

Toepassing biomonitoring voor andere stoffen

Biomonitoring van andere stoffen dan lood en anorganische loodverbindingen wordt in Nederland op kleine schaal toegepast. Daarbij gaat het onder andere om chroom, benzeen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).² Deze toepassing is gericht op de beoordeling van de blootstelling en de effectiviteit van genomen maatregelen. Het toepassen van biomonitoring voor deze stoffen kan worden gerekend tot het domein van de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E).

Het uitvoeren van biomonitoring vereist expertise en een goede besluitvorming, waarbij het goede praktijk is dat biomonitoring tot stand komt op basis van een advies van de bedrijfsarts in samenwerking met andere kerndeskundigen. Omdat de ondernemingsraad (of personeelsvertegenwoordiger) instemmings- en advies-

² RIVM-rapport 2018-0096, p. 56.

recht heeft voor de RI&E, en biomonitoring onderdeel uitmaakt van de RI&E, heeft de or (of pvt) ook voor dit onderdeel instemmingsrecht.³

In de jaren '80-'90 was er in Nederland aandacht voor biomonitoring. Dit heeft een reeks protocollen opgeleverd (in de zogenaamde S-reeks van het Ministerie SZW) voor 36 stoffen, waaronder chroom-6, benzeen en PAK's.⁴ Hierin wordt uiteengezet hoe biomonitoring kan worden uitgevoerd, wat de wetenschappelijke onderbouwing hierbij is, welke methoden geëigend zijn en wat relevante overwegingen hierbij zijn.⁵

Biomonitoring wordt met name toegepast in industrieën waar blootstelling aan gevaarlijke stoffen kan plaatsvinden en waar bedrijven over de nodige deskundigheid en middelen beschikken om biomonitoring uit te voeren. Het gaat hierbij om een beperkt aantal stoffen. Het gaat vooral om situaties waarbij stoffen al bij heel lage blootstelling een risico kunnen vormen (zoals benzeen of PAK's), er daarnaast veelal sprake is van opname via de huid of via de mond en waarbij niet met zekerheid kan worden gesteld dat de beschermingsmiddelen voldoende bescherming bieden. De bedrijfsarts speelt hierbij een centrale rol. In hoofdstuk 9 wordt hier nader op ingegaan.

Het RIVM-rapport noemt een aantal redenen waarom bedrijven voor biomonitoring kiezen:

- met biomonitoring kan een beeld worden verkregen van de opname van een stof via alle mogelijke blootstellingsroutes (via ademhaling, oraal, via de huid of door een combinatie van deze routes). Daarbij speelt ook de blootstelling aan stoffen buiten de werkomgeving (zoals blootstelling via hobby's) een rol, evenals individuele verschillen op het vlak van hygiëne op het werk, de graad van opname, het biochemisch metabolisme en de eliminatie uit het lichaam. De effecten van bronnen buiten de werkomgeving kunnen worden onderscheiden door het patroon van monsterneming;
- biomonitoring geeft bovendien de mogelijkheid om meerdere stoffen tegelijk te bemonsteren en te analyseren (bijvoorbeeld meerdere metalen). Dit is een voordeel omdat er in dat geval slechts een beperkt aantal monsternamemomenten zijn die veel informatie op kunnen leveren;

3 RIVM-rapport 2018-0096, p. 47-48.

4 In 1983 werd de werkgroep Onderzoeksmethoden Chemische Belasting (OCB) ingesteld, die o.m. tot taak had protocollen te ontwikkelen voor het meten van de inwendige chemische belasting die tijdens het werk kan ontstaan.

5 Zie hier als voorbeeld het protocol voor chroom en anorganische chroomverbindingen <http://szwweb.adlibhosting.com/PDF/20693.pdf>. Het is echter hierbij de vraag of deze protocollen de toets zouden kunnen doorstaan van de actuele wetenschappelijke inzichten.

- een ander aantrekkelijk aspect van biomonitoring is dat monsternamen relatief eenvoudig is ten opzichte van omgevingsmonitoring (dit voordeel kan stofafhankelijk zijn);
- met behulp van biomonitoring worden gegevens verzameld van alle werknemers die deelnemen. Werknemers krijgen inzicht in zijn eigen blootstelling, worden direct betrokken bij het onderzoek waardoor zij zich beter bewust worden van de risico's en het nut en effect van beschermingsmaatregelen. Indien een werknemer een verhoogde biomonitoring uitslag heeft, kunnen specifiek voor die werknemer maatregelen worden getroffen ter vermindering van de blootstelling;
- met biomonitoring kan worden geëvalueerd of de reeds genomen beschermingsmaatregelen voldoende zijn;
- biomonitoring monsters kunnen eventueel worden hergebruikt om de blootstelling aan een andere stof te bepalen (toestemming is vereist van de werknemer en er mag geen afbraak plaatsvinden tijdens opslag).

De recente discussie over blootstelling aan chroom-6 heeft geleid tot hernieuwde aandacht voor biomonitoring als een mogelijke aanvulling op de beoordeling van de blootstelling via inhalatie. De Inspectie SZW heeft in 2018 een beslisschema gepubliceerd voor werkzaamheden waarbij chroom-6-blootstelling kan plaatsvinden, waarin biomonitoring wordt geadviseerd als er sprake is van mogelijk huidcontact of om het effect van een beheersmaatregel te toetsen.⁶ Ook Rijkswaterstaat adviseert het gebruik van biomonitoring in zijn recente publicatie *Beheersregime chroom-6*.⁷

Vormen van biomonitoring die in Nederland worden toegepast en hierboven kort zijn benoemd, maar verder buiten de adviesaanvraag vallen zijn: biomonitoring tijdens en na een kleinschalig incident met gevaarlijke stoffen, biomonitoring in het kader van wetenschappelijk onderzoek en biologisch/biochemisch effectmonitoring binnen het kader van preventief medisch onderzoek (PMO) en het onderzoek rond het exposoom.

6 Inspectie SZW (2018) Checklist chroom-6 in oppervlakken. Geraadpleegd van <https://www.inspectieszw.nl/publicaties/publicaties/2018/10/04/checklist-chroom-6-in-oppervlakken>

7 Beheersregime chroom-6 RWS, RVB en ProRail, Versie 1.0, 28-05-2019.

Andere vormen van biomonitoring

Over biomonitoring tijdens en na een kleinschalig incident met gevaarlijke stoffen bestaat een richtlijn (GGD-richtlijn medische milieukunde, RIVM (2012)). Deze richtlijn handelt over incidenten waarbij de algemene bevolking is betrokken, maar elementen uit deze richtlijn kunnen worden gebruikt voor de biomonitoring van werknemers na incidenten.

Biomonitoring in het kader van wetenschappelijk onderzoek wordt toegepast als onderdeel van de causaliteitsbeoordeling van gezondheidseffecten door blootstelling aan chemische stoffen waarbij de medisch-ethische commissie de onderzoeksopzet kritisch beoordeelt.

Biologisch/biochemisch effectmonitoring kan worden toegepast binnen het kader van preventief medisch onderzoek (PMO) voor het vroegtijdig opsporen van werknemers met luchtwegallergieën inclusief beroepsastma met blootstelling aan hoog moleculaire allergenen in de bakkerssector (bakkerspoli).

Verklaringen voor de beperkte toepassing van biomonitoring

Hierboven is aangegeven dat biomonitoring een beperkte toepassing kent. Uit het RIVM-rapport kan worden opgemaakt dat er uiteenlopende verklaringen worden gegeven voor deze beperkte toepassing. Een belangrijke reden is het feit dat biomonitoring slechts geschikt is voor een beperkt aantal stoffen. Zo is biomonitoring niet geschikt voor stoffen die het lichaam snel verlaten of voor stoffen met alleen lokale effecten, omdat ze niet worden gedetecteerd in het biologisch materiaal of omdat het te weinig zegt over een voorspelling van gezondheidseffecten. Ook is biomonitoring niet geschikt indien de gemeten metaboliet aan meerdere stoffen te relateren is. Daardoor is het onduidelijk van welke stof de blootstelling wordt gemeten, wat de uitkomsten en voorspelbaarheid vertroebelt.

Biomonitoring wordt echter ook beperkt ingezet in die situaties waar biomonitoring wel mogelijk is (zoals in geval van lood). Deze beperkte toepassing kan bijvoorbeeld te maken hebben met de ervaren nadelen van biomonitoring ten opzichte van omgevingsmetingen⁸:

- voor veel van deze stoffen zijn er kennishiaten in de literatuur. Zo kan de stof wel worden gemeten in het lichaam, maar is de interpretatie niet eenduidig omdat onbekend is een uitslag betekent voor blootstelling of effect;

8 RIVM (2018) p. 3, 34-36, 113.

- er is geen harmonisatie met betrekking tot welke technieken te prefereren zijn (ontbreken van protocollen);
- het feit dat er weinig wetenschappelijk onderbouwde biologische grenswaarden beschikbaar zijn;
- het gebruik van invasieve technieken (zoals bloedafname) kan voor werknemers een reden zijn om niet deel te nemen aan een biomonitoring onderzoek;
- het feit dat het om persoonlijk biologisch materiaal gaat, en dat persoonlijke gegevens noodzakelijk zijn om de gegevens te kunnen interpreteren, kan aanleiding zijn voor werknemers om niet deel te nemen aan biomonitoring;
- monsters genomen tijdens biomonitoring moeten vaak op een bepaalde manier worden bewaard en binnen een bepaalde termijn worden geanalyseerd, omdat het biologisch materiaal bederft. Opslag en vervoer van de monsters kan daardoor een probleem zijn vanwege maatregelen die ervoor moeten worden getroffen;
- met name bij invasieve biomonitoring technieken wordt werknemers verzocht op een gepland tijdstip (soms midden op een werkdag) aanwezig te zijn bij de gezondheidswerker die het monster afneemt. De planning hiervan kan kortstondig interfereren met de reguliere werkzaamheden;
- omdat biomonitoring de concentratie in het lichaam meet en daarmee de blootstelling over meerdere dagen, kan biomonitoring lastig worden gebruikt voor het opsporen van bronnen van (pieken in de) blootstelling;
- de bedoeling in de arbeidshygiënische strategie is om stoffen buiten het lichaam te houden. Om dan vervolgens in het lichaam te meten, klopt gevoelsmatig niet;
- men ervaart onduidelijkheid in het veld over de rol van de arbeidshygiënist/toxicoloog;
- gebrek aan vertrouwen bij de werknemers, bijvoorbeeld achterdocht dat de werkgever oneigenlijk gebruik maakt van de blootstellingsinformatie, kan een negatieve invloed hebben op de motivatie tot deelname en motivatie is van cruciaal belang hierbij omdat biomonitoring niet kan worden afgedwongen.

Daarnaast laat de Nederlandse praktijk zien dat de bedrijfsarts in slechts weinig situaties biomonitoring adviseert, ook wanneer biomonitoring wel mogelijk is.⁹ Het RIVM-rapport noemt daarvoor als mogelijke verklaringen onder meer dat:

- veel RI&E's niet op orde zijn, waardoor er bij veel bedrijven geen up-to-date inzicht is in de blootstelling aan gevaarlijke stoffen;

⁹ De bedrijfsarts, eventueel in samenwerking met de toxicoloog en/of arbeidshygiënist, kan op basis van de RI&E adviseren of biomonitoring wenselijk is.

- er een gebrek aan kennis is bij de meeste bedrijfsartsen om een goed biomonitoringsonderzoek op te zetten, uit te voeren, de uitslagen te interpreteren en te evalueren.¹⁰

4.2 Sensoring in Nederland

Op de markt zijn er al vele sensoren voor allerlei toepassingen en doelgroepen beschikbaar. Ook zijn er veel nieuwe sensoren in ontwikkeling (zie hoofdstuk 3). Sensoren die als alarm dienen in het geval van een arbeidsongeval, worden al lang en veelvuldig gebruikt in hoog-risicosectoren in Nederland zoals de petrochemie en procesindustrie.

Informatie over het gebruik van sensoren die continu beroepsrisico's monitoren, stationair dan wel in de vorm van wearables, is echter schaars. Ondanks het gebrek aan harde gegevens zijn er toch aanwijzingen dat er hiermee in het veld volop wordt geëxperimenteerd en staat het onderwerp in de belangstelling van Nederlandse arboprofessionals en onderzoekers.¹¹ Onderzoek naar sensoren in Nederland richt zich vooral op de vraag hoe sensing kan worden toegepast om de beoogde voordelen (veilig en gezond werken) te realiseren.

Onderzoek naar sensoren in Nederland

Sensoren voor gevaarlijke stoffen

In de TNO-workshop Sensoren op de werkplek, die op 1 november 2019 bij de SER werd gehouden, heeft TNO samen met werknemers, werkgevers en overheidsvertegenwoordigers de wenselijkheid verkend van een nieuwe generatie sensoren voor het continu meten van concentraties gevaarlijke stoffen in lucht. TNO maakt daarbij onderscheid tussen verschillende typen sensoren:

- *Sensor als detector*: Stationaire sensoren die als detector zijn bevestigd aan of bij de apparatuur waarmee gewerkt wordt, zoals een afzuigstelsel of een spuitpistool. Deze sensoren kunnen continue detecteren of blootstelling aan bepaalde stoffen niet te hoog is en ingrijpen op het moment dat dat wel gebeurt, door middel van bijvoorbeeld een alarm. Hiermee kunnen werknemers worden gewezen op gevaar of gewezen op de juiste werkwijze.

¹⁰ RIVM-rapport 2018-0096, p. 48.

¹¹ TNO-workshop Sensoren op de werkplek, op 1 november 2019 in het SER-gebouw. Zie ook hoofdstuk 3, voetnoten 3 en 4.

- *Stationaire blootstellingssensoren*: Stationaire sensoren die verspreid worden over de omgeving van de werkplek, niet direct gekoppeld aan een bepaald instrument of handeling. Met deze sensoren kan de werkomgeving in het algemeen in kaart worden gebracht, waar concentraties van bepaalde stoffen hoog of laag zijn bijvoorbeeld. Denk hierbij aan lasrook in een hal waar door meerdere mensen laswerk wordt gedaan. Deze sensoren kunnen worden gekoppeld aan Indoor Location Tracking (ILT), technologie om mensen te lokaliseren binnen een ruimte met bijvoorbeeld camera's, om zo onder andere de blootstelling van werknemers aan hoge concentraties in een ruimte in de gaten te kunnen houden
- *Persoonlijke blootstellingssensoren*: Sensoren op het lichaam van werknemers om zo de blootstelling aan gevaarlijke stoffen in het individuele geval in kaart te kunnen brengen. Door deze te koppelen aan gegevens van omgevingssensoren kan ook context worden geboden aan de blootstelling, zoals welke werkzaamheden zij deden op het moment dat er een hoge blootstelling plaatsvond.

In een onderzoek van Brandweer Nederland naar goede praktijken om de gezondheid van medewerkers te bewaken, heeft men ook naar de mogelijkheden van sensing gekeken (voor hittebelasting, geluidmetingen en biologische monitoring).^{*} Brandweer Nederland ziet sensoren als een interessante ontwikkeling maar constateert ook dat de technologie nog niet voldoende ontwikkeld is voor gebruik in de praktijk. Hierbij gaat het vooral om de geschiktheid van de materialen waaruit sensoren zijn gemaakt voor de extreme omstandigheden waarin brandweerleden moeten opereren.

Andere arborisico's

Sensing kan ook voor andere arborisico's dan gevaarlijke stoffen gebruikt worden. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om sensoren die alarm slaan bij een (dreigend) arbeidsongeval, sensoren in stoelen die een juiste zithouding aangeven en sensoren, vaak wearables genoemd, die stress of leefstijl meten en daar via digitale coaches adviezen feedback op geven.

Zo is SPRINT @Work^{**}, een samenwerkingsproject van kennisinstellingen (UMCG, RuG, Hanze Hogeschool, NHL), bezig om samen met een cluster van bedrijven sensortechnologie te ontwikkelen en deze technieken vervolgens toe te passen om de inzetbaarheid van medewerkers te monitoren en op peil te houden, en een passende werkomgeving te realiseren voor oudere werknemers. Hierbij gaat het om het meten en verbeteren van zowel hun cognitieve als fysieke prestaties. Dit betreft grofweg

* Brandweer Nederland rapport (2018) Gezondheids-monitoring bij de brandweer.

** <https://www.imdi-sprint.nl/huidige-projecten/sprint-work/>

twee typen werknemers, namelijk kantoorpersoneel en werknemers met fysiek zwaar werk. In een onderzoek met focusgroepen van in totaal 30 werknemers in vier Nederlandse bedrijven zijn daarbij binnen het project voorkeuren en randvoorwaarden bepaald voor het toepassen van type sensoren gericht op fysiek zwaar werk.

RIVM-rapport

Het gebruik van sensoren kan verschillende voor- en nadelen met zich meebrengen. Het RIVM-rapport *Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden* bevat een weergave van de ervaren (of verwachte) voor- en nadelen van het gebruik van sensoren bij gevaarlijke stoffen. Hieronder worden deze samengevat weergegeven. Het gaat hierbij om een compilatie van informatie uit de beschikbare literatuur.¹²

Voordelen genoemd in de literatuur over sensoren (in ontwikkeling):

- sensoren kunnen continu metingen verrichten, ze zijn uitleesbaar op de werkplek of vanaf een afstand/controlekamer. Hierdoor zijn geen monsternames, vervoer en opslag van monsters en laboratoria nodig. Door het continu meten en feedback kunnen geven leveren ze direct inzage in eigen handelen en maken direct ingrijpen mogelijk.
- sensoren kunnen geïntegreerd worden in bijvoorbeeld helmen, veiligheidsvesten, of op gewenste plekken. Hierbij zijn sensoren vaak licht in gewicht. Hierdoor belemmeren ze de werknemer minimaal tijdens de werkzaamheden;
- sensoren kunnen huidblootstelling monitoren;
- sensoren kunnen meerdere stoffen tegelijk bemonsteren. Dit verhoogt de waarde van de monitoringcampagne en kan het aantal keren dat een werknemer om medewerking wordt gevraagd verlagen alsmede de kosten van blootstellingsonderzoek;
- door op personen te meten is het mogelijk om persoonlijke blootstellingsdossiers aan te leggen.

Nadelen genoemd in de literatuur over sensoren (in ontwikkeling):

- de beschikbaarheid van sensoren voor chemische stoffen is nog beperkt;
- de meetmethodiek, reproduceerbaarheid, sensitiviteit, specificiteit van de sensoren die wel beschikbaar zijn is nog niet gevalideerd;

¹² RIVM-rapport 2018-0096, p. 38-42.

- doordat de sensoren klein zijn, zijn resultaten ook gemakkelijker te beïnvloeden (sensoren kunnen bijvoorbeeld worden afgedekt door kleding) en dat kan tot onbruikbare resultaten leiden;
- het koppelen van contextuele informatie tijdens het werk aan de meetresultaten is vooralsnog lastig;
- het interpreteren van de meetresultaten vereist deskundigheid. Omdat sensoren makkelijk in het gebruik zijn kunnen werknemers en werkgevers gebruiken zonder tussenkomst van een deskundige partij. Het nadeel schuilt voornamelijk in de mogelijkheid dat ze zonder de juiste meetstrategie worden ingezet en dat onjuiste conclusies worden getrokken. Hiermee kunnen sensoren een situatie van schijnveiligheid creëren (of juist voor onrust zorgen).

Uit de Nederlandse discussie blijkt vooral dat de beoordeling van de wenselijkheid van sensoren gerelateerd is aan het samenspel van het beoogde doel en de (on)mogelijkheden van de technologie in relatie tot de conventionele meetmethodes. Aandachtspunten die hierbij zijn genoemd:

- wetenschappelijke robuustheid, betrouwbaarheid en precisie (een detector moet altijd afgaan bij overschrijding van een goed gefundeerde norm);
- hoe ingrijpend de technologie is voor de werknemers (technologie om werknemers te lokaliseren wordt als heel ingrijpend gezien) en of de technologie (en de daarmee gerelateerde dataverzameling en verwerking) op gespannen voet staat met de privacy van de werknemer;
- effecten op het welzijn van de werknemers (wanneer de terugkoppeling van de sensor ertoe kan leiden dat werknemers naar hun collega's toe in verlegenheid kunnen worden gebracht of wanneer de feedback tot onrust leidt);
- kwaliteitscomfort en waargenomen gebruiksgemak en de mate waarop sensoren interfereren met de reguliere werkzaamheden;
- vereiste deskundigheid om de sensor goed toe te passen maar ook de feedback te interpreteren.

4.3 **Biomonitoring in andere Europese landen**

Het enige verplichte EU-brede beleid inzake biomonitoring heeft betrekking op lood (richtlijn 98/24/EG), waarvoor op Europees niveau een bindende biologische grenswaarde en bepalingen over het uitvoeren van de metingen zijn vastgesteld. In het beleid van de lidstaten met betrekking tot biomonitoring voor andere stoffen (uitvoering in de praktijk, gebruikte grenswaarden en daaraan gerelateerde maatregelen) is er een grote diversiteit in beleid.

Europese richtlijnen

Artikel 3 van de CAD-richtlijn¹³ vormt de wettelijke basis voor het instellen van biologische grenswaarden op Europees niveau naast luchtgrenswaarden. Biologische grenswaarden kunnen een indicatief of bindend karakter hebben.

Er worden op dit moment geen biologische grenswaarden gesteld in de CMD-richtlijn¹⁴. Bijlage II van de CMD over gezondheidstoezicht van werknemers die zijn blootgesteld aan kankerverwekkende en mutagene agentia, vermeldt dat in voorkomende gevallen, biologische monitoring kan worden toegepast, alsmede detectie van vroege en omkeerbare effecten. Relevant in dit verband is ook dat de Europese Commissie tegen 2022 zal moeten beoordelen of Richtlijn 2004/37/EG betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk, gewijzigd moet worden door bepalingen toe te voegen over een combinatie van een grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling via de lucht en een biologische grenswaarde voor cadmium en de anorganische verbindingen.¹⁵

ACSH

Het Raadgevend Comité voor veiligheid en gezondheid op het werk (ACSH) heeft in 2017 een advies uitgebracht over het opnemen van bepalingen over biomonitoring bij een mogelijke wijziging van de CMD.¹⁶ Alle belangengroepen in het ACSH ondersteunen het gebruik van biologische monitoring voor de bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers, mits er wetenschappelijk onderbouwde biologische indicatoren beschikbaar zijn en mits biomonitoring toegevoegde waarde biedt voor de bescherming van werknemers. Het ACSH is echter niet voor het vaststellen van biologische grenswaarden onder de CMD. In plaats daarvan beveelt het aan om op EU-niveau een richtsnoer voor biomonitoring te ontwikkelen voor zowel kankerverwekkende en mutagene stoffen als andere gevaarlijke stoffen.

Volgens het ACSH zou een dergelijk richtsnoer het belang moeten aangeven van biologische grenswaarden en de manier waarop deze waarden kunnen worden gebruikt als onderdeel van een algemene aanpak om risico's op het werk te beheersen. Er wordt ook benadrukt dat in een richtsnoer zou moeten worden voort-

13 Richtlijn 98/24/EG betreffende de bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers van de risico's in verband met chemische agentia op het werk.

14 Richtlijn 2004/37/EG betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk.

15 Overweging 17 van richtlijn (EU) 2019/983.

16 ACSH opinion on a possible amendment of Directive 2004/37/EC on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens or mutagens at work1 to incorporate provisions regarding biomonitoring, Doc. 665/17.

gebouwd op ervaringen in de lidstaten en reeds ontwikkelde richtsnoeren op nationaal niveau.

Hoewel het ACSH geen voorstander is van bindende biologische grenswaarden onder de CMD, heeft het voorgesteld een nieuw punt toe te voegen aan Bijlage II van de CMD, waarin staat dat wanneer een onderneming biomonitoring uitvoert, er rekening wordt gehouden met de biologische waarden die door SCOEL worden aanbevolen of andere informatie op nationaal en EU-niveau.

In vervolg op deze aanbeveling heeft de Europese Commissie (DG-EMPL) het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk (EU-OSHA) recent verzocht om een overzicht te maken van het beleid op het gebied van biomonitoring in de verschillende lidstaten met het oog op het zoeken naar een gemene deler die eventueel als basis kan dienen voor het formuleren van EU-beleid op biomonitoring. Naar verwachting wordt het overzicht in het voorjaar van 2020 gepubliceerd.

SCOEL

Het Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) is in 1995 door de Europese Commissie opgericht om de potentiële gezondheidseffecten van blootstelling aan chemische stoffen op het werk te evalueren. SCOEL¹⁷ heeft in zijn adviezen negentien gezondheidskundig onderbouwde biologische grenswaarden¹⁸ afgeleid en zeven zogeheten biologische (niet-gezondheidskundige) richtwaarden.¹⁹ Gezondheidskundige biologische grenswaarden zijn grenswaarden die zijn afgeleid op basis van studies naar gezondheidseffecten. Ze kunnen op drie manieren worden afgeleid:

1. Op basis van humane studies waarbij een gezondheidseffect direct kan worden gekoppeld aan de concentratie van een stof of metabooliet gemeten door middel van biomonitoring.
2. Bij gebrek aan dergelijke studies kan op basis van de omgevingsluchtgrenswaarde door middel van kinetische modellen een biologische grenswaarde worden afgeleid.
3. Op basis van biologische effectmonitoring, op basis van humane data.

¹⁷ RIVM Rapport 2018-0096, p. 57-58.

¹⁸ SCOEL BLV's zijn ontwikkeld voor: aniline, benzeen, cadmium, koolstof disulfide, dimethyl formamide, dinitro-*o*-cresol, hexachloorbenzeen, methoxy- and ethoxyethanol en hun acetaten, waterstof fluoride, lood en anorganische loodverbindingen, lood chromaat, kwik en anorganische divalente kwikverbindingen, methyleenchloride, NMP, phenol, propyleen oxide, tetrachloor ethyleen en trichloor ethylene.

¹⁹ SCOEL BGV's zijn ontwikkeld voor: acrylamide, beryllium, MDA, MOCA, nikkel en nikkel verbindingen, PAK's die BaP bevatten, en *o*-toluidine.

Biologische (niet-gezondheidskundige) richtwaarden zijn waarden die overeenkomen met de bovenste 90^e of 95^e percentiel van een stof of een metaboliet, in een niet blootgestelde populatie.

REACH

Biomonitoringsdata die betrekking hebben op de werkomgeving worden gebruikt voor verschillende processen onder REACH, de Europese verordening over de productie van en handel in chemische stoffen. Biomonitoring onder REACH dient als doel het bepalen van blootstelling aan chemische stoffen met het oog op risicobeoordeling. ECHA rapporteert dat bij REACH autorisaties steeds meer gebruik wordt gemaakt van biomonitoringgegevens afkomstig van bedrijven.

Daarnaast zien we dat verleende autorisaties aanbevelingen kunnen bevatten voor het uitvoeren van biomonitoring door de bedrijven (waaraan de autorisatie is verleend) als een van de mogelijke instrumenten om blootstelling te beheersen. Ook wordt biomonitoring gebruikt door bedrijven om de zogenaamde DNEL's²⁰ vast te stellen. Een bijzondere ontwikkeling in dit verband is het besluit van ECHA's lidstatencomité (MSC) dat een fabriek die de stof GenX produceert, een biomonitoringsprogramma met werknemers zou moeten opzetten op basis van vrijwillige deelname, als onderdeel van de stoffenbeoordeling in het kader van het communautaire voortschrijdende actieplan (Corap). Dit biomonitoringsverzoek is het eerste dat door de MSC is goedgekeurd.

HBM4EU

Op 1 januari 2017 ging het Europese Humane Biomonitoring Initiatief van start onder de naam HBM4EU met 28 deelnemende landen, waaronder Nederland.²¹ HBM4EU is een programma onder Horizon2020²². Doel ervan is om de lidstaten te doen samenwerken op het vlak van humane biomonitoring (HBM) en mogelijkheden te verkennen voor een duurzaam beleidsondersteunend HBM-project in Europa.

Biomonitoring binnen het kader van arbeidsomstandigheden is een van de aandachtsgebieden en het doel hierbij is het verbeteren van de kennis over de blootstelling van de Europese beroepsbevolking aan chemische stoffen, de mogelijke

20 DNEL is de afkorting voor 'Derived No-Effect Level'. Ze worden gebruikt binnen het kader van de Europese verordening over de productie van en handel in chemische stoffen, REACH, bij de beoordeling van risico's voor de mens. Ze worden gedefinieerd als het is het blootstellingsniveau aan de stof, waarboven mensen niet blootgesteld zouden moeten worden en zijn in die zin vergelijkbare concepten als grenswaarden binnen het kader van arbo.

21 <https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2017/03/HBM4EU-in-brief.pdf>

22 Horizon2020 is het Europese subsidie programma voor Onderzoek en Innovatie in Europa en een belangrijke pijler van de Innovatie-Unie (<http://ec.europa.eu/innovation-union>).

gezondheidseffecten ervan en het ondersteunen van beleid bij het formuleren van beleid op Europees, nationaal en regionaal niveau. De Europese Commissie voorziet hiervoor een investering van maximum 50 miljoen euro over een periode van vijf jaar op basis van een cofinanciering van 70 procent voor het totale project. Het globale budget bedraagt 74 miljoen euro. Duitsland (UBA) neemt de rol van coördinator met RIVM als deelnemende partner vanuit Nederland.

HBM4EU kan worden gezien als een belangrijke aandrijfkraft voor de (hernieuwde) belangstelling in biomonitoring.²³

Exposoom onderzoek

Exposoom onderzoek betreft een integrale multidisciplinaire benadering om blootstelling aan stoffen en sociale factoren in werk alsook daarbuiten, en de gevolgen hiervan voor het individu, gedurende het hele leven in kaart te brengen. De exposoom benadering is een wetenschapsgebied in opkomst en maakt gebruik van nieuwe technologie, onder andere op het gebied van sensoren, big data en biomonitoring om het 'externe exposoom' (de externe blootstelling) en het 'interne exposoom' (de gevolgen) in kaart te brengen.

Deze benadering kan bijdragen aan betere risicobeoordelingen en de vaststelling van betere grenswaarden. Daarnaast kunnen procedures en interventies, gericht op reductie van blootstellingen op het werk, worden geoptimaliseerd. Zo kan bijvoorbeeld eerder en gericht worden ingegrepen of gealarmeerd wanneer blootstelling aan stoffen een kritieke waarde nadert. Ook kan eerder worden gesignaleerd wanneer in een vroeg stadium ongunstige gevolgen van blootstelling zichtbaar worden.

In Nederland wordt onder andere door TNO, IRAS en RIVM onderzoek gedaan naar hoe exposoom onderzoek kan worden ingezet voor meer effectieve preventie van beroepsziekten door stoffen.

International Programme on Chemical Safety (IPCS)

IPCS is in 1980 opgericht en is een gezamenlijk programma van drie samenwerkende organisaties – WHO, ILO en UNEP – die activiteiten uitvoeren met betrekking tot chemische veiligheid²⁴. Binnen dit programma heeft de WHO in 1996 twee documenten uitgebracht met *best practices* die door consensus worden ondersteund (*guidelines*) over biomonitoring van chemische blootstelling op de werkplek.²⁵ In deze documenten wordt biomonitoring als een geschikt instrument gezien binnen

23 Marika Kolossa-Gehring, UBA en lid Management Board HBM4EU, Workshop Biomonitoring tijdens de Finse Conferentie "Working Together to eliminate occupational cancer", 27-28 November 2019 Helsinki.

24 <https://www.who.int/health-topics/chemical-safety>

25 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41856>

het kader van risicobeoordeling op het werk. De WHO-documenten bevatten aanbevelingen over de praktische en organisatorische uitvoering van biomonitoring op de werkvloer en de wetenschappelijke overwegingen hierbij. De WHO-documenten bevatten echter geen aanbevelingen over hoe om te gaan met de rechten en plichten van de betrokken partijen.

België

Het Koninklijk besluit van 11 maart 2002 betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van chemische agentia op het werk, bevat onder andere bepalingen over biomonitoring²⁶. Deze Belgische wetgeving beschouwt de resultaten van biomonitoring als medische persoonsgegevens (artikel 43). Over het gezondheidstoezicht van werknemers op de arbeidsplaats is codex boek 1 titel 4 Maatregelen in verband met het gezondheidstoezicht op de werknemers, relevant:

- Artikel I.4-86 beschrijft wat medische persoonsgegevens zijn. Onder punt 4° worden de resultaten van het biologisch toezicht vermeld.
- Artikel I.4-88 bepaalt dat enkel de arbeidsarts toegang heeft tot deze gegevens.
- Afdeling 4 en 5 van dit hoofdstuk regelen de overdracht van de gegevens en de toegang tot de gegevens voor de werknemer.

Samengevat komt het erop neer dat deze biomonitoringsgegevens enkel tussen artsen gedeeld kunnen worden en alleen na expliciete toestemming van de werknemer. Dit is in lijn met de algemene wetgeving over de medische persoonsgegevens.

In België bestaat, net als in Nederland, alleen voor lood en loodverbindingen een bindende biologische grenswaarde. Anders dan in Nederland zijn werknemers verplicht om deel te nemen aan een lood-in-bloedonderzoek. Zij moeten van die verplichting op de hoogte worden gebracht voor aanvang van hun werkzaamheden. Deelname door werknemers aan biomonitoring voor andere stoffen dan lood is niet verplicht. Wanneer in Belgische bedrijven biomonitoring wordt toegepast voor andere stoffen dan lood, worden de zogeheten *Biological Exposure Indices* (BEI's) gebruikt die ontwikkeld zijn door de *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH)²⁷.

Duitsland

Voor het gebruik van biomonitoring en de interpretatie van de data gelden in Duitsland de volgende specifieke regels en voorschriften:

²⁶ KB 11-3-2002 chemische agentia.

- Verordening arbeidsgeneeskundige zorg (ArbMedVV) regelt het gebruik van biomonitoring in het kader van bedrijfsgeneeskunde als een taak van bedrijfsartsen.
- Verordening over het gebruik van biomonitoring op het werk (AMR) biedt artsen praktisch advies over de professionele uitvoering van biomonitoring. Er wordt gesteld dat artsen in dergelijke gevallen optreden namens de werkgever, die verantwoordelijk is voor de organisatie en de kosten van de biomonitoring.
- Verordening gevaarlijke stoffen (GefStoffV) definieert de term ‘biologische grenswaarde’ en regelt de toepassing ervan.
- TRGS 903 over biologische grenswaarden is een technische regel (Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS). Deze bevat een lijst met biologische grenswaarden voor circa zestig stoffen of stofgroepen.
- TRGS 910 is eveneens een technische regel (Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen). Deze bevat een lijst van getolereerde en aanvaarde biologische waarden voor zeven kankerverwekkende stoffen.

Frankrijk

Algemene regels en verdere bepalingen die gaan over biomonitoring van werknemers staan beschreven in de Franse arbeidswet (Code du Travail)

Bedrijfsartsen kunnen biomonitoring voorschrijven en moeten werknemers individueel informeren over de resultaten en deze in de juiste context plaatsen. Werkgevers worden geïnformeerd door rapportages op groepsniveau. De individuele data van werknemers worden als medische vertrouwelijke data beschouwd (artikel R.4412-51). In Frankrijk, evenals in Nederland, is biomonitoring alleen voor het lood-in-bloed wettelijk geregeld (decreet nr. 2003-1254 van 23 december 2003).

In Frankrijk zijn daarnaast biologische grenswaarden ontwikkeld voor circa honderd stoffen of stofgroepen²⁸ en is een richtsnoer gepubliceerd over het juiste gebruik van biologische grenswaarden (Good Practice Guidelines, 2016).

27 Het RIVM Rapport 2018-0096 vermeldt het volgende over BEI's: BEI's kunnen alleen geïnterpreteerd en gebruikt worden door een persoon die in deze discipline is opgeleid. Ze zijn niet ontwikkeld voor gebruik als wettelijke normen en ACGIH is in de regel geen voorstander van het gebruik als zodanig behalve in situaties waarbij BEI's kunnen bijdragen tot de algehele verbetering van de bescherming van werknemers en de gebruiker bewust is van de beperkingen en verantwoordelijkheid voor een juist gebruik.

In OSHwiki staat over BEI's dat dit indirecte richtwaarden zijn die voornamelijk zijn gebaseerd op de correlatie tussen de biomarkerconcentratie en de concentratie in de lucht van de oorspronkelijke stof. De benchmark-dosisbenadering maakt gebruik van een wiskundig model met alle dosis-responsgegevens. In de VS worden de meeste BEI's ook afgeleid van de overeenkomstige OEL's (Threshold Limit Values, TLV) op basis van gemiddelde waarden. Deze resultaten kunnen alleen op groepsniveau worden geïnterpreteerd: sommige personen kunnen de waarde overschrijden vanwege andere variabelen dan blootstelling. Interventie is alleen vereist als BEI-waarden voor een langere periode worden overschreden of door een aanzienlijke groep van blootgestelde personen.

28 <http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>

Voor stoffen zonder drempelwaarde, zoals kankerverwekkende stoffen, worden biologische grenswaarden afgeleid op basis van risicogetallen.

Finland

Finland heeft een lange traditie op het gebied van biomonitoring van de werkers. In Finland kunnen werkgevers de blootstelling aan gevaarlijke stoffen beoordelen door middel van omgevingsmonitoring of door biomonitoring; beide zijn geldige methoden. Werknemers zijn niet verplicht om deel te nemen aan biomonitoringsonderzoek.

Het Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) ondersteunt bedrijven bij de uitvoering en interpretatie van biomonitoring. Biomonitoringresultaten worden, voor zover mogelijk, afgezet tegen referentiewaarden voor niet-blootgestelden of tegen zogeheten Biomonitoring Action Limits (BAL) die de FIOH al ontwikkelt sinds 1970. Behalve de lood-in-bloedwaarde, zijn de BAL's niet bindend in Finland. In totaal zijn er voor dertien stoffen/stofgroepen waarden afgeleid.

Verenigd Koninkrijk (VK)

Biomonitoring is in het VK geregeld in de Control of Substances Hazardous to Health 2002 (COSHH). Biomonitoring kan worden gebruikt als omgevingsmonitoring geen betrouwbare indicatie van de blootstelling geeft; het wordt gezien als een extra methode om de blootstelling te beoordelen.

Het is de bedrijfsarts die de werkgever adviseert om biomonitoring toe te passen. Een biomonitoringsonderzoek wordt opgezet en begeleid door de bedrijfsarts en zo nodig in samenwerking met de arbeidshygiënist.²⁹

Het Britse gezondheids- en veiligheidslaboratorium (HSL) biedt onderzoek en analytische ondersteuning aan de Health and Safety Executive (HSE), andere overheidsafdelingen en werkgevers. Het HSE heeft Biological Monitoring Guidance Values (BMGV's) geïntroduceerd in zijn richtlijn EH40 – 'Occupational Exposure Limits' – die kunnen worden gebruikt om de biologische monitoringsresultaten in termen van blootstelling te interpreteren. BMGV's kunnen zowel health based zijn als niet health based. Op dit moment zijn er voor zeventien stoffen/stofgroepen biologische grenswaarden beschikbaar in de VK.

29 Zie ook: 'Biological monitoring in the workplace; A guide to its practical application to chemical exposure'.

Het gebruik van BMGV's is niet wettelijk verplicht en werknemers kunnen vrijwillig deelnemen aan biomonitoringsonderzoek. Iedere deelnemer dient een formulier voor geïnformeerde toestemming te ondertekenen. Biomonitoring wordt gebruikt om aan te tonen dat de reeds genomen maatregelen afdoende zijn. Indien een BMGV wordt overschreden, betekent dit dat aanvullende maatregelen moeten worden genomen ter beheersing van de blootstelling.

Samenvattend: uit het voorgaande valt af te leiden dat in een aantal EU-landen biomonitoring is geregeld als een integraal onderdeel van de blootstellingsbeoordeling van werknemers aan gevaarlijke stoffen. De bedrijfsarts heeft hierbij een centrale rol. Echter, zoals recent onderzoek binnen het kader van HBM4EU heeft laten zien, wordt biomonitoring niet veel gebruikt door bedrijven althans niet op reguliere basis. Als belangrijke redenen hiervoor worden genoemd:

- het ontbreken van goede richtlijnen/protocollen voor het uitvoeren van de metingen;
- het ontbreken van wetenschappelijk onderbouwde biologische grenswaarden;
- het feit dat voor andere stoffen dan voor lood geen bindende grenswaarden zijn;
- het feit dat er niet op wordt gehandhaafd;
- ethische bezwaren.^{30, 31}

4.4 Afwegingskader toepassing biomonitoring en sensing

Het RIVM-rapport *Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden – praktische en ethische overwegingen* schetst een afwegingskader voor zorgvuldig gebruik van biomonitoring en sensing in de praktijk opdat “de balans tussen voor- en nadelen van deze metingen voor werknemers positief uitpakt”. Het gaat hierbij met name om “het voldoen aan de privacywetgeving bij het omgaan met persoonsgegevens, de beslisruimte die werknemers wordt geboden om meetmethoden toe te staan (zelfbeschikking) of het opleggen van verantwoordelijkheden aan werknemers om hun gedrag aan te passen aan meetuitslagen.”

Om het gebruik van biomonitoring en sensing te beoordelen, worden in het RIVM-rapport de volgende criteria en overwegingen genoemd³²:

30 Tiina Santonen, Finnish Institute of Occupational Health 'Use of biomonitoring in occupational risk assessment – results from the HBM4EU survey and good examples', Workshop Biomonitoring tijdens de Finse Conferentie "Working Together to eliminate occupational cancer", 27-28 November 2019 Helsinki.

31 Louro, H. et al. (2019) Human biomonitoring in health risk assessment in Europe: Current practices and recommendations for the future. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222, 727-737

32 RIVM (2018) 2018-0096 p. 65 t/m 112.

- Effectiviteit: voor welke doelen kunnen omgevingsmonitoring, biomonitoring en sensing gebruikt worden, en hoe effectief dragen de technieken bij aan de realisering van die doelen? Zijn er ongewenste neveneffecten?
- Subsidiariteit: het uitgangspunt dat in beginsel het minst ingrijpende middel om een doel te bereiken de voorkeur heeft.
- Proportionaliteit: de gedachte dat een middel in de juiste verhouding moet staan tot het doel.
- Alpartijdigheid: het uitgangspunt om zo veel mogelijk rekening te houden met het perspectief (belangen en opvattingen) van alle betrokken partijen.
- Universaliseerbaarheid: het uitgangspunt om situaties, handelingen en keuzes te beoordelen met behulp van waarden en normen die in principe op iedereen gelijkelijk van toepassing kunnen zijn.

5 Algemene conclusies over biomonitoring en sensing ten bate van arbeidsomstandigheden

In dit hoofdstuk formuleert de raad enkele algemene conclusies over de mogelijke toepassing van biomonitoring en sensing ten bate van veilige en gezonde arbeidsomstandigheden. Hij betreft daarbij het informatieve rapport van het RIVM hierover, dat op verzoek van de staatssecretaris van SZW is opgesteld.¹

De raad constateert dat zowel biomonitoring als sensing diverse voordelen en nadelen kennen ten opzichte van de huidige methodieken voor luchtmetingen en metingen van andere risicofactoren. Daarbij kan het gaan om voor- en nadelen ten aanzien van:

- stof-specifieke aspecten;
- technische aspecten waaronder de betrouwbaarheid, validiteit en precisie van de sensoren;
- de beschermende/voorspellende waarde ervan;
- financiële aspecten en;
- ethische aspecten.

Afhankelijk van de specifieke problematiek zal steeds moeten worden afgewogen of de inzet van biomonitoring of sensing een bijdrage kan leveren aan gezond en veilig werken, hoe zich dat verhoudt tot andere meetmethoden, én of de inzet hiervan gezien mogelijke ethische aspecten ook wenselijk is. Daarbij kan er spanning optreden tussen verschillende waarden en belangen. Het bevorderen van de ene waarde (bijvoorbeeld gezondheid) kan van invloed zijn op de mate waarin een andere waarde (bijvoorbeeld privacy) kan worden beschermd. Daarnaast zijn ook de verantwoordelijkheden van de werkgever en werknemer in het kader van de Arbeidsomstandighedenwet relevant en de belangen die zij beiden hebben bij een goede uitoefening van hun verantwoordelijkheden.

Biomonitoring

Met betrekking tot *biomonitoring* merkt de raad op dat, hoewel dit instrument al geruime tijd bestaat, dit in de praktijk nog beperkt wordt toegepast voor andere

¹ Vermelding verdient dat het RIVM zich bij sensing richt op het meten met behulp van sensoren waarbij gebruik wordt gemaakt van wearables (p. 24 rapport).

stoffen dan lood en anorganische loodverbindingen – alleen voor deze stoffen geldt een wettelijke grenswaarde.

De beperkte toepassing van biomonitoring voor andere stoffen lijkt onder meer te maken te hebben met de nadelen ten opzichte van omgevingsmetingen en het ontbreken van duidelijke kaders. Een belangrijk verschil met omgevingsmetingen is dat (indicatoren van) blootstelling worden gemeten in het lichaam, waardoor privacyaspecten aan de orde komen.

Een andere verklaring voor de beperkte toepassing van biomonitoring is dat bedrijfsartsen niet snel biomonitoring adviseren. Zij hebben vaak onvoldoende kennis om een goed biomonitoringsonderzoek op te zetten en uit te voeren, en om de uitslagen te interpreteren en te evalueren. Ook kan een rol spelen dat een optimale uitvoering en interpretatie om afstemming vraagt met de arbeidshygiënist. Daarnaast speelt mogelijk een rol dat er bij veel bedrijven geen up-to-date inzicht bestaat in de blootstelling aan gevaarlijke stoffen.

Hoewel biomonitoring nu in Europees verband in de belangstelling staat, is nog lastig te voorspellen in hoeverre dit daadwerkelijk zal leiden tot een bredere toepassing. Vooralsnog lijkt het aantal hiervoor in aanmerking komende stoffen betrekkelijk beperkt. De kans bestaat dat biomonitoring meer zal worden toegepast binnen het kader van het exposoom onderzoek. Het is daarom verstandig om te komen tot nadere gedachtevorming over biomonitoring en daaraan te verbinden voorwaarden. In dat verband is eveneens van belang dat werkenden in toenemende mate banen combineren, waardoor zich de situatie kan voordoen dat blootstelling aan gevaarlijke stoffen bij meerdere werkgevers plaatsvindt. Door middel van biomonitoring, al dan niet in combinatie met sensoren, zou de totale blootstelling aan de daarvoor in aanmerking komende stoffen bij verschillende banen kunnen worden gemeten.

Sensoring

Sensoring in relatie tot arbeidsomstandigheden is volop in ontwikkeling. Er zijn sensoren die stoffen in de ruimte waarin wordt gewerkt detecteren en sensoren die op de werkplek functioneren als alarm (zoals koolstofmonoxidemelders). Sensoren in wearables (en in mindere mate sensoren die stoffen in de ruimte detecteren) is betrekkelijk nieuw. Volgens het RIVM-rapport is nog onduidelijk voor hoeveel en welk type stoffen dergelijke sensoren op dit moment bruikbaar zijn of in de toekomst bruikbaar zullen kunnen zijn.

Behalve stoffen kunnen ook allerlei andere zaken met sensoren worden gedetecteerd/gemeten. Te denken valt aan een locatie, een bepaalde activiteit, functionele veranderingen (bloeddruk, hartslag) en andere vormen van belasting dan chemische stoffen (geluid, elektromagnetische straling, etcetera). Bij de nieuwe generatie sensoren gaat het om monitoringstechnieken die vergeleken met traditionele methoden aanzienlijk meer kunnen. Zo hebben zij een hogere uitput van data die direct beschikbaar zijn. Het gaat hier bovendien om data met een hogere resolutie in tijd en ruimte. Ook bieden deze sensoren de mogelijkheid om meer parameters en mensen tegelijkertijd te monitoren tegen dezelfde kosten.

Toegevoegde waarde

De vraag in hoeverre biomonitoring en sensoring een bijdrage kunnen leveren aan gezond en veilig werken, is volgens de raad niet in algemene zin te beantwoorden. Het antwoord op deze vraag is sterk afhankelijk van de context.

In het geval van sensoren zal de toegevoegde waarde sterk afhangen van hun betrouwbaarheid, validiteit en accuraatheid, de wijze van toepassing, de aanwezige deskundigheid bij bedrijven voor de interpretatie van de meetresultaten en de mate waarin sensoren vakmanschap binnen bedrijven kunnen versterken. Verder kunnen privacy aspecten een rol spelen als het om persoonlijke uitslagen over de gezondheidstoestand gaat.² Bij biomonitoring spelen privacyaspecten eveneens een rol.

In dit verband is van belang dat bij data die aan te merken zijn als persoonsgegevens, rekening moet worden gehouden met de AVG. De AVG bevat voorschriften hoe met deze gegevens moet worden omgegaan. Van belang is verder dat het verwerken van gezondheidsgegevens – een bijzondere categorie persoonsgegevens – in beginsel verboden is (zie kader)³ en dat voor artsen een geheimhoudingsplicht geldt.⁴

2 Dit is bijvoorbeeld *niet* het geval voor sensoren die op de werkplek functioneren als alarm (zoals koolstofmonoxidemelders) of sensoren die stationair in de ruimte stoffen meten. Deze sensoren zijn niet gekoppeld aan een individu waardoor privacyaspecten in beginsel geen rol hoeven te spelen. Dergelijke sensoren worden in de praktijk ook al gebruikt op de werkplek.

3 Artikel 4 lid 2 AVG definieert ‘verwerking’ als volgt: een bewerking of een geheel van bewerkingen m.b.t. persoonsgegevens of een geheel van persoonsgegevens, al dan niet uitgevoerd via geautomatiseerde procedés, zoals het verzamelen, vastleggen, ordenen, structureren, opslaan, bijwerken of wijzigen, opvragen, raadplegen, gebruiken, verstrekken d.m.v. doorzending, verspreiden of op andere wijze ter beschikking stellen, aligneren of combineren, afschermen, wissen of vernietigen van gegevens.

4 Doorbreking van de geheimhoudingsplicht kan in bepaalde gevallen nodig zijn, namelijk: (1) t.b.v. andere behandelaren, waarbij toestemming van de patiënt kan worden verondersteld; (2) wanneer de patiënt hiervoor toestemming geeft (hetgeen in het kader van een arbeidsrelatie niet snel wordt aangenomen); (3) ingeval van wettelijke voorschriften (gevallen waarin het algemeen belang van informatieverstrekking groter wordt geacht dan het belang van de patiënt op geheimhouding; zoals i.g.v. besmettelijke ziekten); (4) wanneer een morele afweging moet worden gemaakt tussen het belang van de patiënt enerzijds en het belang van de samenleving anderzijds (bijv. kindermishandeling, een beraamde moord). Zie hierover: RIVM-rapport 2018-0096, p. 105 e.v.

AVG en verwerking gezondheidsgegevens

De AVG kent een zeer ruime omschrijving van het begrip gezondheidsgegevens.^{*} Hieronder vallen alle gegevens die via biomonitoring worden verkregen. Ook via sensing verkregen gegevens die informatie bevatten over de gezondheid van een werknemer (bijvoorbeeld verkregen via een hartslagmeter), zijn gezondheidsgegevens in de zin van de AVG.

De Nederlandse Uitvoeringswet AVG kent een specifieke uitzonderingsgrond op het verbod tot het verwerken van gezondheidsgegevens. Zo mogen gezondheidsgegevens onder meer verwerkt worden, voor zover dit noodzakelijk is voor een goede uitvoering van wettelijke voorschriften. De arbowetgeving biedt geen rechtsgrond voor verwerking van via biomonitoring verkregen persoonsgegevens. Daarvoor zijn de huidige bepalingen (zoals artikel 5 Arbowet) te algemeen geformuleerd. Ook bieden deze bepalingen niet de procedurele waarborgen die bij een uitzonderingsgrond noodzakelijk zijn.

^{*} Overweging 35 EU-AVG, luidt als volgt: "Persoonsgegevens over gezondheid dienen alle gegevens te omvatten die betrekking hebben op de gezondheidstoestand van een betrokkene en die informatie geven over de lichamelijke of geestelijke gezondheidstoestand van de betrokkene in het verleden, het heden en de toekomst. Dit omvat informatie over de natuurlijke persoon die is verzameld in het kader van de registratie voor of de verlening van gezondheidszorgdiensten als bedoeld in Richtlijn 2011/24/EU van het Europees Parlement en de Raad (9) aan die natuurlijke persoon; een aan een natuurlijke persoon toegekend cijfer, symbool of kenmerk dat als unieke identificatie van die natuurlijke persoon geldt voor gezondheidsdoeleinden; informatie die voortkomt uit het testen of onderzoeken van een lichaamsdeel of lichaamseigen stof, met inbegrip van genetische gegevens en biologische monsters; en informatie over bijvoorbeeld ziekte, handicap, ziekerisico, medische voorgeschiedenis, klinische behandeling of de fysiologische of biomedische staat van de betrokkene, ongeacht de bron, zoals bijvoorbeeld een arts of een andere gezondheidswerker, een ziekenhuis, een medisch hulpmiddel of een in-vitrodiagnostiek."

Een en ander stelt grenzen aan de wijze waarop in dergelijke situaties met verkregen data kan worden omgegaan, met name waar het gaat om individuele data. In hoofdstuk 10 wordt nader ingegaan op de omgang met gegevens die via biomonitoring zijn verkregen.

Afwegingskader

Bij de afweging of het gebruik van biomonitoring en sensing in een concrete situatie wenselijk is ten bate van gezond en veilig werken, kan een afwegingskader behulpzaam zijn voor werkgevers, werknemers en kerndeskundigen die de inzet van biomonitoring en/of sensing overwegen in hun bedrijf. Relevante elementen hierbij zijn volgens de raad met name:

- Noodzakelijkheid: is er een zwaarwegend belang om het middel in te zetten?
- Effectiviteit: is het middel effectief voor het doel en zijn er ongewenste neveneffecten?

- Subsidiariteit: hoe ingrijpend is het middel en voor wie? Zijn er minder ingrijpende middelen om hetzelfde doel te bereiken?
- Proportionaliteit: staat het middel in redelijke verhouding tot het doel?⁵

Afrondend wijst de raad erop dat een belangrijke uitdaging met betrekking tot sensoren – met name de wearables – is dat meer kennis beschikbaar komt over de wetenschappelijke robuustheid, betrouwbaarheid en precisie ervan. Gezien de snelle ontwikkelingen op het gebied van sensoren en de toepassing van sensoren op de werkplek, neemt ook het belang van kwaliteitswaarborgen toe. Daartoe behoort ook de bescherming van de privacy van de werkenden. Dat geldt eveneens voor bevordering van een zinvol en deskundig gebruik van deze instrumenten.

De in deze verkenning geschetste ontwikkelingen acht de raad relevant voor de Visie Arbo 2040 die het kabinet wil ontwikkelen.

⁵ Dergelijke elementen zijn terug te lezen in het RIVM rapport (p. 65-112) en kwamen ook aan de orde bij de TNO-workshop Sensoren op de werkplek, op 1 november 2019 in het SER-gebouw.



Deel II – Advies

Biomonitoring
in relatie tot
gevaarlijke
stoffen op
de werkplek

6 Adviesvragen biomonitoring en gevaarlijke stoffen op de werkplek

Adviesvragen

De directe aanleiding voor de adviesaanvraag over biomonitoring vormt de door de Gezondheidsraad geadviseerde grenswaarde voor cadmium en anorganische cadmiumverbindingen. Het kabinet constateert in dit licht dat de adviesaanvraag raakvlakken heeft met de grenswaarden van blootstelling aan gevaarlijke stoffen op de werkplek. De centrale vraagstelling luidt:

Hoe kijkt de SER aan tegen biomonitoring en het gebruik van biologische grens- of advieswaarden in relatie tot gevaarlijke stoffen en arbeidsomstandigheden? Onder welke voorwaarden zou toepassing van biomonitoring een bijdrage kunnen leveren aan de bescherming van werknemers tegen gevaarlijke stoffen?

Ter verdieping zijn enkele aanvullende vragen geformuleerd:

Welke behoefte is er aan normeringen en kaders voor biologische monitoring (denk aan meetfrequentie, meetmethode)?

In welke situaties is er een voorkeur voor het stellen van een biologische grenswaarde?

Hoe kan een wettelijk biologische grenswaardenstelsel bijdragen aan de bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers?

Welke invulling zien sociale partners daarbij voor zichzelf en voor de overheid?

Uitgangspunten en overwegingen

Het kabinet benoemt in de adviesaanvraag een aantal uitgangspunten en schetst een aantal punten ter overweging. Samengevat gaat het om de volgende punten.

- Het gebruik van omgevingsbeoordelingen behoudt de voorkeur als dit betere of vergelijkbare resultaten kan boeken dan metingen via biomonitoring.
- Mogelijke opties voor het stellen van wettelijke biologische grenswaarden, bijvoorbeeld complementair aan wettelijke omgevingsluchtwaarden.
- Aanbieding biomonitoring conform huidige praktijk of anders.
- Deelname aan biomonitoring op basis van vrijwilligheid.
- Interpretatie en communicatie over gegevens verkregen via biomonitoring.
- Inrichting van de uitvoering en mogelijke regulering daarvan.

Het kabinet verzoekt de SER deze punten bij de advisering te betrekken.

7 Het stellen van biologische grenswaarden

Mogelijke meerwaarde voor het stelsel van veilig en gezond werken

Het kabinet hanteert als uitgangspunt dat het gebruik van omgevingsbeoordelingen de voorkeur behoudt als dit betere of vergelijkbare resultaten kan opleveren dan resultaten verkregen uit de biologische media van de werknemer. De voorkeur om de blootstelling buiten de werknemer te beoordelen, sluit – aldus de adviesaanvraag – beter aan bij het principe van het voorkomen van blootstelling zoals geformuleerd in de Arbeidsomstandighedenwet.

Het kabinet voegt hieraan toe dat bij voorkeur een werksituatie wordt gecreëerd waarin zonder biomonitoring in redelijkheid kan worden aangenomen dat er geen blootstelling met nadelig gezondheidseffect plaatsvindt. Daarnaast is het wenselijk om inbreuken op de lichamelijke integriteit van werknemers waar mogelijk te vermijden. Waar biomonitoring echter een betere een beter inzicht in blootstelling geeft wat het bedrijf de mogelijkheid biedt tot betere bescherming van de medewerkers, is aanvulling van het grenswaardenstelsel een mogelijkheid. Het kabinet ontvangt hierover graag advies van de SER. Het vraagt daarbij aandacht voor ethische en privacyaspecten in relatie tot de verantwoordelijkheidsverdeling en onderlinge verhoudingen.

De raad stelt vast dat biomonitoring in het huidige grenswaardenstelsel een beperkte rol speelt. Alleen voor lood en anorganische loodverbindingen geldt een wettelijke biologische grenswaarde. Daarnaast is er voor deze stoffen een wettelijke gezondheidskunde grenswaarde.

Het is nog lastig te beoordelen in hoeverre biomonitoring, dan wel aanvulling van het grenswaardenstelsel met biologische grenswaarden, voor andere stoffen toegevoegde waarde binnen het stelsel kan opleveren. Vragen in dat verband zijn bijvoorbeeld voor welke stoffen dit het geval zou kunnen zijn (zie kader pagina 56, AVG en verwerking gezondheidsgegevens), of er betrouwbare meetmethodes kunnen worden ontwikkeld om de blootstelling aan deze stoffen op de werkplek te bepalen, en welke ontwikkelingen zich op Europees niveau zullen voordoen. Daarnaast vormen ook ethische en privacyaspecten die zijn verbonden aan het gebruik van biomonitoring een belangrijk aandachtspunt.

De raad kan zich vinden in het algemene uitgangspunt van het kabinet, dat omgevingsbeoordelingen de voorkeur houden als daarmee de blootstelling aan een gevaarlijke stof even goed of beter kan worden bepaald. In het vervolg van dit advies gaat hij er ook vanuit dat de vragen van het kabinet over verschillende aspecten van (de uitvoering van) biologische grenswaarden, betrekking hebben op gevallen waarin biologische monitoring toegevoegde waarde heeft op grond van gezondheidskundige overwegingen en daarnaast ook praktisch uitvoerbaar is.

Opties voor het stellen van wettelijke biologische grenswaarden

Het kabinet vraagt de raad zich uit te spreken over mogelijkheden voor het stellen van wettelijke biologische grenswaarden en de wenselijkheid daarvan. Het schetst daarbij een tweetal modaliteiten:

1. Biologische grenswaarden zijn complementair aan de wettelijke omgevingsluchtwaarden.
2. De keuze voor het hanteren van een (eventueel wettelijke) biologische grenswaarde in plaats van, of als aanvulling op de (eventueel wettelijke) grenswaarde in de lucht, wordt aan de werkgever overgelaten.

Opvatting van de raad

De eerste optie die het kabinet schetst, betreft de situatie zoals die aan de orde is bij lood en anorganische loodverbindingen. Hiervoor zijn een wettelijke biologische grenswaarde en een wettelijke luchtgrenswaarde ingevoerd. De tweede optie die het kabinet noemt, biedt bedrijven de keuze om alleen binnen het lichaam dan wel buiten en binnen lichaam te meten.

Naar het oordeel van de raad kan een wettelijke biologische grenswaarde meerwaarde bieden voor stoffen waarbij – zoals het geval is voor lood en anorganische loodverbindingen – de blootstelling niet effectief via omgevingsmonitoring meetbaar is én biomonitoring een geschikt instrument is om blootstelling aan een stof te beoordelen. Het moet gaan om een wetenschappelijk onderbouwde biologische grenswaarde met een duidelijk kader voor de wijze waarop biomonitoring voor de desbetreffende stof moet worden uitgevoerd.

Allereerst zal dus aan de hand van wetenschappelijke criteria moeten worden bepaald of het hanteren van een biologische grenswaarde zinvol is, dan wel een toegevoegde bescherming biedt op grond van gezondheidskundige overwegingen en of biomonitoring uitvoerbaar is in bedrijven. Dit kan worden beoordeeld door de Gezondheidsraad of, voor grenswaarden die in het Europese traject worden ontwikkeld, door het Comité risicobeoordeling (RAC) van het Europees Agentschap voor

chemische stoffen (ECHA). De raad verwacht dat een wetenschappelijke onderbouwing voor een beperkt aantal stoffen mogelijk zal zijn (zie kader).

Wetenschappelijke onderbouwing van biologische grenswaarden

Stoffen die in aanmerking komen voor een wettelijke biologische grenswaarde hebben de volgende kenmerken:

- a. de opname van de stof via de huid en of mond levert een significante bijdrage aan de interne blootstelling;
- b. de stof accumuleert in het lichaam;
- c. blootstelling in niet-werksituaties is mogelijk;
- d. er zijn geen grote verschillen in metabolisme van en gevoeligheid voor de stof tussen individuen, waardoor de interpretatie van biologische waarden op individueel niveau mogelijk is;
- e. er zijn voldoende gegevens in de literatuur voor een wetenschappelijke onderbouwing van de biologische grenswaarde waaruit tevens blijkt dat biomonitoring van de stof in kwestie praktisch toepasbaar is.

Omdat er weinig stoffen zijn waarvoor deze kenmerken opgaan, is de verwachting vooralsnog dat het aantal stoffen waarvoor een biologische grenswaarde op wetenschappelijk gronden zinvol is, beperkt zal zijn.

Als op basis van de zojuist genoemde criteria is vastgesteld dat het stellen van een wettelijke biologische grenswaarde meerwaarde heeft, is het vervolgens aan de SER¹ om het kabinet te adviseren over de invoering van een wetenschappelijk onderbouwde biologische grenswaarde, voor zover het gaat om grenswaarden die volgens de risicobenadering worden bepaald. Wanneer de Gezondheidsraad – of het RAC – het op wetenschappelijke gronden zinvol acht om een biologische grenswaarde te adviseren die met een veilig niveau van blootstelling overeenkomt, dan kan het kabinet deze waarde direct zelf invoeren – analoog aan de praktijk bij de invoering van luchtgrenswaarden.

Samenvattend: in lijn met de opvatting dat een wettelijke status uitsluitend dient te worden toegekend aan biologische grenswaarden die een toegevoegde waarde hebben vanuit gezondheidkundig perspectief, acht de raad optie 1 de enige wen-

¹ In de praktijk is het de SER-Subcommissie Grenswaarden Stoffen op de Werkplek (GSW) die het kabinet adviseert over grenswaarden voor stoffen op de werkplek.

selijke optie voor het vormgeven van de wettelijke regeling. Met andere woorden: wanneer de Gezondheidsraad (of het RAC) zowel een lucht- als een biologische grenswaarde adviseert, dan wordt gekozen voor een wettelijke bepaling analoog aan die van lood; de biologische grenswaarde dient als complementair te worden gehanteerd aan de wettelijke omgevingsluchtwaarde.

De raad beveelt aan bij het stellen van een wettelijke biologische grenswaarde ook de praktische toepasbaarheid en handhaafbaarheid nadrukkelijk te betrekken. Toepasbaarheid van biologische grenswaarden heeft te maken met kenmerken en intrinsieke aspecten van biomonitoring en deze zal dus per stof moeten worden beoordeeld. De raad gaat er vanuit dat praktische toepasbaarheid onderdeel uitmaakt van de beoordeling door de Gezondheidsraad of het RAC.

8 Biomonitoring: aanbieding en inrichting van de uitvoering

Het kabinet legt de volgende vraag voor over *de aanbieding van biomonitoring*: is het zinvol op dit punt af te wijken van de huidige praktijk en zo ja, op welke manier?

Ten aanzien van *de inrichting van de uitvoering* van biologische monitoring vraagt het kabinet de raad in te gaan op onder meer de mogelijkheid om de uitvoering te faciliteren.

Huidige uitvoeringspraktijk

De werkgever is wettelijk verplicht om aan werknemers die aan lood worden blootgesteld, een lood-in-bloedonderzoek aan te bieden. Er is ook een wettelijk uitvoeringsprotocol met voorschriften over de frequentie en methodiek.

Voor andere stoffen dan lood en anorganische loodverbindingen geldt geen wettelijke verplichting voor de werkgever om biomonitoring aan te bieden (zie hoofdstuk 5.1). Als bedrijven werknemers biomonitoring aanbieden voor andere gevaarlijke stoffen, gebeurt dat in de praktijk meestal in het kader van het Periodiek ArbeidsGezondheidskundig Onderzoek (PAGO) of als onderdeel van een blootstellingsonderzoek.

De keuze voor het gebruik van biomonitoring voor stoffen waarvoor geen wettelijke biologische grenswaarde is vastgesteld, kan volgen uit de risico-inventarisatie & -evaluatie (RI&E).¹ De RI&E is in eerste instantie gericht op beoordeling van de externe blootstelling van werknemers door middel van omgevingsmonitoring. In de RI&E kan biomonitoring worden opgenomen als maatregel om de blootstelling aan een gevaarlijke stof te evalueren.

De bedrijfsarts, eventueel in samenwerking met de toxicoloog en/of de arbeidshygiënist, adviseert de werkgever op basis van de RI&E of biomonitoring wenselijk is.

¹ Voor de beschrijving van de huidige praktijk van biomonitoring is onder meer gebruik gemaakt van het RIVM-rapport 2018-0096.

Hiervoor is vervolgens instemming van de ondernemingsraad of personeelsvertegenwoordiging nodig.²

De deelname aan een biomonitoringsonderzoek is facultatief.

De uitvoering gebeurt volgens de beschikbare protocollen. Deze zijn slechts voor een klein aantal stoffen beschikbaar waarbij voor sommige stoffen meerdere protocollen bestaan. Er is in het laatste geval geen harmonisatie met betrekking tot te prefereren methodieken.

Als biomonitoring wordt ingezet in het kader van een PAGO, dan heeft de bedrijfsarts een biologische grenswaarde nodig om de individuele waarde hiertegen af te zetten. Als een werknemer een te hoge waarde heeft, dan wordt nagegaan hoe dat kan. Daarbij wordt in de regel de arbeidshygiënist betrokken, zeker als de waarde na een herhaling van de meting hoog blijft. Op deze wijze wordt voor de betrokken werknemer nagegaan of hij of zij mogelijk verhoogd is blootgesteld, waarna actie kan worden ondernomen om na te gaan wat de oorzaak hiervan is.

Wanneer een groep werknemers met vergelijkbare functies een hoge waarde heeft, dan kan deze informatie ook gebruikt worden om te achterhalen wat daarvan de oorzaak is, en kunnen in samenwerking met de arbeidshygiënist maatregelen worden voorgesteld om de situatie te verbeteren.

De bedrijfsarts informeert de werknemer over de uitkomst van de biomonitoring. Terugkoppeling van de uitkomsten dient zeer zorgvuldig te gebeuren, omdat het gaat om medische gegevens. Met het oog hierop mag de bedrijfsarts individuele resultaten niet delen met de arbeidshygiënist of met de werkgever. Wel kan de bedrijfsarts op verzoek van de werkgever een groepsrapportage maken, maar alleen voor zover gegevens niet herleidbaar zijn tot een persoon (zie hierover nader hoofdstuk 10).

Ook bij de biomonitoring van lood (waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde geldt) heeft de bedrijfsarts een centrale rol bij het uitvoeren van de metingen en het verwerken en interpreteren van de resultaten.

In onderstaand kader zijn de rollen en verantwoordelijkheden van de bij biomonitoring betrokken actoren samengevat weergegeven.

² Zie RIVM-rapport 2018-0096, p. 48. Ook als een RI&E ontbreekt, is instemming van de ondernemingsraad vereist aangezien biomonitoring een onderwerp is dat thuis hoort binnen de RI&E (Wet op ondernemingsraden, in het bijzonder artikel 27, lid d en k).

Rollen en verantwoordelijkheden bij biomonitoring; centrale rol bedrijfsarts

De bedrijfsarts heeft een centrale rol ten aanzien van biomonitoring.

Dit geldt voor lood, waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde geldt, en voor andere stoffen.

Alleen voor lood bestaat een wettelijk uitvoeringsprotocol met voorschriften over de frequentie en methodiek. Voor andere stoffen adviseert de bedrijfsarts de werkgever op basis van de RI&E of biomonitoring wenselijk is – eventueel in samenwerking met de toxicoloog en/of de arbeidshygiënist.

De werknemer is niet verplicht deel te nemen aan een biomonitoringsonderzoek.

De bedrijfsarts deelt individuele data alleen met de werknemer (privacywetgeving, geheimhoudingsplicht).

De bedrijfsarts mag dus geen individuele data delen met de werkgever. Hij kan op verzoek van de werkgever een groepsrapportage maken, waarbij de informatie niet tot een persoon herleidbaar mag zijn.

Ingeval van individuele uitschieters (hoge waarden) zal de bedrijfsarts:

- a. hierover het gesprek moeten aangaan met de werknemer en;
- b. de werkgever moeten adviseren om, bij voorkeur met inschakeling van de arbeidshygiënist, maatregelen in gang te (laten) zetten waardoor de werknemer niet of minder wordt blootgesteld. Dit laatste met inachtneming van de privacywetgeving en het medisch beroepsgeheim (zie hierover verder hoofdstuk 10).

Opvatting van de raad

1. Biomonitoring bij een wettelijke biologische grenswaarde

De raad acht het wenselijk dat de aanbidding van *biomonitoring* ingeval van een wettelijke biologische grenswaarde op dezelfde wijze wordt geregeld als voor de wettelijke biologische grenswaarde voor lood en anorganische loodverbindingen. Dat betekent dat wanneer in een bedrijf wordt gewerkt met een stof waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde geldt, de werkgever verplicht is biomonitoring aan te bieden. Een afweging op landelijk niveau over de aanbidding van biomonitoring acht de raad zinvol omdat het hier gaat om stoffen waarbij biomonitoring een wetenschappelijk onderbouwde, toegevoegde waarde heeft ten opzichte van omgevings(lucht)metingen.

Ten aanzien van de inrichting van de uitvoering van biomonitoring bij wettelijke biologische grenswaarden, stelt de raad vast dat uitvoeringsprotocollen zonder meer behulpzaam zijn. Uitvoeringsprotocollen bieden houvast aan de kerndeskundigen/uitvoerders van biomonitoring, waar het gaat om de frequentie, de te hantieren methode, en de wijze van interpretatie van de uitkomsten van biomonitoring. De protocollen scheppen daarmee voorwaarden voor een adequate toepassing. Dit is van belang in het licht van de constatering in bijvoorbeeld het RIVM-rapport, dat er een gebrek aan kennis is bij kerndeskundigen om een goed biomonitoringsonderzoek op te zetten, dit onderzoek uit te voeren en de uitslagen daarvan te interpreteren en te evalueren.

Met een eenduidig en praktisch toepasbaar protocol kan de toetsing op de wettelijke biologische grenswaarde op een verantwoorde manier worden uitgevoerd. Dit bevordert tevens de handhaafbaarheid van de wettelijke grenswaarde. Dat pleit ervoor te werken met landelijk geldende en gevalideerde protocollen.

2. Biomonitoring voor andere stoffen

Biomonitoring voor andere stoffen met gezondheidsrisico's vindt in de praktijk zoals gezegd plaats als onderdeel van een PAGO of als onderdeel van een blootstellingsonderzoek. Bij biomonitoring in het kader van een PAGO wordt getoetst op een private biologische grenswaarde met het oog op individuele preventie. Biomonitoring in het kader van een blootstellingsonderzoek is gericht op collectieve preventie.

Ten aanzien van de aanbidding en de inrichting van de uitvoering van biomonitoring in dergelijke gevallen, acht de raad het van belang dat de relevante regelgeving strikt wordt nageleefd. Allereerst zullen bedrijven een RI&E moeten hebben waarin risico's met betrekking tot stoffen in kaart zijn gebracht. Dat is ook de plaats om de mogelijke inzet van biomonitoring, in aanvulling op luchtmetingen, te vermelden. De RI&E dient door een gecertificeerde arbodienst/deskundige te worden getoetst en valt onder het instemmingsrecht zoals geregeld in de WOR.

De afweging of biomonitoring ten bate van gezond en veilig werken wenselijk is, wordt in deze gevallen dus op bedrijfsniveau gemaakt³, met een rol voor de werkgever, kerndeskundigen en werknemers. De bedrijfsarts heeft hierbij een centrale rol.

3 Relevante afwegingselementen bij de besluitvorming over het aanbieden van biomonitoring zijn of sprake is van noodzakelijkheid (levert het een wezenlijke bijdrage aan gezond en veilig werken), effectiviteit (is het middel doeltreffend en zijn er ongewenste neveneffecten), subsidiariteit (hoe ingrijpend is het middel en voor wie; zijn er minder ingrijpende middelen om hetzelfde doel te bereiken) en proportionaliteit (staat het middel in redelijke verhouding tot het doel?). Dergelijke elementen kwamen o.a. aan de orde bij de TNO-workshop Sensoren op de werkplek, op 1 november 2019 in het SER-gebouw. Zie ook: RIVM-rapport 2018-0096, p. 80 e.v.

De werknemer kan niet worden verplicht deel te nemen aan biomonitoring. Verder gelden strikte privacywaarborgen: de bedrijfsarts mag individuele biomonitoringsgegevens alleen delen met de betrokken werknemer. In hoofdstuk 10 werkt de raad dit verder uit.

De raad merkt op dat er ook hier behoefte is aan gevalideerde protocollen waarin een expliciete beschrijving wordt gegeven van inhoudelijke criteria rondom de wijze van uitvoering, meetbaarheid, interpreteerbaarheid etc. Dergelijke protocollen kunnen worden opgesteld door de Gezondheidsraad (of het RAC), wanneer deze wetenschappelijke organen biomonitoring aanbevelen – ook zonder daarbij een advies voor een biologische grenswaarde uit te brengen – of door professionele verenigingen zoals de NVAB, NVvA en NVT.

De raad signaleert tot slot dat ook in Europa een discussie wordt gevoerd tussen sociale partners en overheden over de wenselijkheid van biologische grenswaarden en de inrichting van de uitvoering. Het beleid op het gebied van biomonitoring zal mede worden bepaald door wat hierover in EU-verband wordt afgesproken.

9 Biomonitoring en privacy

Zoals in het voorgaande aan de orde kwam, is deelname aan biomonitoring door werknemers facultatief. Zij zijn hiertoe dus niet verplicht. Wanneer een werknemer deelneemt aan een biomonitoringsonderzoek, informeert de bedrijfsarts de werknemer over de uitkomsten van dit onderzoek.

Groepsrapportage

De bedrijfsarts dient zeer zorgvuldig om te gaan met gegevens die via biomonitoring zijn verkregen. Het gaat namelijk om gezondheidsgegevens in de zin van de AVG. Dat betekent dat de bedrijfsarts geen individuele data mag delen met de werkgever.¹ De bedrijfsarts kan alleen gegevens in geanonimiseerde vorm delen via een groepsrapportage. Van belang is verder dat voor de bedrijfsarts – evenals voor andere artsen – een geheimhoudingsplicht geldt.

In de adviesaanvraag wordt erop gewezen dat het in de praktijk niet altijd mogelijk is een groepsrapportage te maken met het oog op een geaggregeerd advies voor het arbobeleid. Relevant daarvoor zijn de omvang en de representativiteit van de groep deelnemers aan het biomonitoringsonderzoek. Opgemerkt wordt dat de wijze van aanbidding van de meting en een individuele terugkoppeling daarbij van doorslaggevend belang zijn.

Het punt van de groepsgrootte en de omstandigheid dat een deel van de werknemers niet deelneemt, is ook naar voren gebracht tijdens een gedachtewisseling met veldexperts in het kader van de voorbereiding van dit advies.

Bij de laatstgenoemde bijeenkomst is aandacht gevraagd voor de situatie van mkb-bedrijven waar het, gezien het beperkte aantal werknemers, een probleem kan zijn om een groepsrapportage te maken. Ook in het grootbedrijf is dit soms lastig. Met het oog op een (verdere) verlaging van het blootstellingsniveau aan een stof, kan het immers gewenst zijn om kleinere groepen en zelfs individuen te monitoren, zo werd tijdens de bijeenkomst met veldexperts opgemerkt.

Verder is tijdens genoemde bijeenkomst onder meer aandacht gevraagd voor het punt dat bij wisseling van een arbodienst de blootstellingsdata in de medische dossiers niet beschikbaar zijn voor de nieuwe bedrijfsarts. Er vindt namelijk niet automatisch over-

1 De bedrijfsarts heeft bovendien een medisch beroepsgeheim.

dracht van dossiers plaats; dat geldt alleen voor de dossiers van zieke medewerkers. Overdracht van dossiers van andere medewerkers kan alleen met toestemming van betrokkenen. Dit houdt verband met de geheimhoudingsplicht van de bedrijfsarts en het recht van werknemers op bescherming van hun persoonsgegevens.

Dilemma's

De meer algemene vraag die zich aandient, is hoe kan worden gekomen tot een optimale waarborging van de veiligheid en gezondheid van werknemers met respectering van hun grondwettelijke recht op bescherming van hun persoonsgegevens.

De raad constateert in dit verband dat biomonitoringsdata, in de zin van de AVG, gezondheidsgegevens zijn. De bedrijfsarts mag deze gegevens alleen delen met de betrokken werknemer. Omdat de bedrijfsarts gebonden is aan een beroepsgeheim, mag hij geen medische gegevens delen met anderen dan de werknemer. Gezien de bestaande regelgeving kan de bedrijfsarts de werkgever alleen geanonimiseerde informatie geven over de blootstelling op groepsniveau.

Dit betekent dat een werkgever, bij een groepsrapportage die een gunstig beeld geeft, geen inzicht heeft in mogelijke individuele 'uitschieters' (hoge waarden). Dit roept bij sommige werkgevers de vraag op of zij in dergelijke gevallen wel kunnen voldoen aan hun wettelijke en morele zorgplicht voor gezonde en veilige arbeidsomstandigheden.

Hierbij moet worden bedacht dat de bedrijfsarts een belangrijke verantwoordelijkheid heeft bij het adequaat reageren op biomonitoringsuitslagen die aanleiding geven tot zorg, met name ook ingeval van individuele uitschieters. Ook hier vervult de bedrijfsarts een spilfunctie, waarbij hij langs twee lijnen communiceert: met de werkgever en met de werknemer.

De bedrijfsarts kan de werkgever, bij voorkeur met inschakeling van de arbeidshygiënist, adviseren maatregelen in gang te (laten) zetten waardoor de werknemers niet of minder worden blootgesteld; dit overeenkomstig de principes van de arbeidshygiënische strategie.

De werkgever zal in geval van blootstellingsrisico's altijd een zekere marge hante- ren teneinde individuele normoverschrijdingen te voorkomen. Wanneer ondanks deze marges toch individuele uitschieters voorkomen, dient de bedrijfsarts er op toe te zien dat een werknemer met een verhoogde waarde zolang als nodig is, niet langer werkt in de omgeving waar blootstelling plaatsvindt. Indien de normover-

schrijding (mede) het gevolg is van individuele factoren (niet-beroepsmatige blootstellingen en/of interindividuele variabiliteit als gevolg van biologische verschillen tussen werknemers en/of verschillen in hygiënisch gedrag) dient de bedrijfsarts dat aan de werknemer te melden en de werknemer zo nodig te adviseren om zijn gedrag aan te passen.

Met betrekking tot een eventuele aansprakelijkheidsstelling van de werkgever door de werknemer die gezondheidsschade heeft opgelopen als gevolg van een te hoge blootstelling, lijkt de kans klein dat de werknemer zich met succes kan beroepen op zijn biomonitoringsdata als de werkgever hiervan niet op de hoogte was. Relevant in dat verband is de uitspraak van het Gerechtshof Den Bosch uit 2011 waarin het hof concludeerde dat de werkgever niet aansprakelijk kan worden gesteld voor ziekte van een werknemer indien het voor hem niet kenbaar was dat de werknemer gezondheidsklachten had (kenbaarheidsvereiste).²

Opvatting van de raad

De raad concludeert dat de huidige wettelijke kaders belangrijke waarborgen bevatten voor de bescherming van de persoonlijke levenssfeer van werknemers die besluiten gebruik te maken van het aanbod van hun werkgever om deel te nemen aan een biomonitoringsonderzoek. Daarbij gaat het met name om de privacywetgeving en de geheimhoudingsplicht van de bedrijfsarts.

De raad acht het thans niet wenselijk een uitzondering te maken voor situaties waarin sprake is van individuele uitschieters. Dit kan een negatieve invloed hebben op de bereidheid van werknemers om deel te nemen aan biomonitoring ook in de gevallen waarin biomonitoring wel de aangewezen methode blijkt te zijn en dat is onwenselijk. Een beperkte bereidheid om deel te nemen aan biomonitoring vergroot immers de kans dat de bemeten groep niet groot genoeg is om zinvolle uitspraken te doen over de risico's waar werknemers aan worden blootgesteld en/of om een groepsrapportage te kunnen maken die voldoet aan de geldende privacywetgeving.

Daarbij komt dat ook zonder dat de werkgever behoeft te worden geïnformeerd over individuele uitschieters, de bedrijfsarts zijn verantwoordelijkheid kan nemen bij de bescherming van de gezondheid van een werknemer met een verhoogde waarde. De bedrijfsarts heeft hierbij een spilfunctie, zowel in de richting van de werkgever als in de richting van de werknemer.

² JAR 2011/73, Gerechtshof 's-Hertogenbosch, 21-1-2011.

Naar het oordeel van de raad kan de werkgever binnen de geldende wettelijke kaders voldoen aan zijn zorgplicht op het gebied van gezond en veilig werken. Indien biomonitoring op groepsniveau tot bevredigende uitkomsten leidt, terwijl op individueel niveau sprake kan zijn van een te hoge waarde, is de kans klein dat de werkgever die hiervan niet op de hoogte is gesteld, aansprakelijk is voor eventuele gezondheidsschade, zolang de werkgever in het kader van zijn zorgplicht heeft gedaan wat redelijkerwijs van hem gevergd kan worden om werknemers te beschermen tegen eventuele gezondheidsschade die zij op de werkplek kunnen oplopen.

10 Conclusies

Met betrekking tot biomonitoring in relatie tot gevaarlijke stoffen op de werkplek kan de raad zich vinden in het algemene uitgangspunt dat omgevingsbeoordelingen de voorkeur houden als daarmee de blootstelling aan een gevaarlijke stof even goed of beter kan wordt bepaald.

Naar het oordeel van de raad kan een wettelijke biologische grenswaarde meerwaarde bieden voor stoffen waarbij blootstelling niet effectief via omgevingsmonitoring meetbaar is en biomonitoring een geschikt instrument is om blootstelling aan een stof te beoordelen. Het moet dan gaan om een wetenschappelijk onderbouwde grenswaarde met een duidelijk kader voor de wijze waarop biomonitoring voor de desbetreffende stof moet worden uitgevoerd. Dit is het domein van de wetenschap en het is aan de Gezondheidsraad of het RAC dit te beoordelen.

Met betrekking tot de aanbidding van biomonitoring acht de raad het wenselijk dat in geval van stoffen waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde is vastgesteld, de aanbidding op dezelfde wijze wordt geregeld als voor de wettelijke biologische grenswaarde voor lood en anorganische loodverbindingen. Dat betekent dat wanneer in een bedrijf wordt gewerkt met een stof waarvoor een wettelijke biologische grenswaarde geldt, de werkgever biomonitoring moet aanbieden. Wat de inrichting van de uitvoering betreft, meent de raad dat uitvoeringsprotocollen daarbij zonder meer behulpzaam zijn. Het werken met landelijk geldende en gevalideerde protocollen kan ook de handhaafbaarheid van wettelijke grenswaarden bevorderen.

Bij toepassing van biomonitoring voor stoffen waarvoor geen wettelijke biologische grenswaarde geldt, acht de raad van belang dat de relevante regelgeving strikt wordt nageleefd. In dat verband wijst hij met name op de verplichte RI&E en de wettelijke privacywaarborgen.

De raad stelt vast dat de bedrijfsarts een centrale rol heeft bij de toepassing van biomonitoring en de communicatie over de uitkomsten daarvan. Waar in de praktijk mogelijk spanning wordt ervaren doordat individuele data alleen met de werknemer gedeeld mogen worden, moet worden bedacht dat de bedrijfsarts een belangrijke verantwoordelijkheid heeft in het adequaat reageren op uitslagen die reden tot zorg geven. Hij is in de positie de werkgever te adviseren over maatregelen. Ook kan hij de werknemer zo nodig aanwijzingen of advies geven. De raad acht het voorts nog niet wenselijk om de bestaande regelgeving voor het delen van individuele gezondheidsgegevens op dit punt aan te passen.

Ten aanzien van de toepassing van biomonitoring signaleert de raad verder dat er behoefte is aan gevalideerde protocollen, waarin een expliciete beschrijving wordt gegeven van inhoudelijke criteria rondom de wijze van uitvoering, meetbaarheid, interpreteerbaarheid etcetera.

De raad wijst er tot slot op dat thans ook in Europa een discussie wordt gevoerd tussen sociale partners en overheden over de wenselijkheid van biologische grenswaarden en de inrichting van de uitvoering. Het beleid op het gebied van biomonitoring zal dus mede worden bepaald door wat hierover uiteindelijk in EU-verband wordt afgesproken.



Bijlagen



Adviesaanvraag



Ministerie van Sociale Zaken en
Werkgelegenheid

> Retouradres Postbus 90801 2509 LV Den Haag

De voorzitter van de Sociaal-Economische Raad, mevr. drs. M.I. Hamer
Postbus 90405
2509 LK S GRAVENHAGE



Postbus 90801
2509 LV Den Haag
Parnassusplein 5
T 070 333 44 44
www.rijksoverheid.nl

Contactpersoon
mw. drs. B.M.H. Nijland
T 070 333 47 01
BNijland@minszw.nl

Onze referentie
2019-0000044881

Datum **27 MRT 2019**

Betreft Adviesaanvraag De bijdrage van biomonitoring en biosensing aan het
arbeidsomstandighedenbeleid

Geachte mevrouw Hamer,

Het beleid op het terrein van arbeidsomstandigheden is gericht op het realiseren van veilig en gezond werken. Een vraag die zich nu aandient, betreft de meerwaarde van het inzetten van technologieën zoals biomonitoring en sensing voor gezond en veilig werken en wat in dat verband relevante afwegingen zijn. Het gaat om technologieën die de huidige meetmethoden kunnen aanvullen. De ontwikkeling van deze technologieën heeft in het afgelopen decennium een vlucht genomen.

Biomonitoring en biologische grenswaarden zijn van gemeenschappelijk belang voor de beoordeling van de blootstelling, de afleiding van publieke en private grenswaarden op de werkplek en voor REACH-autorisaties en restricties in relatie tot de bescherming van de werknemers. Het onlangs opgeheven wetenschappelijke Comité SCOEL van de Europese Commissie heeft in het recente verleden steeds vaker (ook) geadviseerd over biologische grenswaarden of biologische 'guidance values'. Het ECHA Comité risicobeoordeling (RAC) dat de taken van SCOEL overneemt, zal naar verwachting deze lijn volgen. RAC maakt immers in toenemend mate gebruik van biomonitoringgegevens in de autorisatie- en restrictieprocessen die betrekking hebben op de bescherming van werknemers binnen het kader van REACH.

Ook de Gezondheidsraad geeft bij het afleiden van gezondheidskundige grenswaarden in de ademhalingszone voor sommige stoffen aan dat een grenswaarde in urine of bloed betere bescherming biedt. Concreet leidde de Gezondheidsraad voor cadmium en cadmiumverbindingen een waarde af voor het cadmiumgehalte in urine, naast de gezondheidskundige waarde voor cadmium in lucht¹. Bij het publiceren van deze publieke grenswaarde² kondigde mijn

¹ Gezondheidsraad, Briefadvies Cadmium en anorganische cadmiumverbindingen, 5 juli 2013. Op 20 maart 2019 is een geactualiseerd Gezondheidsraadadvies uitgebracht waarin wederom een biologische grenswaarde voor cadmium is opgenomen.

² Staatscourant nr. 8098, 15 februari 2017.

voorganger in het licht van deze technische- en beleidsontwikkelingen aan advies te zullen vragen aan de SER inzake biomonitoring en sensoring.

Biomonitoring en sensoring kunnen mogelijk bijdragen aan het bevorderen van gezond en veilig werken. Ze kunnen onder meer worden gebruikt om de blootstelling aan gevaarlijke stoffen van werknemers beter vast te stellen en kunnen bijdragen aan de autonomie van werkenden doordat ze keuzemogelijkheden toevoegen en inzicht bieden door een onzichtbaar risico zichtbaar te maken. Zorgvuldigheid in het gebruik van de technieken is echter geboden. Dat betreft bijvoorbeeld het omgaan met persoonsgegevens en om de beslisruimte die werkenden wordt geboden (zelfbeschikking) binnen de werknemer-werkgever relatie. Dit vraagt om een brede afweging van de gevolgen van het gebruik van de technieken vanuit verschillende perspectieven.

Datum

Onze referentie
2019-0000044881

Daarbij is de eerste adviesaanvraag vrij concreet: hoe kijkt de SER aan tegen biomonitoring en het gebruik van biologische grens- of advieswaarden in relatie tot gevaarlijke stoffen en arbeidsomstandigheden? Onder welke voorwaarden zou toepassing van biomonitoring een bijdrage kunnen leveren aan de bescherming van werknemers tegen gevaarlijke stoffen? Welke behoefte is er aan normering, aan kaders of aan publieke grenswaarden? Welke bijdrage zien sociale partners daarbij voor zichzelf en voor de overheid?

De tweede vraag heeft een meer verkennend karakter: hoe kijkt de SER aan tegen de mogelijkheden van biomonitoring en sensoring in relatie tot arbeidsomstandigheden? Onder welke voorwaarden zou toepassing van deze nieuwe technieken een bijdrage kunnen leveren aan gezonde en veilige arbeidsomstandigheden?

Ter voorbereiding op de adviesaanvraag heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een rapport geschreven over het gebruik van biomonitoring en sensoring binnen de arbeidsomstandigheden, dat zowel ingaat op de praktische als de ethische overwegingen die daarbij een rol spelen.³

Ik doe u hierbij de adviesaanvraag over dit vraagstuk toekomen. Ik wens u veel succes bij het geven van het advies en kijk uit naar de uitkomsten ervan. Graag ontvang ik het advies en de verkenning in het eerste kwartaal van 2020.

Met vriendelijke groet,



T. van Ark

3. RIVM Rapport 2018-0096, Het gebruik van biomonitoring en sensoring binnen de arbeidsomstandigheden – praktische en ethische overwegingen, A. Krom et al., 2018.

Inleiding

Biomonitoring en sensing lijken te winnen aan populariteit. Hieraan wordt bijgedragen door de verbeterde techniek die beschikbaar is en de toegenomen maatschappelijke acceptatie van gezondheidsmetingen. Wat betreft techniek is er sprake van kleinere en handigere apparaten en toegankelijke dataverwerking. Wat betreft de maatschappelijke acceptatie van metingen wijst ik op het toegenomen privégebruik van bijvoorbeeld stappentellers, hartslagmeters en smartwatches. Het één volgt natuurlijk ook uit het ander. Deze ontwikkelingen en de kansen die ze bieden roepen de vraag op welke rol biomonitoring en sensing kunnen hebben in het arbostelsel.

Datum

Onze referentie
2019-0000044881

Om een gezonde en veilige werkomgeving te bieden brengt de werkgever de risico's van de aard van de arbeid in kaart. Hierbij speelt, naast het soort gevaar, de blootstelling daaraan een rol. Biomonitoring en sensing kunnen bijdragen aan de blootstellingsbeoordeling en zo aan de bescherming van de gezondheid en veiligheid op de werkvloer. De blootstellingbeoordeling is een essentiële stap in de risicobeheersing en de huidige technologische ontwikkelingen verbeteren de kwaliteit van deze beoordeling.

Sensing wordt in deze adviesaanvraag gedefinieerd als de kunstmatige uitvoering van wat in de biologie een zintuig wordt genoemd. Een bekend voorbeeld van een sensor is een hartslagmeter bij het sporten. In de context van de verkenning kan het naast de blootstelling aan gevaarlijke stoffen ook om andere risico's gaan. Een voorbeeld waar een sensor uitkomst kan bieden zonder direct gezondheidsparameters te registreren is in slagerijen: slagers die vergeten dat ze messen bij zich dragen kunnen geholpen zijn met een sensor die ervoor waarschuwt als ze de messen meenemen buiten de daarvoor aangewezen plaatsen.

Biomonitoring wordt in deze adviesaanvraag gedefinieerd als het meten van fysieke parameters in, aan, of afkomstig van het lichaam (bijvoorbeeld het meten van concentraties van stoffen of stofindicatoren in lichaamsvloeistoffen of weefsels) met als doel de blootstelling vast te stellen. Wat er precies wordt gemeten is afhankelijk van waar die parameters zich in het lichaam manifesteren⁴. In de praktijk gaat het voornamelijk om metingen van concentraties van stoffen in bloed, urine of uitgeademde lucht. Biomonitoring is op zichzelf niet bepaald nieuw. Het gebeurt in de praktijk al bij vele bedrijven voor meerdere stoffen. Sinds 1984 is het voor werksituaties waar blootstelling aan lood kan plaatsvinden een verplicht onderdeel van de blootstellingsbeoordelingen, conform de Europese richtlijn 82/605/EEG.

De functies die biomonitoring en sensing vervullen en kunnen vervullen zijn legio. Zo kan biomonitoring een uitkomst bieden bij stoffen die in de werkomgeving niet of nauwelijks te meten zijn⁵ of wordt het mogelijk om aspecten van de opname van de gevaarlijke stof te meten waar omgevingsmetingen geen duidelijk beeld van geven, zoals over de opname en verwerking van cadmium door het lichaam⁶. Het is op dit moment ook al zo dat werkgevers soms gebruik maken van biomonitoring bij het voldoen van hun verplichtingen in het kader van de Arbeidsomstandighedenwet. Zij kiezen ervoor

4. Zie ook de toelichting bij artikel 4.10b van het Arbeidsomstandighedenbesluit, Staatsblad 2006, 674.

⁵ Bos et al., 1998.

⁶ Gezondheidsraad, 2013.

biologische metingen aan werknemers aan te bieden. Deze bedrijven beschikken dan over een beoordelingskader. De resultaten van die metingen kunnen gebruikt worden om individuele bescherming te borgen, maar ook om het collectieve beschermingsbeleid te beoordelen en te verbeteren.

Datum

In Europees verband wordt al veel onderzoek gedaan naar biomonitoring. Zo loopt er een groot programma Human Biomonitoring for EU (HBM4EU) dat VWS coördineert voor Nederland. Specifiek aangaande arbeidsomstandigheden adviseerde het Europese Scientific Committee for Occupational Exposure Limits (SCOEL) steeds vaker om naast of in plaats van een grenswaarde in de lucht, een biologische grenswaarde of een biologische "guidance" waarde te hanteren. Dit was bijvoorbeeld het geval in het advies over cadmium, waarop de Gezondheidsraad zijn advies gebaseerd heeft. Voor sensors geldt hetzelfde: in 2017 publiceerde het Europese Occupational Safety and Health Agency (OSHA) een artikel⁷ met daarin de kernpunten waarover moet worden nagedacht voor wat betreft verder gebruik van sensors op de werkvloer. De beide onderwerpen staan dus op de agenda. Het is niet ondenkbaar dat er aanvullend Europees beleid of regelgeving over zal worden geformuleerd.

Onze referentie
2019-0000044881

Zowel vanwege de technologische ontwikkelingen die hun weg vinden in de maatschappij, als vanwege de verhoogde aandacht van wetenschappelijke en internationale gremia voor biologische monitoring en biologische grenswaarden is het tijd om gezamenlijk hierop een visie te ontwikkelen. Zorgvuldige weging van ethische en privacy-aspecten maken daarvan onderdeel uit. Daarom wordt over biomonitoring en sensing aan u advies aangevraagd.

Kern van het vraagstuk

Het vraagstuk dat ik u voorleg is tweeledig. Een deel bestaat uit een adviesaanvraag en een deel uit een verkenningsvraag.

De adviesaanvraag heeft raakvlakken met de grenswaarden van blootstelling aan gevaarlijke stoffen: hoe kijkt de SER aan tegen biomonitoring en het gebruik van biologische grens- of advieswaarden in relatie tot gevaarlijke stoffen en arbeidsomstandigheden? Onder welke voorwaarden zou toepassing van biomonitoring een bijdrage kunnen leveren aan de bescherming van werknemers tegen gevaarlijke stoffen? Om deze vraag verdieping te geven zijn enkele aanvullende vragen geformuleerd. Welke behoefte is er aan normeringen en kaders voor biologische monitoring (denk aan meetfrequentie, meetmethode)? In welke situaties is er een voorkeur voor het stellen van een biologische grenswaarde? Hoe kan een wettelijk biologische grenswaardenstelsel bijdragen aan de bescherming van de gezondheid en veiligheid van werknemers? Welke invulling zien sociale partners daarbij voor zichzelf en voor de overheid? De directe aanleiding om deze vragen beantwoord te willen zien is de door de Gezondheidsraad geadviseerde grenswaarde voor cadmium en anorganische cadmiumverbindingen.

Het tweede deel is een verkennende vraag: hoe kijkt de SER aan tegen de mogelijkheden van biomonitoring en sensing in relatie tot arbeidsomstandigheden? Onder welke voorwaarden zou toepassing van deze

⁷ <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/monitoring-technology-workplace/view>

nieuwe technieken een bijdrage kunnen leveren aan gezonde en veilige arbeidsomstandigheden? De gevraagde verkenning betreft de rol die biomonitoring en sensing kunnen spelen in het stelsel van gezond en veilig werken in bredere zin. De raad wordt gevraagd in te gaan op de mogelijkheden en de verschillende functies van beide technieken. Dit gaat verder dan bescherming tegen blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Zie ook het genoemde artikel van OSHA over de verschillende functies van sensors op de werkplek voor gezond en veilig werk. Hierbij kan gedacht worden aan sensors die waarschuwen voor gevaarlijke situaties, stressniveaus meten of bijvoorbeeld biosignalen zoals hartslag kunnen weergeven. Welke mogelijkheden ziet de SER om sensing in de toekomst te gebruiken in het stelsel van gezond en veilig werken? Omdat dit onderdeel meer gericht is op het herkennen van kansen en niet over de praktische invulling van een afgebakend terrein, vraag ik over dit tweede gedeelte om een verkenning van de SER.

Datum

Onze referentie
2019-000004481

Uitgangspunten en overwegingen bij de adviesaanvraag over de bijdrage van biomonitoring aan de bescherming tegen gevaarlijke stoffen

Zoals gesteld zijn er ook overwegingen te maken bij en voorwaarden te verbinden aan het gebruik van biomonitoring en sensing in het stelsel van gezond en veilig werk. Ter voorbereiding op de adviesaanvraag heeft het RIVM een rapport geschreven over het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden, dat zowel ingaat op de praktische als de ethische overwegingen die daarbij een rol spelen.⁸

Ook het advies van de SER uit 1984⁹ over gevaarlijke stoffen heb ik betrokken in mijn overwegingen. Dit advies ging eveneens in op het vaststellen van grenswaarden in biologische media. Daarnaast zijn de reeds bestaande verplichting tot het aanbieden van metingen van het loodgehalte in bloed van werknemers in de overwegingen betrokken.

In deze adviesaanvraag is er een aantal uitgangspunten uitgewerkt en een aantal punten ter overweging geformuleerd. Met name op de punten ter overweging ben ik expliciet benieuwd naar uw reflectie en advies. Ook aangaande de uitgangspunten kunt u, waar u het nodig acht, deze nader beschouwen in het licht van de geschetste ontwikkelingen. Deze uitgangspunten en overwegingspunten worden hieronder uitgewerkt. De adviesaanvraag is bedoeld om de inbreng van de sociale partners te kunnen betrekken bij dit vraagstuk.

Ten eerste is een uitgangspunt dat het gebruik van *omgevingsbeoordelingen* de voorkeur behoudt als dit betere of vergelijkbare resultaten kan boeken dan metingen in biologische media van de werknemer. De voorkeur om de blootstelling buiten de werknemer te beoordelen, sluit beter aan bij het principe van het voorkomen van blootstelling zoals dit staat in de Arbeidsomstandighedenwet. Bij voorkeur wordt een werksituatie gecreëerd waarin al zonder biomonitoring in redelijkheid kan worden aangenomen dat er geen blootstelling met mogelijk nadelig gezondheidseffect plaatsvindt. Daarnaast is het wenselijk om het intreden op de lichamelijke integriteit van werknemers waar mogelijk te vermijden. Waar biomonitoring echter een betere bescherming biedt, is aanvulling van het grenswaardenstelsel een mogelijkheid waarover ik graag uw

8. RIVM Rapport 2018-0096, Het gebruik van biomonitoring en sensing binnen de arbeidsomstandigheden – praktische en ethische overwegingen, A. Krom et al., 2018.
9. <https://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/1980-1989/1984/b05492.aspx>

advies ontvang. Hierbij is aandacht nodig voor ethische en privacy-aspecten in relatie tot de verantwoordelijkheidsverdeling en onderlinge verhoudingen.

Daarbij is ten tweede het *stellen van wettelijke biologische grenswaarden* een onderwerp waarover ik graag uw advies ontvang. Hierbij kan worden gedacht aan biologische grenswaarden die complementair zijn aan de wettelijke omgevingsluchtgrenswaarden. Ook een optie is om de keuze voor het hanteren van een (eventueel wettelijke) biologische grenswaarde in plaats van, of als aanvulling op de (eventueel wettelijke) grenswaarde in de lucht, aan de werkgever te laten. De verschillende mogelijkheden die hierbij ontstaan en de wenselijkheid daarvan geef ik u graag ter overweging.

Datum

Onze referentie
2019-0000044881

Het derde punt heeft betrekking op *aanbieding* van de biomonitoring. Uitgangspunten zijn daarbij de volgende. In lijn met het arbobeleid gebeurt dit aanbieden door de werkgever. De uitvoering ervan zal gebeuren in opdracht van de werkgever door deskundigen. De aangewezen deskundige daarbij is de bedrijfsarts. De werkgever kan, ook nu al, besluiten dat biomonitoring kan bijdragen aan de bescherming van de gezondheid van de werknemers.

De keuze voor het gebruik van biomonitoring kan bijvoorbeeld volgen uit de Risicoinventarisatie&Evaluatie (RI&E), de blootstellingsbeoordelingen¹⁰, het blootstellingsregister of het medisch dossier¹¹. Hierbij worden de adviezen van de kerndeskundigen en de personeelsvertegenwoordiging waarschijnlijk betrokken. Van deze situatie zou kunnen worden afgeweken. Het kan ook zijn dat een eigen afweging niet nodig is maar dat die landelijk wordt gemaakt, als aanbieding van biomonitoring wettelijk verplicht zou zijn. Dit is bij lood sinds 1984 het geval. Of, wanneer en op welke manier het zinvol is om af te wijken van de huidige praktijk met betrekking tot de aanbieding van biomonitoring geef ik u bij dezen ter overweging.

Het vierde punt heeft betrekking op de facultatieve *acceptatie* van de biomonitoring: een werknemer zal niet verplicht worden invasieve gezondheidsmetingen te laten verrichten. Dit uitgangspunt is in lijn met de huidige Nederlandse praktijk. Bij invasieve monsternamen (bloedprikken) is het in Nederland mogelijk te weigeren. Aangezien in deze situatie sprake is van een risico voor de werknemer en geen risico voor de omgeving (zoals bij sommige arbeid aangaande biologische agentia aan de orde kan zijn) is er daarnaast geen reden voor meer druk. De mate van acceptatie kan daarbij worden bevorderd door goede voorlichting en het op een eenvoudige en toegankelijke manier aanbieden van het monitoren.

Bij het op vrijwillige basis laten meten van blootstelling aan gevaarlijke stoffen kunnen de gegevens uiteraard gebruikt worden om op individueel niveau de blootstelling van de werknemers vast te stellen. Om een geaggregeerd advies voor de arbeid te maken, zal de omvang en representativiteit van de deelnemers

10. Werkgevers zijn, indien van toepassing in een bedrijf, onder meer verplicht tot het beoordelen (aard, mate en duur) van blootstelling aan gevaarlijke stoffen, kankerverwekkende en mutagene stoffen, biologische agentia, lawaai, kunstmatige optische straling en elektromagnetische velden. Daarnaast is de werkgever wanneer blootstelling kan plaatsvinden aan kankerverwekkende of mutagene stoffen, asbest of biologische agentia (categorie 3 of 4) of straling verantwoordelijk voor de individuele blootstellingsregistratie.

11. Zie hierover artikel 18 Arboret in combinatie met de artikelen 4.10a tot en met 4.10c van het Arboret.

van belang zijn. Daarbij kan de wijze van aanbieden van de meting en een individuele terugkoppeling van doorslaggevend belang zijn. U wordt uitgenodigd te adviseren over hoe een zo goed mogelijke balans er uit ziet tussen enerzijds het bieden van keuzevrijheid aan de werknemer in deze afhankelijkheidsrelatie, en anderzijds het optimaal waarborgen van een veilige en gezonde werkomgeving.

Datum

Onze referentie
2019-0000044881

Het vijfde punt heeft betrekking op de *interpretatie* van de data en de *communicatie* daarover. Wat betreft dit punt wordt voorgesteld vast te houden aan alle onderstaande uitgangspunten, conform het reeds bestaande kader. Om de blootstellingsmetingen van betekenis te laten zijn voor de gezondheidsbescherming van het individu en de groep is een vervolg nodig. Er moet iets gedaan worden met de verzamelde gegevens, zowel voor het individu, de groep van werknemers, als voor het bedrijf. De manier van interpretatie en communicatie is daarbij van groot belang. Gegevens kunnen geanonimiseerd worden en generiek gebruikt worden (beperkingen ten spijt) door de werkgever om zijn preventiebeleid te toetsen. Dit kan zonder tussenkomst van de werknemer, zolang de anonimisering toereikend is. Dit zijn basisvoorwaarden om de privacy van de werknemer te waarborgen. Privacy is momenteel ook een belangrijk thema in verband met de nieuwe regels van de Europese Verordening Gegevensbescherming (AVG). Van belang is dat duidelijk is voor welke soorten geaggregeerd onderzoek de resultaten van biomonitoring kunnen worden gebruikt. De data kunnen op geaggregeerd niveau gebruikt worden als informatiebron voor het bijstellen van de RI&E (inclusief het Plan van Aanpak) ten behoeve van een collectieve bescherming. Op individueel niveau kan de bedrijfsarts eventueel in samenspraak met de arbeidshygiënist komen tot aanvullende preventieve beschermende maatregelen. Dit vraagt om grote zorgvuldigheid, mede in verband met de privacy van de werknemer.

Het zesde punt gaat over de *inrichting van de uitvoering* van de biologische monitoring. Ter overweging bevat het volgende een voorstel voor de mogelijke invulling daarvan. De werkgever kan in de RI&E invulling geven aan een bij de arbeid passende wijze van uitvoering van het meten van deze biologische grenswaarden (bijvoorbeeld hoe vindt de monstername plaats, wat is de meetfrequentie of wat zijn de regels voor kennisdeling). Daarmee zou de medezeggenschap geborgd zijn via het instemmingsrecht van de ondernemingsraad. Tevens is de deskundige inbreng geborgd via de deskundigheidstoets op de RI&E. In afwijking van bijvoorbeeld de Europese richtlijn die de metingen van lood in bloed regelt, is er dan maatwerk mogelijk voor wat betreft de wijze van uitvoering van de metingen. Als een aspect van de uitvoering een strikt technisch vraagstuk betreft, zal de mogelijkheid bestaan regelgeving te formuleren wanneer dat faciliterend is en dat aspect daarom vraagt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de invloed die de uitscheidingsnelheid of de halfwaardetijd van de stof die gemeten wordt, heeft op de vereiste meetmomenten ten opzichte van het moment van blootstelling. Ik ontvang graag uw advies op deze punten die overwogen worden als mogelijke inrichting van de uitvoering.

Uitgangspunten en overwegingen bij de verkenning

Sensing wordt, zoals eerder gesteld, steeds vaker gebruikt door particulieren. Dit gebeurt bijvoorbeeld in het kader van een lifestyle waarbij de apparaten handzamer en makkelijker in gebruik worden. Smartphones kunnen optreden als meetsysteem, bijvoorbeeld als stappenteller. Ook worden er speciaal ontwikkelde sensoren verkocht, zoals voor bij het sporten. Een ander voorbeeld is de

ontwikkeling van apps die in staat zijn accuraat en op individueel niveau, blootstelling aan geluid, fijnstof of de kans op gehoorschade te meten. Als tweede deel van het aangevraagde advies zou ik graag een verkenning ontvangen aangaande de mogelijkheden en eventuele voorwaarden die de SER ziet om biomonitoring en sensing te benutten ten bate van gezonde en veilige werkomstandigheden. Het eerdergenoemde artikel van het ECHA kan daarbij behulpzaam zijn, evenals het RIVM-rapport dat ten behoeve van de adviesaanvraag is geschreven.

Datum

Onze referentie
2019-0000044881

Slot

De mogelijke voordelen die biomonitoring en sensing (in toenemende mate) bieden zijn, zoals gezegd, evident. Juist de ontwikkeling in de toepassingsmogelijkheden is de reden dat er met belangstelling naar wordt gekeken en dat ik deze adviesaanvraag bij de SER doe. Ik verwacht dat het advies zal bijdragen aan het vormen van een gedragen visie op hoe en binnen welke randvoorwaarden biomonitoring en sensing kunnen bijdragen aan gezonde en veilige arbeidsomstandigheden. Ik hoop dit advies en de verkenning in het eerste kwartaal van 2020 van u te mogen ontvangen.

Samenstelling Werkgroep Biomonitoring en Sensoring en Arbeidsomstandigheden

Leden

Plaatsvervangende leden

Onafhankelijke leden

prof. mr. S. (Saskia) Klosse (voorzitter)

dr. S.R.A. (Steven) van Eijck

prof. D. (Dick) Heederik, PhD

Ondernemersleden

mr. W.M.J.M. (Mario) van Mierlo

(VNO-NCW/MKB-Nederland)

drs. N. (Nelleke) Versloot

(VNO-NCW/MKB-Nederland)

C.J. (Kees) Halm

(VNO-NCW/ MKB-Nederland)

Werknemersleden

L. (Leon) de Jong (CNV)

A.C. (Amerik) Klapwijk Msc. (VCP)

mr. H. (Rik) van Steenberg (FNV)

drs. W. (Wim) van Veelen (FNV)

prof. dr. A.J. (Albert) Feilzer (VCP)

Ministeriële vertegenwoordigers

drs. B.H.M. (Brigitte) Nijland (SZW)

Secretariaat

drs. D. (Demi) Theodori

mr. drs. T.D. (Tyche) Riemens



Geraadpleegde deskundigen

- Meindert Bakker, arbeidshygiënist bij Zorg van de Zaak, arbodienst Tata Steel
- Tiny van de Mars, senior bedrijfsarts bij Zorg van de Zaak, arbodienst Tata Steel
- Christine ten Hove, coördinator Arbeidshygiëne, Tata Steel
- Mr. Remco Hoepelman, Senior inspecteur afdeling Systeemtoezicht, Autoriteit Persoonsgegevens
- Mr. Herman Ipenburg CPL, Senior inspecteur afdeling Systeemtoezicht, Autoriteit Persoonsgegevens
- Dr. ir. Paul Scheepers, toxicoloog, arbeidshygiënist, Radboud University Medical Centre, Nijmegen
- Drs. Maaïke le Feber, senior onderzoeker en projectmanager bij TNO
- Timon Grob, Senior Scientist bij Philips Research Eindhoven
- Prof. Braam Hoffmann, Chair of the Internal Committee for Biomedical Experiments (ICBE) bij Philips



Publicatieoverzicht

Algemeen

Publicaties van de SER verschijnen digitaal. Alle publicaties zijn te downloaden op onze website www.ser.nl. Sommige publicaties zijn in boekvorm te bestellen via communicatie@ser.nl. Van de adviezen verschijnt eveneens een Engelstalige samenvatting. Deze is te vinden op de webpagina van het desbetreffende advies en de Engelstalige website van de SER.

Adviezen

Verkenning & advies Biomonitoring en sensing - Gezondheid en privacy op de werkvloer centraal
2020, 96 pp., publicatienummer 20/04

Advies Bevorderen van deelname medewerkers aan or
2020, 46 pp., publicatienummer 20/03

Verkenning Zorg voor de toekomst - Over de toekomstbestendigheid van de zorg
2020, 238 pp., publicatienummer 20/02

Verkenning Volatiliteit Nederlandse economie nader bezien
2020, 142 pp., publicatienummer 20/01

Advies Grenswaarde voor dieselmotorenemissie (DME)
2019, n.n.b., publicatienummer 19/18

Verkenning Diversiteit arbeidsrelaties en arbeidsomstandigheden
2019, 114 pp., publicatienummer 19/17

Advies Inventarisatie leven lang ontwikkelen in sociale zekerheid
2019, 54 pp., publicatienummer 19/16

Advies Strategische agenda hoger onderwijs
2019, 28 pp., publicatienummer 19/15

Advies Obstakels deelname ondernemingsraden - Termijnen en andere belemmeringen
2019, 40 pp., publicatienummer 19/14

Advies Kansen pakken en risico's beheersen - Over de samenhang tussen de SDG's en IMVO
2019, 144 pp., publicatienummer 19/13

Advies Diversiteit in de top - Tijd voor versnelling
Deel I - Samenvatting & Visie raad op gender en culturele diversiteit
Deel II - Analyse
2019, 100 pp. (deel I) en 190 pp. (deel II), publicatienummer 19/12

Verkenning Hoge verwachtingen - Kansen en belemmeringen voor jongeren in 2019
2019, n.n.b., publicatienummer 19/11

Verkenning Overleg met en consultatie van sociale partners in de publieke sector
2019, 30 pp., publicatienummer 19/10

Advies Verkorting termijnen actief en passief kiesrecht leden ondernemingsraad.
2019, 22 pp., publicatienummer 19/09

Advies Grenswaarde voor o-Toluidine
2019, 18 pp., publicatienummer 19/08

Advies Grenswaarde voor vinylchloridemonomeer (VCM)
2019, 18 pp., publicatienummer 19/07

Advies Nationale klimaataanpak voor regionale industriële koplopers
2019, 40 pp., publicatienummer 19/06

Advies Naar een nieuw pensioenstelsel
2019, 48 pp., publicatienummer 19/05

Verkenning Integratie door werk. Meer kansen op werk voor nieuwkomers
2019, 82 pp., publicatienummer 19/04

Advies Prioriteiten voor een fair Europa - Samen sterker in een onzekere wereld
2019, 162 pp., publicatienummer 19/03

Advies Samen werken aan taal - Een advies over laaggeletterdheid
2019, 94 pp., publicatienummer 19/02

Advies Grenswaarde voor Hydrazine
2019, 18 pp., publicatienummer 19/01

Advies Grenswaarde schimmel alfa-amylase
2018, 16 pp., publicatienummer 18/08

Advies Grenswaarde voor Tarwemeelstof
2018, 18 pp., publicatienummer 18/07

Advies Grenswaarde voor 4,4'-methyleendianiline (MDA)
2018, 16 pp., publicatienummer 18/06

Signalering Vluchtelingen en Werk - Een nieuwe tussenbalans
2018, 98 pp., publicatienummer 18/05

Verkenning Financiële instrumenten voor een circulaire economie
2018, 136 pp., publicatienummer 18/04

Energietransitie en werkgelegenheid - Kansen voor een duurzame toekomst
2018, 96 pp., publicatienummer 18/03

Verkenning De vele kanten van banen combineren
2018, 90 pp., publicatienummer 18/02

Advies optimalisering verlof na geboorte kind
2018, 22 pp., publicatienummer 18/01

Advies Toekomstgericht beroepsonderwijs - Deel 2 Voorstellen voor een sterk en innovatief beroepsonderwijs
2017, 130 pp., publicatienummer 17/09

Rapporten

Verbreding en versterking financiering MKB

2014, 80 pp., ISBN 978-94-6134-067-2

Energieakkoord voor duurzame groei

2013, 146 pp., ISBN 978-94-6134-057-3

Nederlandse economie in stabielere vaarwater: een marco-economische verkenning

2013, 64 pp., ISBN 978-94-6134-052-8

Engelstalige publicaties

TTIP - Transatlantic Trade and Investment Partnership

2016, 196 pp., ISBN 978-94-6134-081-8, ordeno. 16/04E

The power of consultation: The Dutch consultative economy explained

General brochure, 2010, 34 pp., ISBN 978-94-6134-011-5

Europe 2020: The New Lisbon Strategy

Abstract, 2009, 40 pp., ISBN 90-6587-991-9, ordeno. 2009/04E

Social and Economic Council's Statement on International Corporate Social Responsibility

Statement, 2008, 91 pp., ISBN 90-6587-983-8

On sustainable globalisation: A world to be won

Abridged version, 2008, 132 pp., ISBN 90-6587-979-X, ordeno. 2008/06E

Overige publicaties

IMVO Convenant Pensioen - internationaal verantwoord beleggen Pensioenfondsen

2018, 72 pp., verkrijgbaar via IMVO website: www.imvoconvenanten.nl/

IMVO Convenant Verzekeringen - internationaal verantwoord beleggen in de verzekeringssector

2018, 64 pp., verkrijgbaar via IMVO website: www.imvoconvenanten.nl/

IMVO Convenant Voedingsmiddelen

2018, 72 pp., verkrijgbaar via IMVO website: www.imvoconvenanten.nl/

IMVO Convenant Goud - Werken aan een verantwoorde goudketen

2017, 66 pp., verkrijgbaar via IMVO website: www.imvoconvenanten.nl/

Convenant Duurzame Kleding en Textiel

2016, 100 pp., verkrijgbaar via IMVO website: www.imvoconvenanten.nl/

Leidraad personeelsvertegenwoordiging - met toelichting en bijlagen

2010, 104 pp., ISBN 90-6587-998-6

Voorbeeldreglement Ondernemingsraden - met toelichting en bijlagen

2010, 264 pp., ISBN 90-6587-997-8

Colofon

Uitgave

Sociaal-Economische Raad
Bezuidenhoutseweg 60
Postbus 90405
2509 LK Den Haag

T 070 3499 525

E communicatie@ser.nl

www.ser.nl

Tekst

Werkgroep Biomonitoring en Sensoring en Arbeidsomstandigheden

Fotografie

Remko de Waal/HH

Vormgeving en opmaak

2D3D, Den Haag (basisontwerp);
SER, afdeling Communicatie, Grafische vormgeving

© 2020, Sociaal-Economische Raad

Alle rechten voorbehouden

Overname van teksten is toegestaan onder bronvermelding.



SOCIAAL-ECONOMISCHE RAAD

Bezuidenhoutseweg 60

Postbus 90405

2509 LK Den Haag

T 070 3499 525

E communicatie@ser.nl

www.ser.nl

© 2020, Sociaal-Economische Raad