
Monitoring van milieu- en gezondheidsindicatoren

Een inventarisatie en evaluatie van milieufactoren, indicatoren
en registratiesystemen

Achtergrondstudie:
T Fast



Monitoring van milieu- en gezondheidsindicatoren

Een inventarisatie en evaluatie van milieufactoren, indicatoren en
registratiesystemen

T Fast
Fast Advies, Utrecht, t.fast@wxs.nl

aan:

de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

de staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Nr A03/07, Den Haag, 26 augustus 2003

De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement “voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid” (art. 21 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn & Sport, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer, Sociale Zaken & Werkgelegenheid, en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De Raad kan ook eigener beweging adviezen uitbrengen. Het gaat dan als regel om het signaleren van ontwikkelingen of trends die van belang kunnen zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden in bijna alle gevallen opgesteld door multidisciplinair samengestelde commissies van—op persoonlijke titel benoemde—Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt de publicatie downloaden van www.gr.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Fast T. Monitoring van milieu- en gezondheidsindicatoren; een inventarisatie en evaluatie van milieufactoren, indicatoren en registratiesystemen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr A03/07.

auteursrecht voorbehouden

all rights reserved

ISBN: 90-5549-493-3

Voorwoord

Op 12 mei 2000 hebben de bewindslieden van VROM en VWS de Gezondheidsraad gevraagd de mogelijkheden aan te geven van 'monitoring van aan milieufactoren gerelateerde gezondheidsrisico's'.

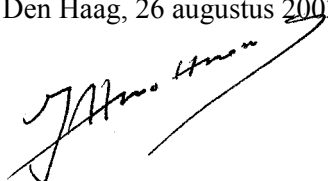
De primaire vraag van de bewindslieden was of de Gezondheidsraad van mening is dat bestaande meet- en registratieprogramma's in principe voldoende bruikbaar zijn voor het beantwoorden van vragen over de invloed van milieufactoren op gezondheid. Om deze vraag te kunnen beantwoorden was een overzicht nodig van de in Nederland bestaande meet- en registratieprogramma's op dit gebied.

De Gezondheidsraad heeft mevrouw ir T Fast (Fast Advies) gevraagd om dat overzicht op te stellen, en in het bijzonder om:

- een voorstel te doen voor criteria waaraan milieu- en gezondheidsindicatoren en -registraties moeten voldoen om bruikbaar te zijn voor monitoring van gezondheidsrisico's door milieufactoren;
 - een overzicht op te stellen van in Nederland bestaande milieu- en gezondheidsindicatoren en -registraties;
 - de geïnventariseerde gegevens te toetsen aan de genoemde criteria.
-

De rapportage van mevrouw Fast, die in juli 2002 gereed kwam, is van grote waarde geweest voor het advies van de Commissie Monitoring Gezondheidsrisico's van Milieufactoren van de Gezondheidsraad (nr 2003/13). Gezien de veelheid aan informatie die deze rapportage bevat, heb ik besloten tot publicatie in de vorm van een achtergrondrapport. Dit rapport treft u hierbij aan.

Den Haag, 26 augustus 2003

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JA Knottnerus', written over a diagonal line that extends from the top right towards the bottom left.

Prof. dr JA Knottnerus,
voorzitter Gezondheidsraad

Inhoud

Samenvatting 9

1 Inleiding 11

2 Doelstellingen en wijze van inzetten van monitoring 13

3 Selectie van milieufactoren voor monitoring 17

3.1 Criteria voor de selectie van milieufactoren voor monitoring 17

3.2 Selectie van milieufactoren voor monitoring voor beleidsevaluatie 19

3.3 Selectie van milieufactoren voor monitoring voor het signaleren van mogelijk nieuwe problemen 28

3.4 Overzicht van geselecteerde milieufactoren voor monitoring 29

4 Indicatoren voor geselecteerde milieufactoren 33

4.1 Criteria voor de selectie van indicatoren 33

4.2 Indicatoren voor milieufactoren voor monitoring ten behoeve van beleidsevaluatie 35

4.3 Indicatoren voor het signaleren van toekomstige problemen 46

4.4 Overzicht van geselecteerde indicatoren 48

5 Criteria voor de beoordeling van de bruikbaarheid van monitoringssystemen 55

6 Registratiesystemen voor blootstellingsindicatoren 59

6.1 Verontreiniging in de buitenlucht 59

6.2	Verontreiniging in de binnenlucht	63
6.3	Geluidbelasting	64
6.4	Straling	66
6.5	Drinkwater	69
6.6	Voeding	70
6.7	Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor de blootstellingsindicatoren	75
<hr/>		
7	Registratiesystemen voor biomarkers	77
7.1	Luchtverontreiniging	77
7.2	Drinkwater en voeding	78
7.3	Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor biomarkers	79
<hr/>		
8	Registratiesystemen voor gezondheidsindicatoren	81
8.1	Luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten	81
8.2	Ziekenhuisopnamen en sterfte vanwege koolmonoxidevergiftiging	88
8.3	Geluidhinder en slaapverstoring	89
8.4	Stankhinder	91
8.5	Huidkanker, hersentumoren, leukemie en mesothelioom	92
8.6	Aangeboren afwijkingen	94
8.7	Geslachtsverhoudingen en vruchtbaarheid	95
8.8	Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor gezondheidsindicatoren	97
<hr/>		
9	Registratiesystemen voor verstorende variabelen	99
9.1	Rookgedrag	99
9.2	Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor verstorende variabelen	100
<hr/>		
10	Overzicht van de beschikbaarheid en bruikbaarheid van monitoringssystemen	101
<hr/>		
11	Conclusies	105
<hr/>		
	Literatuur	111
<hr/>		
	Bijlage	117
A	Datahouders en registratiesystemen	119

Samenvatting

Welke mogelijkheden zijn er om gezondheidsrisico's gerelateerd aan milieufactoren te monitoren? Dit was de vraag die de minister van VROM, stelde aan de Gezondheidsraad, mede namens de minister van VWS. Om deze vraag te beantwoorden, heeft de Gezondheidsraad in oktober 2001 de Commissie Monitoring Gezondheidsrisico's Milieufactoren ingesteld. Ter ondersteuning van het werk van deze commissie is verzocht om een aparte rapportage waarin de criteria geformuleerd werden waaraan monitoringsprogramma's moeten voldoen, en waarin een overzicht werd gegeven van bruikbare monitoringssystemen.

Alvorens monitoringssystemen geïnventariseerd kunnen worden, is het noodzakelijk aan te geven over welke indicatoren men gegevens behoeft. Deze indicatoren volgen uit een concrete monitoringsvraag. Deze concrete vraag bepaalt ook welke eisen gesteld worden aan de geografische dekking en de ruimtelijke detaillering van het monitoringssysteem. De adviesvraag is echter algemeen gesteld.

Allereerst zijn daarom op basis van algemeen geformuleerde doelstellingen van monitoring en een aantal algemene criteria indicatoren geselecteerd.

Hierbij zijn de volgende thema's belicht: verontreiniging van lucht, drinkwater en voeding, geluid, stank en straling. Indicatoren voor blootstelling, blootstellings- en effectbiomarkers en gezondheidsindicatoren zijn geselecteerd. Vervolgens zijn monitoringssystemen voor deze indicatoren geïnventariseerd. Bij de beoordeling van de bruikbaarheid van de monitoringssystemen is over het algemeen uitgegaan van een gewenste landelijke dekking en een laag ruimtelijk aggregatieniveau om een zo'n breed mogelijke toepassing mogelijk te maken.

Voor de blootstellingsindicatoren zijn er bruikbare monitoringssystemen voor buitenluchtverontreiniging, uitgezonderd benz(a)pyreen, de geluidbelasting, UV-straling en voeding. Voor de biomarkers is er een bruikbaar monitoringstelsel voor dioxinen en PCB's in moedermelk en onder voorwaarde dat het monitoringprogramma voortgezet wordt ook voor zware metalen in bloed en urine. Voor de gezondheidsindicatoren zijn er voor ziekenhuisopname en sterfte door luchtwegaandoeningen, hart- en vaatziekten en koolmonoxidevergiftiging en voor kanker bruikbare landelijke registratiesystemen met een laag ruimtelijk aggregatieniveau. Voor de overige blootstellings- en gezondheidsindicatoren zijn er veelal monitoringssystemen, die of landelijke dekking hebben of een laag ruimtelijk aggregatieniveau, maar geen combinatie hiervan.

Ondanks het grote aantal bestaande monitoring- en registratiesystemen, zijn er dus maar weinig systemen die zonder meer bruikbaar zijn voor monitoring gezondheidsrisico's van milieufactoren.

Voordat een nieuw monitoringstelsel wordt opgezet, moet echter worden bedacht of monitoring wel de meest geschikte methode is om antwoord op de vragen te geven. Om het probleem in kaart te brengen kan veelal worden volstaan met een pilotstudie gericht op een risicopopulatie of een hoog belaste situatie. Ook kan het zinvoller zijn om met een gericht (epidemiologisch) onderzoek de relatie tussen milieufactoren en gezondheidseffecten nader te onderzoeken alvorens deze factoren en effecten te monitoren.

Inleiding

De minister van VROM heeft, mede namens de minister van VWS, de Gezondheidsraad advies gevraagd over de mogelijkheden van monitoring van gezondheidsrisico's gerelateerd aan milieufactoren. Ter voorbereiding van het advies formuleerde de Gezondheidsraad daarop de volgende opdracht voor het uitvoeren van een achtergrondstudie:

- formuleer een voorstel voor criteria waaraan monitoringprogramma's moeten voldoen om de vragen van de bewindslieden te beantwoorden.
- stel een overzicht op van in Nederland bestaande monitoringssystemen en beoordeel de bruikbaarheid door toetsing aan deze criteria.

De resultaten van dit onderzoek zijn in een werkdocument opgenomen, dat is opgesteld ten behoeve van de Commissie 'Monitoring Gezondheidsrisico's Milieufactoren', die in oktober 2001 aan haar adviestaak begon.

Alvorens monitoringssystemen geïnventariseerd kunnen worden, is het noodzakelijk aan te geven over welke indicatoren men gegevens behoeft. Deze indicatoren volgen uit een concrete monitoringsvraag. Deze concrete vraag bepaalt ook welke eisen gesteld worden aan de geografische dekking, de ruimtelijke detaillering of de tijdschaal van het monitoringssysteem. In de adviesaanvraag aan de Gezondheidsraad is echter alleen in algemene zin aangegeven waarvoor monitoring ingezet zal worden.

Allereerst zijn daarom de verschillende doelstellingen waarvoor monitoring ingezet kan worden nader omschreven. De in hoofdstuk 2 omschreven doelstellingen vormen daartoe een eerste aanzet. Deze zijn onder meer gebaseerd op gesprekken met de staf

van de Gezondheidsraad en op gesprekken met deskundigen, die door deze staf ter voorbereiding van de commissie zijn gevoerd. De discussie hierover is nog niet geheel afgerond en zal ook nog in de commissie worden gevoerd.

Uit de doelstellingen van monitoring volgt een aantal algemene criteria voor de selectie van milieufactoren en daaraan gerelateerde gezondheidseffecten waarop monitoring zich kan richten. Deze zijn in hoofdstuk 3 aangegeven.

Een volgende stap is de selectie van voor monitoring geschikte blootstellings- en gezondheidsindicatoren en biomarkers. Deze selectie is geen eenvoudige zaak. Aangezien er geen concrete vragen liggen en daarmee alleen in algemene zin doelen geformuleerd zijn, is voor de selectie van geschikte indicatoren aangehaakt bij algemene voorstellen voor indicatoren voor milieu en gezondheid van de WHO en het RIVM.

Ook dan blijft het echter nodig om een stevige onderbouwing van de geselecteerde indicatoren te geven en kritisch te blijven ten aanzien van de zin van monitoring van deze indicatoren. De mogelijkheden en wil om op basis van monitoringsresultaten maatregelen te nemen zijn daarbij van groot belang. Ook de vraag of monitoring zich op de gehele bevolking en landelijk of op bepaalde risicogroepen en bepaalde probleemsituaties moet richten zal vooraf beantwoord moeten worden. In het tijdsbestek van deze opdracht was het niet mogelijk om de selectie van indicatoren en vooral de afwegingen voor een gerichte monitoring grondig te onderbouwen. De in hoofdstuk 4 geselecteerde kort onderbouwde indicatoren dienen dan ook vooral als basis voor verdere discussie in de commissie van de Gezondheidsraad.

Uitgaande van deze geselecteerde indicatoren zijn vervolgens bestaande monitoringssystemen geïnterpreteerd en beoordeeld op de bruikbaarheid als monitoringssysteem voor gezondheid en milieu. De criteria voor deze beoordeling zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

In hoofdstuk 6, 7, 8 en 9 volgen de resultaten van deze inventarisatie voor respectievelijk de blootstellingsindicatoren, biomarkers, gezondheidsindicatoren en versturende variabelen.

Hoofdstuk 10 geeft een samenvattend schematisch overzicht van de beschikbaarheid en bruikbaarheid van monitoringssystemen voor monitoring gezondheidsrisico's van milieufactoren.

Tenslotte zijn in hoofdstuk 11 de conclusies opgenomen.

Doelstellingen en wijze van inzetten van monitoring

Om de mogelijkheden van monitoring van aan milieufactoren gerelateerde gezondheidsrisico's na te gaan is het allereerst nodig om vast te stellen met wat voor doelstellingen de monitoring wordt ingezet.

In de adviesaanvraag geeft de minister aan monitoring in te willen zetten bij:

- milieu incidenten, waar de milieufactoren min of meer bekend zijn
- door burgers ervaren gezondheidsproblemen die geweten worden aan, vaak onbekende, lokale milieufactoren.
- gezondheidkundige beoordelingen van voorgenomen beleid.
- het volgen van effecten op gezondheid van ingezet beleid.

In een consultatieronde met deskundigen door de staf van de Gezondheidsraad zijn nog twee belangrijke doelstellingen van monitoring genoemd:

- bewaken van de milieukwaliteit ter bescherming van de gezondheid van de algemene bevolking.
- signaleren van mogelijke toekomstige milieuproblemen met gezondheidseffecten tot gevolg.

Op basis hiervan zijn de volgende doelstellingen van monitoring en de wijze waarop monitoring daarbij ingezet kan worden geformuleerd:

a Beleidsevaluatie: erkende problemen waarop beleid is ingezet en/of die bewaakt worden.

Een belangrijk doel van milieubeleid is het beschermen van de volksgezondheid door de blootstelling aan verontreinigingen te verlagen. Beleidsmaatregelen of beleidsbeslissingen op andere terreinen, bijvoorbeeld bepaalde ruimtelijke ingrepen zoals de uitbreiding van Schiphol, kunnen ook een mogelijke verhoging van de blootstelling tot gevolg hebben.

Monitoring kan worden ingezet om de invloed van de beleidsinterventie op milieu- en gezondheidsfactoren na te gaan door eerst de nulsituatie te bepalen en vervolgens de trend te volgen. Raakt het beleid alleen bepaalde groepen of bepaalde locaties, dan kunnen ook vergelijkingen gemaakt worden met een controlegroep of met niet door het beleid beïnvloede locaties.

Dit is uiteraard alleen mogelijk bij reeds ingezet beleid. Bij voorgenomen beleid kan middels monitoringssystemen alleen een nulsituatie vastgelegd worden, waarna met een gezondheidseffectscreening de invloed van de beleidsmaatregelen op milieu- en gezondheid geschat en beoordeeld kan worden.

Als de relatie met gezondheid goed bekend is kan volstaan worden met het bewaken van de milieukwaliteit. Monitoring wordt ingezet om te kunnen beoordelen of de blootstelling, van een risicogroep of van de algemene bevolking of op bepaalde locaties, normen overschrijdt, zodat zonedig ingegrepen kan worden.

b Verificatie: beoordelen van bestaande probleemsituaties.

Het verifiëren van plotseling optredende of aan het licht komende verhoogde blootstelling of verhoogd voorkomen van gezondheidseffecten (ziekteclusters) is op zich geen vorm van monitoring. Wel kunnen monitoringsgegevens behulpzaam zijn om te beoordelen of er inderdaad van een verhoging sprake is. Deze gegevens worden dan gebruikt om de blootstelling of het voorkomen van gezondheidseffecten in de belaste situatie of blootgestelde groep te vergelijken met die in niet belaste situaties of groepen. In dit rapport wordt verificatie vervat onder beleidsevaluatie.

c Signaleren van mogelijke nieuwe problemen.

Bij signalering gaat het om min of meer nieuwe milieuproblemen, waarbij de relatie met gezondheid nog niet geheel duidelijk is. Er is echter wel ongerustheid bij burgers of bij wetenschappers over mogelijke gevolgen voor de gezondheid.

Monitoring kan over het algemeen niet gebruikt worden om een causale relatie tussen milieufactoren en gezondheid nader te onderzoeken. Hiervoor zijn individueel

gekoppelde gegevens over de blootstelling, gezondheid en verstorende variabelen nodig.

Monitoring kan in bepaalde gevallen wel worden ingezet om te signaleren of er mogelijk een probleem is. Dit kan door gebruik te maken van gegevens over het voorkomen van beschouwde gezondheidseffecten en deze in de tijd te volgen of de ruimtelijke verdeling hiervan te beoordelen. Dit signaal zal dan altijd gevolgd moeten worden door een nader onderzoek op basis van individuele gegevens om wetenschappelijk onderbouwde uitspraken te kunnen doen over een (dosis-effect) relatie met milieufactoren.

Selectie van milieufactoren voor monitoring

3.1 Criteria voor de selectie van milieufactoren voor monitoring

Voor deze rapportage zijn eerst de te beschouwen milieuthema's afgebakend. De inventarisatie van monitoringssystemen is op de volgende thema's gericht:

- luchtverontreiniging
- geluid
- stank
- straling
- drinkwaterkwaliteit
- contaminatie van voeding

Besloten is om deze inventarisatie te richten op de chemische en fysische agentia en de microbiologische agentia vooralsnog buiten beschouwing te laten.

Om deze reden wordt het milieuthema oppervlaktewater, waarbij vooral microbiologische agentia gerelateerd zijn aan gezondheidseffecten, in dit rapport niet besproken.

Ook bodemverontreiniging en het werkmilieu worden in deze rapportage buiten beschouwing gelaten.

Als gezondheidseffecten worden niet alleen ziekten en sterfte beschouwd, maar ook de aan de bovengenoemde milieufactoren gerelateerde klachten, hinder en verstoring.

Welke milieufactoren zijn binnen deze milieuthema's geschikt voor de in hoofdstuk 2 genoemde toepassingen van monitoring van milieugerelateerde gezondheidsrisico's?

De belangrijkste criteria op grond waarvan milieufactoren geselecteerd kunnen worden zijn:

- Er is voldoende wetenschappelijk bewijs voor een causale relatie tussen de milieufactor en gezondheidseffecten.

Zoals vermeld kan monitoring niet ingezet worden om causale relaties tussen milieuverontreiniging en gezondheid te onderzoeken. Monitoring van milieufactoren voor de gezondheidkundige beoordeling van beleid of bewaking van de gezondheid heeft alleen maar zin als er een duidelijke relatie is met gezondheidseffecten

- De gezondheidseffecten zijn van voldoende ernst.
- Bij te verwachten blootstellingsniveaus zijn de gezondheidseffecten van voldoende omvang.

Bij de omvang van gezondheidseffecten gaat het om de grootte van de blootgestelde bevolkingsgroep en om het attributieve risico. Dit laatste houdt in dat de milieufactor een substantiële bijdrage aan het optreden van de betreffende gezondheidseffecten moet leveren.

Er wordt wel gesteld dat het populatie attributief risico meer dan 5% zou moeten zijn (Lebret, 1996). Dit betekent dat in ieder geval 5% van het totale voorkomen van het gezondheidseffect in de Nederlandse bevolking te wijten is aan de betreffende milieufactor. Deze grens kan niet strikt worden gehanteerd, omdat dit risico vaak niet precies bekend is en één en ander ook afhangt van de ernst van het effect en bijvoorbeeld ook of blootstelling of gezondheidseffecten in bepaalde risicogroepen duidelijk verhoogd voorkomen.

Voor een signaleringsfunctie zijn deze criteria enigszins afgezwakt:

- Er is ongerustheid, bijvoorbeeld bij burgers of wetenschappers, die vermoeden dat er een relatie is tussen een milieufactor en gezondheidseffecten.
- Er zijn aanwijzingen dat de effecten van voldoende ernst en omvang zijn bij mogelijk optredende blootstellingsniveaus.

Tevens gelden voor alle doelstellingen van monitoring de volgende criteria:

- Er is aansluiting bij beleidsdoelstellingen en vooral voor bewakingsdoeleinden zijn er normen.
- Er is interventieperspectief.

Monitoring is alleen zinvol als bij het aantonen van het optreden van gezondheidseffecten, overschrijding van normen voor de milieukwaliteit of het niet halen van beleidsdoelstellingen interventie gepleegd kan worden.

Er zijn ook verstorende factoren waarvan het zinvol kan zijn deze te registreren. De verstorende factoren moeten aan de volgende criteria voldoen:

- Het moet een bekende en relevante risicofactor zijn.
- Het mag geen intermediaire factor zijn in de causale relatie tussen blootstelling en effect.

3.2 Selectie van milieufactoren voor monitoring voor beleidsevaluatie

Voor de keuze van milieufactoren voor monitoring ten behoeve van beleidsevaluatie wordt eerst geselecteerd op het criterium dat er een oorzakelijk verband is aangetoond tussen de milieufactoren en gezondheidseffecten. Alleen de milieufactoren die hieraan voldoen zijn opgenomen in deze rapportage.

Voor deze eerste selectie van milieufactoren is geput uit verschillende bronnen.

Op de ministers conferentie Milieu en gezondheid van juni 1999 in Londen besloten verschillende van de Europese regio van de WHO om National Environment and Health Action Plans, oftewel NEHAPs, te implementeren. Om het effect van deze acties te kunnen beoordelen werd besloten een Europees gezondheid- en milieu-informatiesysteem te ontwikkelen. Deskundigen uit verschillende Europese landen bereikten consensus over een kernset en een optionele uitgebreidere lijst van milieufactoren en indicatoren voor dit informatiesysteem (WHO, 2000). Een beperking van de kernset van indicatoren is dat bij deze lijst sterk gelet is op de beschikbaarheid van de gegevens in de diverse landen.

De afdeling Milieuepidemiologie van het RIVM heeft op grond van een workshop en interne besprekingen aan deze lijst nog een aantal milieufactoren en indicatoren toegevoegd.

De Gezondheidsraad heeft een groot aantal deskundigen geraadpleegd. Dit leverde ook een aantal voorstellen voor gewenste milieufactoren.

Van het NMP4 is nagegaan of er relaties tussen milieu en gezondheid beschreven worden waarop beleid ingezet gaat worden (VROM, 2001).

Tenslotte is voor mogelijk geschikte milieufactoren en indicatoren gebruik gemaakt van het Handboek Binnenmilieu (Slob, 1996), het Handboek Buitenmilieu (van Bruggen en Coenen, 1996), de Milieubalans 2001 (RIVM, 2001a) en het rapport Milieu en Gezondheid 2001 (Passchier-Vermeer et al., 2001).

Vervolgens worden de voorgestelde milieufactoren getoetst aan de volgende criteria: zijn de gezondheidseffecten bij te verwachten blootstellingniveaus van voldoende omvang, is er interventieperspectief, is er aansluiting bij beleidsdoelstellingen of zijn er normen. Bij de omvang is de grootte van de boven gezondheidskundige advieswaarden blootgestelde bevolkingsgroep en het attributieve risico betrokken.

De voorgestelde milieufactoren en de toetsing aan deze criteria worden nu besproken. Tussen haakjes is aangegeven of de betreffende milieufactoor wel (+), onder voorwaarden (-/+) of niet in aanmerking komt voor monitoring. De toetsing van de milieufactoren aan de criteria wordt in hoofdstuk 3.4 in een tabel samengevat.

Luchtverontreiniging

Voor luchtverontreiniging zijn er voornamelijk oorzakelijke verbanden beschreven met luchtwegaandoeningen (Verhoeff en Kliest, 1996; VROM, 2001; RIVM, 2001a).

Fijn stof (buitenlucht +, binnenlucht -)

Blootstelling aan fijn stof kan leiden tot klachten van de luchtwegen, longfunctievermindering, verergering van astma en vroegtijdige dood.

Er zijn voor de concentratie van PM10 in de *buitenlucht* grenswaarden voor het daggemiddelde en jaargemiddelde. Het achtergrondgehalte in de buitenlucht van PM10 ligt rond de grenswaarde. Vooral op korte afstand langs drukke wegen worden verhoogde fijn stofgehalten gemeten. Maatregelen als ruimtelijke en infrastructurele ingrepen kunnen de fijn stofconcentratie alleen tot op het rond de grenswaarde gelegen achtergrondniveau verlagen. De mogelijkheden voor een interventie, waarbij de concentraties tot gezondheidskundig niet van belang zijnde concentraties worden terug gebracht, zijn daarmee beperkt.

Voor de hoogte van de concentraties van fijn stof in de *binnenlucht* is het vooral bepalend of er gerookt wordt. Wanneer er niet gerookt wordt zijn de concentraties in de binnenlucht duidelijk lager dan die in de buitenlucht (Slob, 1996). Mogelijkheden om een daling van het fijn stofgehalte in de binnenlucht te bereiken, anders dan door het niet roken in de woning, zijn daarmee beperkt.

Het is ook de vraag of het zinvol is de binnenluchtconcentratie van fijn stof landelijk te monitoren. Het is beter om te monitoren in nader te omschrijven probleemsituaties. Ook is het de vraag welke indicator het meest geschikt is: het fijn stofgehalte of het rookgedrag, eventueel gecombineerd met het ventilatievoud? Deze milieufactoor, fijn stof in de binnenlucht, zal derhalve niet meegenomen worden in de inventarisatie van monitoringssystemen.

Zwarte rook (+)

De blootstelling aan zwarte rook wordt in verband gebracht met vergelijkbare gezondheidseffecten als van fijn stof. De blootstellingsniveaus zijn in Nederland dermate hoog

dat deze gezondheidseffecten op kunnen treden. Er zijn grenswaarden voor het zwarte rookgehalte in de buitenlucht.

NO₂ (+)

Blootstelling aan NO₂ kan leiden tot een toename in luchtwegklachten en een verlaagde longfunctie. In de buitenlucht zijn vooral langs drukke verkeerswegen de concentraties dermate hoog dat deze effecten kunnen optreden. Interventie is mogelijk door infrastructurale en ruimtelijke maatregelen. In de binnenlucht komt NO₂ voornamelijk vrij door gasapparatuur. De concentraties in de binnenlucht zijn over het algemeen hoger dan in de buitenlucht (Slob, 1996). Voor de buitenlucht zijn grenswaarden, die ook op de binnenlucht toegepast kunnen worden.

Ozon (+)

Blootstelling aan ozon kan leiden tot een toename in luchtwegklachten, een daling in longfunctie, verhoging van ziekenhuisopnamen en een toename van de dagelijkse sterfte.

Het blootstellingsniveau van deze stof kan dermate hoog zijn dat de beschreven luchtwegaandoeningen kunnen optreden. Er zijn grenswaarden voor de buitenlucht.

SO₂ (-)

De concentratie van SO₂ ligt over het algemeen ruim onder de voor deze stof geldende grenswaarde, zodat gezondheidseffecten alleen aan deze stof gerelateerd niet op zullen treden. (RIVM, 2001a).

CO (buitenlucht -, binnenlucht +)

CO kan leiden tot koolmonoxidevergiftiging met verschijnselen als hoofdpijn, misselijkheid, duizeligheid, verschijnselen aan het hart, gedrags- en karakterveranderingen, vermoeidheid tot bewusteloosheid en de dood. Voor de CO-concentratie in de binnen- en buitenlucht zijn advieswaarden opgesteld. Door toetsing aan deze advieswaarden kan de milieukwaliteit bewaakt worden ter bescherming van de gezondheid. De heersende concentraties van CO in de buitenlucht liggen over het algemeen ruim onder de voor de buitenlucht geldende grenswaarde (RIVM, 2001b). In de binnenlucht kunnen zeer hoge concentraties voorkomen die leiden tot jaarlijks een tiental koolmonoxidevergiftigingen en sterftegevallen.

Benzeen (+)

Blootstelling aan benzeen kan leiden tot leukemie. Concentraties in de buitenlucht liggen onder of net boven de grenswaarde. In de binnenlucht zijn de concentraties over het algemeen iets lager dan die in de buitenlucht. Er is een grenswaarde voor benzeen in de buitenlucht.

Vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC) (buitenlucht -, binnenlucht -/+)

Andere vluchtige organische koolwaterstoffen dan benzeen, zoals toluen of tetrachlooretheen, hebben over het algemeen een remmende werking op het centrale zenuwstelsel. Dit uit zich in hoofdpijn, lusteloosheid en duizeligheid. De concentraties in de buitenlucht zijn over het algemeen laag. Ook in de binnenlucht liggen de concentraties in het algemeen ver onder gezondheidkundige advieswaarden. In specifieke situaties, bijvoorbeeld boven chemische wasserijen, kunnen de concentraties in de binnenlucht sterk verhoogd zijn en leiden tot gezondheidseffecten. Door de duidelijke bronnen is er een duidelijk interventieperspectief.

Fluoride (-)

Emissies van fluoride door steenfabrieken, keramische industrie en bij de aluminiumproductie vinden plaats in een beperkt aantal gebieden in Nederland. Aangezien HF een hoge depositiesnelheid heeft worden de hoogste concentraties en deposities nabij brongebieden gevonden. Chronisch hoge doses kunnen leiden tot gebits- en skeletafwijkingen. Het huidige blootstellingsniveau in Nederland houdt echter geen risico in voor de bevolking (Hammingh, et al., 2002).

PAK (+)

Blootstelling aan PAK kan leiden tot kanker. Benz(a)pyreen (B(a)P) wordt geacht de hoogste carcinogene potentie te hebben (Baars et al., 2001). Voor B(a)P is er een grenswaarde voor de concentratie in de buitenlucht. Blootstellingsniveaus liggen over het algemeen onder de grenswaarde, maar op korte afstand van drukke verkeerswegen kan deze gering overschreden worden.

Asbest (-/+)

Asbestvezels kunnen na inademing longkanker en mesothelioom veroorzaken. Jaarlijks overlijden circa 300 mensen aan mesothelioom. De latentietijd is zeer lang, namelijk

van 20 tot 50 jaar (VIKC, 2001). Het interventieperspectief op de korte en middellange termijn is dus zeer gering.

Het asbest met de hoogste carcinogene potentie, blauw asbest, is al sinds 1977 verboden. In 1982 is de productie van asbesthoudende vloerbedekking en isolatiematerialen verboden. Het produceren en verkopen van asbesthoudende producten is in 1993 verboden (Slob, 1996). Incidenteel doen zich nog verhoogde blootstellingen voor door het vrij komen te liggen van oude spuitasbestlagen in (school)gebouwen, het ondeskundig slopen van asbesthoudende materialen in woningen of door branden of explosies.

In de buitenlucht zijn in de 80-er jaren vooral op drukke kruispunten of in tunnels sterk verhoogde concentraties asbestvezels gemeten. Vanaf 1991 mochten geen asbesthoudende remvoeringen in auto's meer worden toegepast. De concentraties in de buitenlucht zijn als gevolg daarvan sterk gedaald. Ook op drukke kruispunten of in tunnels worden nu verwaarloosbare aantallen vezels in de buitenlucht gemeten (Tempelman, 2002).

Over de periode 1989 - 1997 is de incidentie van mesothelioom stabiel gebleven (VIKC, 2001). Monitoring kan dus alleen ingezet worden om te volgen of de verwachte daling door het verbod op productie en gebruik van asbestbevattende materialen intreedt.

Geluid (+)

De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zijn hinder en slaapverstoring. Voor de hinder is de aard van de geluidbron belangrijk: geluid van bijvoorbeeld railverkeer wordt als minder hinderlijk ervaren als dat van wegverkeer.

Hoge blootstellingsniveaus kunnen leiden tot hart- en vaatziekten: verhoogde bloeddruk en ischemische hartziekten (Staatsen en Sijstermans, 1996). Deze blootstellingsniveaus komen in de woonomgeving in geringe mate voor. Er is een zeer groot aantal geluidgehinderden in Nederland (RIVM, 2001a). Er zijn grenswaarden voor de geluidbelasting.

Stank (+)

Blootstelling aan stank kan leiden tot hinder en hieraan gerelateerde gezondheidseffecten. Er is een groot aantal stankgehinderden in Nederland. Er is een beleidsdoelstelling voor ernstige stankhinder geformuleerd (VROM, 1998).

Straling

UV (+)

Blootstelling aan UV-licht kan leiden tot het ontstaan van huidkanker. Er zijn verschillende soorten huidkanker: melanoom, plaveiselcelcarcinoom en basaalcelcarcinoom. Voor het ontstaan van melanoom lijkt met name onregelmatige blootstelling aan UV-straling van invloed te zijn. Voor de beide carcinomen is er vooral een relatie met chronische blootstelling aan UV-straling. Voor plaveiselcelcarcinoom is de relatie met UV-licht het meest eenduidig. (RIVM, 2001c). Basaalcelcarcinoom wordt praktisch altijd curatief verwijderd. De sterfte aan melanoom is vele malen hoger dan aan de carcinomen (Visser et al., 2000). Van belang is dan ook dat onderscheid gemaakt wordt in de registratie van de verschillende soorten huidkanker, waarbij de registratie van melanoom het belangrijkste is.

Beleid is er op gericht de toename van de instraling van UV-licht veroorzaakt door vermindering van de dikte van de ozonlaag terug te dringen. Via voorlichting worden gedragsadviezen gegeven om de persoonlijke blootstelling aan UV-straling te verminderen.

Radon (+)

Radon kan door emissie uit de bodem en steenachtige bouwmaterialen vooral in de binnenlucht leiden tot verhoogde concentraties. Blootstelling aan radon kan leiden tot longkanker. De Gezondheidsraad schat dat er jaarlijks circa 800 gevallen van longkanker toe te schrijven zijn aan blootstelling aan radon. Voor woningen geldt vanaf 1 april 2002 een stralingsprestatienorm voor radon.

Gammastraling (+)

Gammastraling is afkomstig van natuurlijke radionucliden aanwezig in de bodem en vooral in steenachtige bouwmaterialen. De effectieve stralingsbelasting door gammastraling is gemiddeld ongeveer de helft van de effectieve stralingsbelasting door radon veroorzaakt. Aangezien de bouwschil de gammastraling grotendeels afschermt zijn bouwmaterialen voor de gammastraling binnenshuis de belangrijkste bron. Blootstelling aan gammastraling kan leiden tot verschillende vormen van kanker. De genoemde stralingsprestatienorm geldt ook voor gammastraling.

Drinkwater

Lood (+)

Lood kan vanuit niet vertinde loden drinkwaterleidingen oplossen in het drinkwater. De kwetsbare groepen voor lood zijn kleine kinderen en zwangere vrouwen vanwege effecten op de cognitieve ontwikkeling van het jonge kind (Versteegh, 1996).

Loden dienstleidingen zijn vòòr 2000 door de hiervoor verantwoordelijke waterleidingbedrijven vrijwel geheel vervangen. Enkele bedrijven hebben na toestemming door VROM de leidingen nog niet vervangen, omdat dit voor hen binnen de gestelde termijn niet haalbaar was. Deze bedrijven hebben veel loden dienstleidingen, vooral in oude binnensteden.

Loden binnenleidingen kwamen in woningen gebouwd voor 1947 veel voor (Versteegh, 1996). Door de subsidieregeling voor huiseigenaren voor het vervangen van loden waterleidingen heeft een grote sanering plaats gevonden. Er werd in 1999 geschat dat deze leidingen nog in ongeveer 275.000 woningen voorkwamen (Milieu Centraal, 1999). Het is onduidelijk in hoeveel woningen er nu nog loden waterleidingen aanwezig zijn.

Een aselekt monitoringsprogramma voor de bepaling van lood in drinkwater is weinig zinvol. Beter is het de monitoring in ieder geval te richten op de woningen gebouwd voor 1947.

Nitraat (+)

Nitraat komt vooral in het grondwater in Oost Gelderland en Zuid Limburg verhoogd voor. Flesgevoede zuigelingen die diarree hebben, hebben een verhoogde kans op het ontwikkelen van methemoglobinemie: de zogenaamde blue baby's (Versteegh, 1996). Er is een norm voor het nitraatgehalte van drinkwater.

Voeding

Voor een risicobeoordeling is het van belang na te gaan hoeveel en wat de Nederlandse bevolking eet en hoe hoog de concentraties van verontreinigingen zijn in dit voedsel, of in de grondstoffen die gebruikt worden voor de voedselbereiding.

Er zijn dus gegevens nodig over de voedselconsumptie van Nederlanders en over de gehalten van verontreinigingen in voedingsmiddelen.

Zoals aangegeven is in hoofdstuk 3.1 worden de microbiologische factoren evenals de natuurlijk in voedingsmiddelen voorkomende stoffen buiten beschouwing gelaten. Dit rapport richt zich op de chemische verontreinigingen in voedingsmiddelen.

Op basis van de humane toxiciteit en het voorkomen in voedingsmiddelen zijn vooral de volgende, chemische, contaminanten van voedsel van belang: de zware metalen lood, cadmium, anorganisch arseen en organisch kwik, nitraat, PAK, bestrijdingsmiddelen, dioxinen en PCB's (o.a. de Waal, 2001).

Lood, cadmium, arseen en kwik (+)

Zoals vermeld is de blootstelling aan lood vooral van belang vanwege effecten op de cognitieve ontwikkeling van het jonge kind.

Het belangrijkste effect van cadmium na langdurig verhoogde opname via de voeding is verstoring van de nierfunctie (Baars et al, 2000).

Anorganisch arseen, oraal opgenomen, kan leiden tot effecten op huid en maag-darmkanaal. Het is tevens carcinogeen. Bij orale opname is het voornaamste carcinogene effect huidkanker (Baars et al, 2000).

Organisch kwik is neurotoxisch en teratogeen. Het is mogelijk carcinogeen (Baars et al, 2000).

De gehalten van deze zware metalen in voeding zijn de laatste jaren gedaald beneden de waarden waarbij gezondheidsschade optreedt (Passchier-Vermeer et al., 2001). De veiligheidsmarges voor de TDI's (Tolerable Daily Intake) zijn echter gering, waardoor monitoring vanuit bewakings oogmerk toch zinvol is (Ocké, 2001; de Waal, 2001).

Nitraat (+)

Nitraat in voeding vormt vooral een probleem door de onder bepaalde omstandigheden, via nitriet, gevormde nitrosamines. Een aantal hiervan is in dierexperimenteel onderzoek carcinogeen gebleken. In voeding komen zeer hoge normoverschrijdingen voor (Passchier-Vermeer et al., 2001).

PAK (+)

Een groot aantal PAK is carcinogeen. B(a)P wordt geacht de hoogste carcinogene potentie te hebben. De blootstellingsniveaus in voeding zijn de laatste jaren sterk teruggedrongen. Recentelijk deden zich wel twee incidenten voor met verhoogde PAK-gehalten in oliën (Passchier-Vermeer et al., 2001).

Bestrijdingsmiddelen (+)

Er is een groot aantal bestrijdingsmiddelen dat in voedsel voor kan komen en gezondheidskundig gezien van belang is. Het is ondoenlijk om alle bestrijdingsmiddelen te bespreken. Een aantal belangrijke groepen is de volgende.

De drins, zoals aldrin, dieldrin en endrin, kunnen schadelijke effecten hebben op het centraal zenuwstelsel, de lever, het immuunsysteem en de reproductie.

DDT heeft vooral schadelijke effecten op het zenuwstelsel en de lever. DDT wordt geacht een zwak hormoonverstorende werking te hebben en is geclassificeerd als mogelijk carcinogeen.

Hexachloorcyclohexanen, HCH, hebben schadelijke effecten op de lever en nier. Sommige HCH zijn tevens neuro- en immunotoxisch. Ze zijn geclassificeerd als mogelijk carcinogeen.

Carbamaten hebben vooral een cholinesterase-remmend effect.

Hetzelfde geldt voor de organofosfaatverbindingen, zoals dichloorvos of malathion.

Dithiocarbamaten, zoals maneb, zijn geen cholinesteraseremmers, maar hebben schadelijke effecten op de schildklier (Baars et al., 2001).

De gehalten van 'oude' verboden persistente bestrijdingsmiddelen zoals drins en DDT zijn in de loop der jaren sterk gedaald tot niveaus die onbelangrijk zijn voor de volksgezondheid (Ocké et al. 2001). De overige bestrijdingsmiddelen worden wel veelvuldig aangetroffen in groenten en fruit, maar overschrijdingen van de TDI-waarde komen waarschijnlijk niet voor (Passchier-Vermeer et al., 2001). Discussies over nieuwe risicobeoordelingen en gecombineerde blootstellingen en het onderscheiden van nieuwe risicogroepen, zoals jonge kinderen, kunnen leiden tot aanscherping van deze TDI-waarden (de Waal, 2001). Het is daarom zinvol bestrijdingsmiddelen in voeding te monitoren.

Dioxinen en PCB's (+)

Dioxinen zijn gedefinieerd als polychloor dibenzo-p-dioxinen (PCDDs) en polychloor dibenzofuranen (PCDFs) met vergelijkbare chemische structuur en toxische eigenschappen.

Het meest toxisch is 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD). De effecten betreffen immunotoxiciteit, reproductietoxiciteit en teratogeniteit, hormoonverstorend en carcinogeniteit (Baars et al., 2001).

Blootstelling aan dioxinen via de voeding is sinds 1978 sterk gedaald. Voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong leveren de hoogste bijdrage aan de dagelijkse inname via de voeding. De hoogste concentraties komen voor in vette zeevis (Milieucompendium,

2000). Het is zinvol om monitoring vooral op de levensmiddelen van dierlijke oorsprong te richten.

Verstorende variabelen

Rookgedrag (-/+)

Het spreekt voor zich dat het van belang is bij de gezondheidsindicatoren ook een aantal andere, verstorende, variabelen als leeftijd, geslacht, etniciteit en sociaal-economische status te registreren. Aangezien roken zowel op milieufactoren, bijvoorbeeld het fijn stofgehalte, als op veel gezondheidseffecten rechtstreeks invloed kan hebben kan het van belang zijn het rookgedrag ook apart te monitoren.

3.3 Selectie van milieufactoren voor monitoring voor het signaleren van mogelijk nieuwe problemen

Als monitoring toegepast wordt om toekomstige problemen te signaleren, dan vindt de keuze van milieufactoren op een andere wijze plaats. De belangrijkste criteria zijn, dat er ongerustheid is, maar er hoeft nog geen relatie tussen milieufactor en gezondheidseffecten aangetoond te zijn. Er moet wel een vermoeden bestaan dat er een dergelijke relatie is en dat de effecten ook in voldoende mate en ernst kunnen voorkomen.

Voor de keuze van milieufactoren of gezondheidseffecten werd geput vooral uit het NMP4, de consultatieronde van de Gezondheidsraad en de interne besprekingen van de afdeling Milieuepidemiologie van het RIVM.

Dit leverde de volgende milieufactoren en gezondheidseffecten op.

Luchtverontreiniging en voeding

Persistente Organische Verbindingen (POP's) (+)

Persistente organische verbindingen, POP's, is een verzamelnaam voor een groot aantal verbindingen. Mei 2001 ondertekende Nederland een internationaal verdrag over POP's. Het verdrag handelt over het verbod op de productie en het gebruik van 12 POP's, waaronder PCB's, dioxinen en bestrijdingsmiddelen (VROM, 2001).

Greenpeace waarschuwt voor de giftigheid van deze verbindingen (Greenpeace, 2001).

POP's worden namelijk veelal gerekend tot de hormoonverstoorders. Een hormoonverstorende werking kan zich o.a. uiten in aangeboren afwijkingen, een veranderende geslachtsverhouding en effecten op de vruchtbaarheid.

Naast de reeds in hoofdstuk 3.2 besproken dioxinen, PCB's en sommige bestrijdingsmiddelen, worden ook broomhoudende brandvertragers, organotinverbindingen en ftalaten tot de POP's en hormoonverstoorders gerekend. Deze verbindingen kunnen worden aangetoond in de binnenlucht en in voeding (Greenpeace, 2001; de Waal, 2001).

Er zijn (nog) geen aanwijzingen dat blootstelling aan hormoonontregelende stoffen een directe en acute bedreiging vormt voor de gezondheid. Er treedt echter wel blootstelling op en een relatie is biologisch plausibel (Gezondheidsraad 1997).

Straling

Extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EM velden) (+)

Er is veel ongerustheid over de gevolgen van extreem laagfrequente (ELF) elektromagnetische velden rond hoogspanningslijnen. De Gezondheidsraad constateerde dat er bij mensen die rond hoogspanningslijnen wonen de incidentie van een aantal ziekten niet is verhoogd. Wel werd geconstateerd dat er een redelijk consistente associatie tussen wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen en een verhoogde incidentie van leukemie bij kinderen bestaat. Door gebruik van allerlei elektrische apparatuur en de stroomvoorziening kunnen binnenshuis de ELF-EM velden plaatselijk en kortdurend veel hoger zijn dan de veldsterkte rond hoogspanningslijnen. Als de veldsterkten rond hoogspanningslijnen gemonitord worden is het tevens van belang de veldsterkten in woningen te monitoren, zodat inzicht in de persoonlijke blootstelling ontstaat.

Radiofrequente elektromagnetische straling (+)

Er bestaat ook ongerustheid over de radiofrequente elektromagnetische straling van GSM-zendmasten en GSM-telefoons.

De Gezondheidsraad heeft aangegeven dat negatieve gezondheidseffecten door de elektromagnetische velden rond GSM-zendmasten onwaarschijnlijk zijn, omdat de veldsterkten op korte afstand (drie meter) al onder gezondheidkundige grenswaarden liggen (Gezondheidsraad, 2000).

De elektromagnetische velden van GSM-telefoons worden in verband gebracht met het optreden van hersentumoren. Ook dit acht de Gezondheidsraad niet waarschijnlijk (Gezondheidsraad, 2002).

3.4 Overzicht van geselecteerde milieufactoren voor monitoring

Op basis van de genoemde criteria zijn de volgende gezondheidsgerelateerde milieufactoren beoordeeld of ze in aanmerking komen voor monitoring. Alleen milieufactoren

met voldoende ernstige gezondheidseffecten zijn beoordeeld, zodat dit criterium niet opgenomen is in het overzicht.

Milieufactor ¹	Bewijskracht ²	Omvang ³	Interventie perspectief ⁴	Beleid/normen ⁵	Ongesteldheid ⁶	In aanmerking komend voor monitoring ⁷	
LUCHT							
Fijn stof buiten	+	+	-/+	+		+	B
Fijn stof binnen	+	-/+	-	+		-	
Zwarte rook	+	+	+	+		+	B
NO2 buiten	+	+	+	+		+	B
NO2 binnen	+	+	+	+		+	B
Ozon	+	+	-/+	+		+	B
SO2	+	-	+	+		-	
CO buiten	+	-	+	+		-	
CO binnen	+	+	+	+		+	B
Benzeen buiten	+	-/+	+	+		+	B
Benzeen binnen	+	-/+	+	+		+	B
VOC buiten	+	-	+	+		-	
VOC binnen	+	-/+	+	+		-/+	B
Fluoride	+	-	+	+		-	
PAK	+	-/+	+	+		+	B
Asbest	+	-/+	-	+		-/+	B
POP's binnen ⁸	-/+	?	-/+	-	+	+	S
GELUID	+	+	+	+		+	B
STANK	+	+	+	+		+	B
STRALING							
UV	+	+	-/+	+		+	B
Radon	+	+	+	+		+	B
Gammastraling binnen	+	+	+	+		+	B
ELF-EM velden in woningen	-/+	-/+	+	-/+	+	+	S
ELF-EM velden rond hoogspanning	-/+	-/+	+	-/+	+	+	S
RF-EM velden rond zendmasten	-/+	-	+	-/+	+	+	S
DRINKWATER							
Lood	+	+	+	+		+	B
Nitraat	+	-/+	+	+		+	B
VOEDING							
Voedselconsumptie						+	B
Cadmium	+	-/+	+	+		+	B

Lood	+	-/+	+	+		+	B
Arseen-anorganisch	+	-/+	+	+		+	B
Kwik-organisch	+	-/+	+	+		+	B
Nitraat	+	-/+	+	+		+	B
PAK	+	-/+	+	+		+	B
Bestrijdingsmiddelen	+	-/+	+	+		+	B
Dioxinen/PCB's	+	-/+	-/+	+		+	B
Broombrandvertragers	-/+	?	-/+	-	+	+	S
Organotinverbindingen	-/+	?	-/+	-	+	+	S
Ftalaten	-/+	?	-/+	-	+	+	S
Verstorende variabelen							
Rookgedrag						-/+	B

1: Milieufactoren in de lucht: als niets is aangegeven betekent dit in de buitenlucht

2: Is er wetenschappelijk bewijs voor een causale relatie tussen de milieufactoor en gezondheidseffecten:
+ voldoende, -/+ alleen aanwijzingen, - onvoldoende.

3: Zijn de gezondheidseffecten bij te verwachten blootstellingniveaus van voldoende omvang. Hierin is de grootte van de boven gezondheidskundige advieswaarden blootgestelde bevolkingsgroep en het attributieve risico betrokken:

+ relatief grote, -/+ geringe, ? onbekend, - zeer geringe of geen omvang.

4: Hoe groot is het interventieperspectief: + voldoende, -/+ gering, - onvoldoende.

5: Is er aansluiting bij beleidsdoelstellingen en/of zijn er normen: + ja, -/+ onduidelijk, - nee.

6: Voor signaleringsdoelstellingen: is er ongerustheid, bijvoorbeeld bij burgers of wetenschappers: + ja.

7: Komt de milieufactoor in aanmerking voor monitoring voor:

B: Beleidsevaluatie en bewaking S: Signalering + ja, -/+ onder voorwaarden, - nee.

8: POP's: broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen.

De milieufactoren die in aanmerking komen voor monitoring hoeven niet noodzakelijkerwijs ook daadwerkelijk te worden gemonitord. Dit is namelijk afhankelijk van buiten het bestek van dit rapport vallende overwegingen als de kosten-baten verhouding en ethische vragen.

Belangrijk blijft het om altijd de vraag te stellen wat precies het doel is van monitoring. Dan kan pas bepaald worden of monitoring wel het geëigende instrument is of dat zinvoller eerst een inventarisatie, pilot of epidemiologisch onderzoek uitgevoerd kan worden.

Indicatoren voor geselecteerde milieufactoren

4.1 Criteria voor de selectie van indicatoren

Voor de inventarisatie van monitoringssystemen dienen eerst indicatoren voor de milieufactoren geselecteerd te worden. Indicatoren kunnen:

- de blootstelling karakteriseren: blootstellingsindicatoren.
- een maat voor de inwendige blootstelling zijn: blootstellingsbiomarkers.
- een maat voor vroegtijdige effecten zijn: effectbiomarkers.
- een maat voor gezondheidseffecten zijn: gezondheidsindicatoren.

Blootstellingsbiomarkers en effectbiomarkers worden hier tezamen als biomarkers aangeduid.

Voor te selecteren indicatoren gelden de volgende algemene criteria:

- De indicator is meetbaar. De meetmethode heeft een zodanige signaal-ruis verhouding, dat gezondheidkundig gezien belangrijke verhogingen te detecteren zijn.
 - De indicator is éénduidig en relatief eenvoudig te meten.
Voor blootstellingsindicatoren en biomarkers betekent dit dat er landelijk eenzelfde gestandaardiseerde monsternamen- en analysemethode wordt gebruikt. Gezondheidsindicatoren worden éénduidig en zoveel mogelijk volgens internationale codes gediagnosticeerd of gedefinieerd.
 - Er is een (kwantitatieve) relatie tussen blootstelling en/of effect: het is duidelijk welke verhoging ernstig is.
-

Dit betekent voor de blootstellings- en gezondheidsindicatoren dat er een dosis-effect relatie is. Voor de blootstellingsbiomarkers houdt dit in dat er voldoende kennis is over de toxicokinetiek. De effectbiomarkers hebben een voorspellende waarde voor het optreden van gezondheidseffecten.

Voor de biomarkers geldt tevens:

- Biologische halfwaardetijd:
 - is enigszins in relatie met de tijdschaal van het optreden van gezondheidseffecten.
 - is zodanig kort dat de effecten van interventie gevolgd kunnen worden.
Hieruit volgt dat de biologische halfwaardetijd bij voorkeur enkele dagen tot enkele maanden is.
- Meting vindt plaats in goed toegankelijk lichaamsmateriaal.
- Relatief specifiek voor de, blootstelling aan de, milieufactor.
De meeste effectbiomarkers zijn aspecifiek en worden beïnvloed door een combinatie van endogene en exogene determinanten. Het heeft dan de voorkeur om de monitoring te richten op de blootstellingsindicatoren. Deze keuze wordt verder beïnvloed door afwegingen als kosten, ethische aspecten en eenvoud van dataverzameling e.d. Ook de blootstellingsbiomarkers dienen bij voorkeur specifiek te zijn voor de blootstelling.

Voor de gezondheidsindicatoren geldt tevens:

- Relatief specifiek voor de milieufactor.
Ook de meeste gezondheidsindicatoren zijn aspecifiek en worden beïnvloed door een combinatie van endogene en exogene determinanten. Dezelfde afwegingen als bij effectbiomarkers spelen een rol bij de keuze om meer aan de blootstellingkant te monitoren.
- Relatief korte latentietijd na blootstelling. Is de latentietijd erg lang, enkele tot tientallen jaren dan is interventie of ombuigen van beleid niet te volgen met monitoring van deze gezondheidsindicatoren.

Het was in het beschikbare tijdsbestek niet mogelijk om de selectie van indicatoren op basis van de hier genoemde criteria uitgebreid te onderbouwen. Voor de blootstellings- en gezondheidsindicatoren kan veelal worden verwezen naar literatuur. Vergeleken met deze indicatoren is over het algemeen nog weinig onderzoek verricht naar biomarkers. Het onderzoek dat is uitgevoerd is vrijwel uitsluitend gericht op het gebruik van biomarkers voor beoordeling van de blootstelling in arbeidsomstandigheden. Noodzakelijkerwijs zijn de biomarkers in dit rapport daarom wat uitgebreider belicht. Er is vaak meer onderzoek nodig voordat de biomarkers op grote schaal bij monitoring ingezet kunnen worden. Dit beperkt het gebruik van biomarkers voor monitoringdoeleinden.

Het is daarmee ook geen uitputtende lijst van mogelijke biomarkers geworden. Bij de voorselectie van biomarkers is vooral gelet op de biomarkers die al in Nederland in (arbeid)milieu- en gezondheidsonderzoek op redelijke schaal zijn toegepast. Ook zijn alleen de biomarkers besproken, die in goed toegankelijk lichaamsmateriaal als uitademingslucht, urine, bloed en moedermelk te bepalen zijn.

4.2 Indicatoren voor milieufactoren voor monitoring ten behoeve van beleidsevaluatie

Luchtverontreiniging

Fijn stof, zwarte rook, NO₂ en ozon

Blootstelling aan fijn stof, zwarte rook, NO₂ en ozon kan leiden tot luchtwegklachten, longfunctievermindering, verergering van astma en vroegtijdige sterfte (Verhoeff en Kliest, 1996; VROM, 2001; RIVM, 2001a).

Geschikte indicatoren voor de *blootstelling* aan zwarte rook, NO₂ en PM10 zijn de daggemiddelde en voor ozon de 8-uursgemiddelde concentraties in de buitenlucht. Voor fijn stof geldt dat voor relaties gelegd zijn met luchtwegaandoeningen, zodat het uurgemiddelde PM10-gehalte een geschikte indicator is. Voor deze stoffen zijn gestandaardiseerde meetmethoden voorhanden.

Voor de concentratie in de buitenlucht zijn voor deze stoffen grenswaarden opgesteld.

Voor de NO₂-concentratie in de binnenlucht is geen grenswaarde opgesteld, maar deze kan wel vergeleken worden met de grenswaarde voor de buitenlucht.

De laatste jaren zijn *effectbiomarkers* voor luchtwegontstekingsreacties onderzocht in epidemiologische studies.

In uitademingslucht kan het endogeen geproduceerde NO als marker voor ontstekingsreacties in de luchtwegen worden gemeten. Deze bepaling is internationaal gestandaardiseerd en is eenvoudig uit te voeren. In neuslavagevloeistof kunnen de ontstekingsmediatoren IL-8, ureum, urinezuur en albumine en de NO-metabolieten nitraat en nitriet worden bepaald. De analysemethode voor neuslavage is arbeidsintensief. Het is een relatief recent ontwikkelde nog niet gestandaardiseerde methode (Fischer, 2002a).

In Nederland zijn NO-metingen tot nu toe vrijwel alleen ingezet in klinisch diagnostisch onderzoek. Op grotere schaal zijn deze metingen alleen ingezet in een tweetal kleine epidemiologische onderzoeken naar de relatie tussen verkeersgerelateerde lucht-

verontreiniging en effecten op de luchtwegen. Zo werden in 1998 metingen verricht bij 82 basisschoolkinderen (Steerenberg, 1999).

De gehalten van NO in uitademingslucht en van de ontstekingsmediatoren in neuslavagevloeistof associëren zowel met de blootstelling aan PM10, zwarte rook en NOx als met de longfunctie (Steerenberg et al., 1999).

De binnenpersoons-variantie van het gehalte aan ontstekingsmediatoren is echter groot. Tevens is het de vraag of dergelijke ontstekingsmediatoren een maat zijn voor schadelijke gezondheidseffecten of dat ze een (gezonde) afweerreactie van het lichaam weerspiegelen. Daarmee zijn geen grens- of streefwaarden voor het gehalte aan ontstekingsmediatoren te stellen (Fischer, 2002a). Vooralsnog zijn de gehalten van ontstekingsmediatoren in neuslavagevloeistof daarmee geen geschikte effectbiomarkers voor monitoring.

Recenter werden NO-metingen bij 68 basisschoolkinderen uitgevoerd (Fischer et al., 2002b). Deze studie bevestigde de associatie tussen NO in uitademingslucht en verhoogde blootstelling aan luchtverontreiniging (6 - 31% verhoging van het NO-gehalte per eenheid van verontreiniging). Tevens was het NO-gehalte significant geassocieerd met luchtwegsymptomen bij relatief gezonde kinderen. Voorzichtig geconcludeerd wordt dat de meting van het NO-gehalte in uitademingslucht wellicht een gevoeliger instrument is dan longfunctiemetingen. (Fischer et al., 2002b). Voor meer definitieve conclusies zullen echter eerst de resultaten afgewacht moeten worden van een veel groter onderzoek bij circa 500 kinderen, waarbij ondermeer NO-metingen zijn uitgevoerd (Fischer, 2002a; Brunekreef, 2002). Er zullen voor algemene monitoringdoeleinden ook eerst nog meer gegevens over factoren die van invloed zijn op de NO-concentratie in uitademingslucht, zoals de leeftijd, verkregen moeten worden. (Fischer, 2002a).

Er is een aantal *gezondheidsindicatoren* waarmee een relatie met de blootstelling aan genoemde stoffen is gelegd. Het gaat om de gediagnosticeerde en de zelfgerapporteerde luchtwegsymptomen en -aandoeningen en medicijngebruik.

Relaties zijn aangetoond tussen een verlaging van de longfunctie en luchtverontreinigde stoffen als ozon en fijn stof. Longfunctiemetingen met behulp van spirometrie zijn veelvuldig, vooral bij kinderen, toegepast in epidemiologische studies in Nederland. Om met een éénmalige meting met grote zekerheid een longfunctiedaling van 1% tussen groepen aan te kunnen tonen zijn echter grote groepen, circa 6000 kinderen, nodig. Om grotere dalingen aan te kunnen tonen kan volstaan worden met kleinere groepen (Fischer et al., 1997). Hoewel de meting is geautomatiseerd en daarmee gemakkelijk is uit te voeren, is het meten van zulke grote aantallen zeer tijdrovend. Of deze indicator in aanmerking komt voor monitoring is daarmee afhankelijk van de gewenste aan te tonen longfunctiedaling.

Ook piekstroømmetingen zijn in het kader van epidemiologische onderzoeken in Nederland uitgevoerd. Deze meting kunnen kinderen zelf thuis uitvoeren. Deze metingen zijn echter minder gevoelig, vergen een goede inzet van de deelnemers, zijn minder controleerbaar uit te voeren en komen daarmee minder in aanmerking voor monitoring (Fischer, 2002a).

Tenslotte zijn ziekenhuisopnamen en sterfte door luchtwegaandoeningen gerelateerd aan de blootstelling.

Al deze gezondheidsindicatoren zijn specifiek. Alleen als gelijktijdig de blootstelling gemonitord wordt op eenzelfde aggregatieniveau zijn deze indicatoren geschikt voor monitoring.

CO

CO kan leiden tot koolmonoxidevergiftiging.

De CO-concentratie in de binnenlucht is eenvoudig te meten en er zijn advieswaarden voor opgesteld. Er is een kwantitatieve relatie tussen blootstelling en effect bekend.

Koolmonoxide bindt aan hemoglobine waardoor carboxyhemoglobine (COHb) wordt gevormd. De halfwaardetijd bedraagt circa vijf uur. Het gehalte van COHb in het bloed is eenvoudig te bepalen. Het COHb-gehalte is specifiek voor CO blootstelling, maar niet bron-specifiek. Rokers kunnen namelijk COHb-gehalten hebben boven de effectdrempel. Kwantitatieve relaties tussen COHb-gehalten en zowel de blootstelling als effecten zijn bekend (Verberk en Zielhuis, 1980).

De gezondheidseffecten van CO apart zijn specifiek, maar het totale beeld van de vergiftigingsverschijnselen is zeer specifiek voor CO. Bij ziekenhuisopname wordt het vermoeden van een CO-vergiftiging geverifieerd door bepaling van het COHb-gehalte.

Geschikte gezondheidsindicatoren kunnen dan ook ziekenhuisopname en sterfte als gevolg van koolmonoxidevergiftiging zijn.

Benzeen

Blootstelling aan benzeen kan leiden tot leukemie.

Voor de jaargemiddelde benzeenconcentratie in de buitenlucht is een grenswaarde. De benzeenconcentratie komt daarmee in aanmerking als indicator voor de blootstelling.

Na inademing van benzeen wordt het voor circa 13% weer ongewijzigd uitgedemd. Het benzeengehalte in de uitademingslucht weerspiegelt de benzeenblootstelling gedurende de afgelopen uren. Hiermee komt deze biomarker minder voor monitoring in aanmerking.

Het overige benzeen wordt snel gemetaboliseerd tot hoofdzakelijk fenol, dat voor een gering deel wordt omgezet in S-fenylmercaptuurzuur en t,t-muconzuur (Baars et al.,

2001). S-fenylmercaptuurzuur is veel specifiek en gevoeliger dan t,t-muconzuur, maar wordt in kleinere hoeveelheden uitgescheiden en is daardoor minder eenvoudig dan t,t-muconzuur in urine te meten (Bos et al., 1998). De halfwaardetijden zijn relatief gering, namelijk een aantal uren. In een onderzoek in België onder 200 adolescenten kon geen relatie tussen t,t-muconzuur en de uitwendige benzeenblootstelling bepaald worden. Dit kan mede veroorzaakt worden door de geringe halfwaardetijd van t,t-muconzuur (Staessen, 2000). Ook de over het algemeen lage benzeenconcentraties in de buitenlucht kunnen hier mede debet aan zijn. Bij deze lage concentraties blijken andere exogene en endogene bronnen meer bij te dragen aan de concentratie t,t-muconzuur in urine (Baars et al., 2001). Door de geringe halfwaardetijd komen de gehalten van benzeen in de uitademingslucht en de gehalten van S-fenylmercaptuurzuur en t,t-muconzuur in urine niet in aanmerking voor monitoring.

Benzeen is carcinogeen. Als effectbiomarker kunnen testen die de DNA-schade bepalen gebruikt worden. Er is echter veel discussie over de genotoxiciteit van benzeen (Baars et al., 2001). Tevens geldt voor deze effectbiomarkers dat deze niet specifiek zijn voor de blootstelling en de kwantitatieve relatie met gezondheidsschade onbekend is.

Biomarkers van benzeen komen daarmee niet in aanmerking voor monitoring.

Leukemie heeft een redelijk lange latentietijd. Bij kinderen is deze latentietijd relatief kort (enige jaren). Overwogen kan worden om te monitoren op leukemie bij kinderen. Hierbij moet bedacht worden dat het aantal kinderen dat leukemie krijgt relatief gering is, circa 110 per jaar (VROM, 2001). Het risico op het krijgen van leukemie bij blootstellingsniveaus net boven de grenswaarde is zeer gering. Leukemie is daarbij geen specifiek effect voor benzeenblootstelling. Hieruit volgt dat monitoring zich bij voorkeur richt op de benzeenconcentratie in de lucht.

Vluchtige organische verbindingen (VOC)

Voor andere vluchtige organische koolwaterstoffen dan benzeen, zoals toluen en tetrachlooretheen, is het meest kritische effect over het algemeen een remmende werking op het centrale zenuwstelsel. Dit uit zich in hoofdpijn, lusteloosheid en duizeligheid. Deze gezondheidsklachten zijn zeer aspecifiek en kunnen velerlei oorzaken hebben. Voor de meeste stoffen zijn dosis-effect relaties en gezondheidkundige advieswaarden bekend. Monitoring kan zich dus beter richten op de blootstelling. De meest geschikte indicatoren zijn dan ook de concentraties in de binnenlucht.

Sommige VOC, zoals tetrachlooretheen, kunnen ook in de uitademingslucht goed worden gemeten (Scheffers en Verberk, 1978). Het is in dit kader ondoenlijk om voor alle VOC aan te geven of de concentratie in uitademingslucht een goede blootstellingsbiomarker is. Deze biomarker wordt daarom in deze rapportage niet meegenomen. Ove-

rigens moet wel bedacht worden dat de halfwaardetijd gering is, waardoor de waarde van deze biomarker voor monitoring beperkt is.

PAK

Een groot aantal van in de lucht en voeding voorkomende PAK is carcinogeen. Benz(a)pyreen (B(a)P) wordt geacht de hoogste carcinogene potentie te hebben. Longkanker is een specifiek effect en heeft een erg lange latentietijd. Er is een grenswaarde voor de concentratie van B(a)P in de lucht.

Het onderzoek naar biomarkers voor PAK blootstelling is vooral gericht op metabolieten van pyreen. Pyreen heeft een relatief lage carcinogene potentie (Baars et al., 2001). Het komt echter wel dominant voor in PAK-mengsels, waardoor het als indicator-PAK gebruikt kan worden. Een metaboliet van pyreen is 1-hydroxypyreen, dat eenvoudig in urine is aan te tonen. Er vindt geen accumulatie plaats en de halfwaardetijd is circa 18 uur (Jongeneelen, 1996). Er zijn commerciële laboratoria die de bepaling van hydroxypyreen in urine routinematig kunnen uitvoeren. Metingen worden vooral uitgevoerd in de arbeidssituatie. De methode is gevoelig. In een onderzoek is bij 644 kinderen, wonend in vijf gebieden met verschillende concentraties van PAK in bodem en buitenlucht is het 1-hydroxypyreeengehalte in urine bepaald. De binnenpersoonsvariantie was relatief groot, waardoor de betrouwbaarheid van een enkele meting laag is en de meting herhaald zou moeten worden. Er kon alleen een zwakke relatie met PAK-bronnen binnenshuis aangetoond worden. Met de concentratie in de buitenlucht kon geen duidelijke relatie gelegd worden. (Slob, et al. 1993). In een Belgisch onderzoek is bij 200 adolescenten, wonend in een landelijk gebied en een meer stedelijk gebied met verwachte hogere blootstelling, het 1-hydroxypyreeengehalte in urine bepaald. Er kon ook geen significant verschil in 1-hydroxypyreeengehalte tussen meer belaste en controle-groepen aangetoond worden (Staessen et al., 2001).

Over het algemeen zijn de concentraties van PAK in de buitenlucht laag. Tevens is het mogelijk dat de opname van PAK hoger is via voedingsmiddelen, terwijl de hoogte van deze opname niet gerelateerd is aan de buitenluchtconcentratie. Dit alles zou oorzaak kunnen zijn van het ontbreken van een relatie tussen het 1-hydroxypyreeengehalte in urine en de concentraties van PAK in de buitenlucht. Bovendien is de halfwaardetijd aan de lage kant. Vooralsnog is deze biomarker voor monitoring niet geschikt.

Specifiek voor dieselmotoremissie is er ook een gidsstof: 1-nitropyreen. Dit is een belangrijk carcinogeen bestanddeel van dieselmotoremissie. Door de Universiteit Nijmegen is een methode voor bepaling van 1-Nitropyreen in de lucht ontwikkeld. Er is nog geen landelijke standaard voor. Ook ontbreekt het aan grenswaarden voor deze stof in de buitenlucht. Recent is door de Universiteit Nijmegen ook een methode ontwikkeld om afbraakproducten van 1-nitropyreen in bloed te bepalen. DNA-adducten zijn relatief

snel, in een paar dagen, verdwenen vanwege een enzymatisch repairmechanisme. Voor albumine-adducten ontbreekt een dergelijk repairsysteem, waardoor de halfwaardetijd langer, vier - zes weken, is. Voor albumine-adducten is echter nog niet bekend uit welke metabolieten van 1-nitropyreen deze ontstaan. Voor de hemoglobine-adducten is dit wel bekend. Ook voor de hemoglobine-adducten is er geen repairmechanisme, waardoor ze een langere periode, een aantal maanden, in het lichaam aanwezig zijn (Scheepers, 2002). Dit maakt de hemoglobine-adducten op dit moment de meest geschikte blootstellingsbiomarker voor 1-nitropyreen. Op dit moment zijn er nog geen commerciële laboratoria die routinematig hemoglobine-adducten van 1-nitropyreen in bloed kunnen bepalen. In het kader van een Europees onderzoek wordt wel gewerkt aan het opzetten van een routinematig analysesysteem.

Om te bepalen of deze blootstellingsbiomarker ook geschikt is voor monitoring van de buitenluchtkwaliteit zal eerst onderzocht moeten worden of deze biomarker ook bij de relatief lage concentraties in de buitenlucht valide is.

Een effectbiomarker voor PAK is DNA-schade. DNA-schade kan met verschillende testsystemen bepaald worden. In een onderzoek van Schoeters (2000) zijn positieve associaties gevonden tussen DNA-schade bepaald met de chromosoomaberratie test en de komeetttest en het gehalte van hydroxypyreen in urine. Testen voor het bepalen van DNA-schade hebben met elkaar gemeen dat ze niet specifiek zijn voor een bepaalde blootstelling. Tevens is de, kwantitatieve, relatie tussen de DNA-schade en het optreden van gezondheidseffecten onbekend. Hierdoor is deze effectbiomarker minder geschikt voor algemene monitoringdoeleinden.

De concentraties van B(a)P in de buitenlucht zijn over het algemeen laag en liggen onder de grenswaarde. Als er een overschrijding plaats vindt is deze gering. Dit is waarschijnlijk mede oorzaak voor het ontbreken van een relatie tussen 1-hydroxypyreen en de concentratie van PAK in de buitenlucht. Voor de biomarkers van dieselmotoremissie zal deze relatie eerst nog onderzocht moeten worden voor ze in aanmerking komen voor monitoring. Effectbiomarkers zijn aspecifiek en de relatie met gezondheidseffecten is onbekend.

Hierdoor heeft het de voorkeur monitoring te richten op de concentratie in de buitenlucht.

Asbest

Asbestvezels kunnen na inademing longkanker en mesothelioom veroorzaken.

Zoals vermeld in hoofdstuk 3.2 zijn de concentraties asbestvezels in de buitenlucht verwaarloosbaar. In de binnenlucht doen zich incidenteel verhoogde concentraties voor. Het is hiermee niet zinvol om de blootstelling aan asbestvezels te monitoren.

Bij longkanker kan het verband met asbest maar zelden worden gelegd. Mesothelioom is vrij specifiek voor asbest en in 85% van de gevallen kan dan ook een verband aannemelijk worden gemaakt (Slob, 1996). Alleen mesothelioom is hiermee geschikt voor monitoring.

Geluid

Gezondheidseffecten van geluid kunnen zijn hinder, slaapverstoring en hart- en vaatziekten, zoals verhoogde bloeddruk en ischemische hartziekten (Staatsen en Sijstermans, 1996).

Er zijn grenswaarden voor de geluidbelasting van verschillende bronnen (weg-, rail- en vliegverkeer). Deze indicator komt daarmee in aanmerking voor de bewakingsdoelstelling.

Relaties zijn aangetoond met geluidhinder en slaapverstoring. Dit zijn specifieke indicatoren. Aspecifieke indicatoren waarmee associaties zijn aangetoond zijn gebruik van slaap-, kalmerings- en bloeddrukverlagende middelen, gediagnosticeerde en zelfgerapporteerde

hart- en vaatziekten (hartinfarct en verhoogde bloeddruk) en ziekenhuisopnamen en sterfte vanwege hart- en vaatziekten. Deze indicatoren komen alleen in aanmerking voor monitoring als gelijktijdig de geluidbelasting op een zelfde aggregatieniveau wordt gemonitord.

Stank

Blootstelling aan stank kan leiden tot (ernstige) hinder. De stankbelasting is niet te meten. Bij puntbronnen wordt deze over het algemeen geschat door eerst de emissie olfactometrisch met geurpanels vast te stellen en vervolgens de verspreiding te berekenen met modellen. De relatie tussen de op deze wijze berekende geurbelasting en stankhinder is niet eenduidig en onder meer afhankelijk van de aard van de geur. De normstelling voor de geurbelasting is grotendeels losgelaten. De geurbelasting komt hierdoor minder in aanmerking als indicator.

Er is wel een beleidsdoelstelling voor ernstige stankhinder geformuleerd (VROM, 1998). Stankhinder naar bron is als gezondheidsindicator geschikter voor monitoring. Deze indicator komt ook in aanmerking voor bewakingsdoeleinden.

Straling

UV

De blootstelling aan UV-licht kan leiden tot het ontstaan van huidkanker. UV-licht is gestandaardiseerd te meten. Beleid is gericht op het verminderen van de UV-straling.

Er zijn verschillende soorten huidkanker: melanoom, plaveiselcelcarcinoom en basaalcelcarcinoom. De latentietijd is lang (Gezondheidsraad, 1994). Voor het ontstaan van melanoom lijkt met name onregelmatige blootstelling aan UV-straling van invloed te zijn (RIVM, 2001c). Melanoom is niet geheel specifiek voor UV-straling. Het komt namelijk ook voor op plaatsen die weinig of nooit aan UV-straling zijn blootgesteld (Visser et al., 2000). Voor de beide carcinomen is er vooral een relatie met chronische blootstelling aan UV-straling. Voor plaveiselcelcarcinoom is de relatie met UV-licht het meest eenduidig. Basaalcelcarcinoom wordt praktisch altijd curatief verwijderd (RIVM, 2001c). De sterfte aan melanoom is vele malen hoger dan aan de carcinomen (Visser et al., 2000). Van belang is daarmee dat onderscheid gemaakt kan worden in de registratie van de verschillende soorten huidkanker, waarbij de registratie van melanoom het belangrijkste is.

Radon

Blootstelling aan radon kan leiden tot longkanker. Voor de straling in de binnenlucht is een prestatienorm opgesteld.

Longkanker heeft een lange latentietijd en is niet specifiek voor radonblootstelling. Het is derhalve alleen zinvol om de straling in de binnenlucht te monitoren.

Gammastraling

Blootstelling aan gammastraling kan leiden tot verschillende soorten kanker. Voor deze straling in de binnenlucht geldt dezelfde prestatienorm als voor radon. Ook voor gammastraling komt alleen de straling in de binnenlucht in aanmerking voor monitoring.

Drinkwater

Lood

Lood kan effecten hebben op de cognitieve ontwikkeling van het jonge kind (Versteegh, 1996). Er is een norm voor de loodconcentratie in drinkwater.

Naast de loodconcentratie in het drinkwater zou ook de aanwezigheid van loden leidingen in combinatie met bepaling van het loodoplossend vermogen van het drinkwater een geschikte blootstellingindicator kunnen zijn. Voor het loodoplossend vermogen is een plateauwaarde opgesteld die overeenkomt met de norm voor lood in drinkwater (Versteegh et al., 2001).

Een veel en al lang toegepaste blootstellingsbiomarker voor lood is het loodgehalte in bloed. De halfwaardetijd in bloed is drie à vier weken. Het loodbloedgehalte weerspiegelt daarmee de blootstelling gedurende de afgelopen weken. De kwantitatieve relatie tussen loodbloedgehalten en gezondheidseffecten is bekend (Verberk en Zielhuis, 1980). Er zijn gezondheidskundige advieswaarden voor het loodbloedgehalte. Voor de analyse is een protocol beschikbaar (Fiolet et al., 1999).

In een Belgisch onderzoek is ook het botmetabolisme gemeten door osteocalcine en alkalische fosfatase te meten in het bloed. Deze effectbiomarker is minder specifiek voor lood. Gezien de hoge halfwaardetijd van lood in bot, circa tien jaar, is de relatie met recente blootstelling gering (Verberk en Zielhuis, 1980). Ook de relatie met botschade is niet bekend. Dit maakt deze effectbiomarker minder geschikt als biomarker voor monitoring.

Nitraat

Nitraat in drinkwater is vooral een probleem voor flesgevoede zuigelingen die diarree hebben. Zij hebben een verhoogde kans op het ontwikkelen van methemoglobinemie: de zogenaamde blue baby's (Versteegh, 1996). Er is een norm voor het nitraatgehalte in drinkwater. Dit is daarmee een geschikte indicator.

Voeding

Lood

Lood in voeding kan zoals genoemd voornamelijk effecten hebben op de cognitieve ontwikkeling van het jonge kind. Voor lood zijn er normen voor het gehalte in voedingsgewassen. Hiermee is dit een goede indicator voor monitoring. Als blootstellingsbiomarker komt het genoemde loodbloedgehalte in aanmerking.

Cadmium

Het belangrijkste effect van cadmium na langdurig verhoogde opname via de voeding is verstoring van de nierfunctie. Ook voor cadmium zijn er normen voor het gehalte in voedingsgewassen. Hiermee is het een goede indicator voor de blootstelling.

Opgenomen cadmium komt voor 50% in de nier terecht. De halfwaardetijd in het lichaam is erg lang. Geschat wordt dat deze in de nier 6 - 38 jaar en in de lever 4 - 19 jaar is. De hoeveelheid cadmium uitgescheiden in de urine is derhalve gering. Het kritische effect van cadmium is een irreversibel verstoorde tubulaire nierfunctie resulterend in een verhoogde uitscheiding van onder meer β 2-microglobuline. Dit effect is vrij specifiek voor cadmium (Baars et al., 2001). Het cadmiumgehalte in urine en bloed en het gehalte van β 2-microglobuline in de urine worden respectievelijk als blootstellings- en effect-biomarker gebruikt. Het cadmiumgehalte in de urine weerspiegelt de (zeer) lange termijn blootstelling. Het gehalte in het bloed geeft informatie over de minder lange termijn en wordt vooral gebruikt bij hoge piekbelastingen (Fiolet et al., 1999).

Over de relatie tussen de uitwendige blootstelling en deze biomarkers is nog veel discussie. (Baars et al., 2001). De grote mate van accumulatie in de nier zal hier debet aan zijn.

Hierdoor is de bruikbaarheid van biomarkers voor cadmium voor monitoring beperkt.

Anorganisch arseen

Anorganisch arseen, oraal opgenomen, kan leiden tot effecten op huid en maagdarmkanaal. Het is tevens carcinogeen. Bij orale opname is het voornaamste carcinogene effect huidkanker. Voor anorganisch arseen zijn geen normen voor het gehalte in voedingsgewassen. Er zijn wel TDI (Tolerable Daily Intake)-waarden opgesteld. Hiermee is dit gehalte toch een geschikte indicator voor de blootstelling.

De anorganisch arseenverbindingen worden voor 95% geabsorbeerd. De halfwaardetijd in het lichaam is 40 - 60 uur. Excretie vindt voornamelijk plaats via de urine. Als biomarkers worden de concentraties in haar, bloed en urine gebruikt. De concentraties in haar zijn erg gevoelig voor externe contaminatie. De halfwaardetijd in bloed is gering, enkele uren. De concentratie in urine is een geschiktere biomarker. Het is wel van belang de specifieke arseenverbindingen in urine te meten. Met het totaalgehalte is namelijk geen relatie met de blootstelling te leggen. De relatie tussen het urinegehalte en gezondheidseffecten is nog niet duidelijk (Baars et al., 2001; Fiolet et al., 1999).

Organisch kwik

Organisch kwik is neurotoxisch en teratogeen. Het is mogelijk carcinogeen (Baars et al., 2000). Voor organisch kwik zijn normen voor het gehalte in voedingsmiddelen. Dit gehalte is daarmee een geschikte blootstellingindicator.

Organisch kwik wordt vrijwel volledig opgenomen uit voeding. Accumulatie vindt grotendeels plaats in de nier. Vooral methylkwik wordt ook aangetoond in de hersenen.

Het kan ook de placenta passeren en zo accumuleren in de foetus. Biologische halfwaardetijden zijn in bloed en longen 2 dagen en in de nieren 60 dagen (Baars, et al., 2001).

Als blootstellingsbiomarkers worden kwikgehaltenes in bloed en vooral urine gebruikt. De kwikconcentraties in bloed is een afspiegeling van recente piekblootstelling en die in de urine van langdurige lage blootstelling. Er is een geschatte drempelwaarde voor de urineconcentratie en het optreden van effecten (Fiolet et al., 1999).

Nitraat

Nitraat in voeding vormt vooral een probleem door de onder bepaalde omstandigheden, via nitriet, gevormde nitrosamines. Een aantal hiervan is in dierexperimenteel onderzoek carcinogeen gebleken (Passchier-Vermeer et al. 2001). Voor het nitraatgehalte in voedingsgewassen zijn normen. Hiermee is dit een geschikte indicator.

PAK

Een groot aantal PAK is carcinogeen. B(a)P wordt geacht de hoogste carcinogene potentie te hebben. Voor PAK is geen norm voor het gehalte in voedingsmiddelen. Er zijn wel TDI-waarden voor de afzonderlijke PAK-verbindingen. Hiermee is deze indicator geschikt voor monitoring.

PAK worden gemakkelijk uit voeding opgenomen (Baars et al., 2001). Voor de biomarkers voor PAK wordt verwezen naar die voor B(a)P besproken bij luchtverontreiniging.

Bestrijdingsmiddelen

Voor een groot aantal bestrijdingsmiddelen is een TDI-waarde opgesteld. Het stofspecifieke gehalte in voedingsmiddelen is daarmee een geschikte indicator.

De gehalten van veel bestrijdingsmiddelen zijn gedaald en overschrijdingen van de TDI-waarden komen waarschijnlijk niet veel voor (Ocké et al., 2001; Passchier-Vermeer et al., 2001). Het wordt daarom niet zinvol geacht gezondheidseffecten te monitoren. Vanuit bewakingsoogpunt is het zinvoller om de gehalten in voedingsmiddelen te monitoren.

Dioxinen en PCB's

De effecten van dioxinen en de dioxineachtige PCB's betreffen immunotoxiciteit, reproductietoxiciteit en teratogeniteit, hormoonverstoring en carcinogeniteit.

De totale toxiciteit van mengsels van dioxinen wordt uitgedrukt als toxisch equivalent (TEQ) van dat van 2,3,7,8-TCDD. De geschatte halfwaardetijd van TCDD is 7,5 jaar (Baars, et al., 2001). Er zijn normen voor voedingsmiddelen gebaseerd op het gehalte aan dioxinen en dioxine-achtige PCB's en uitgedrukt in TEQ waarden. De gehalten uitgedrukt in TEQ waarden zijn daarmee geschikte indicatoren.

Vanwege de opslag van dioxinen in vetweefsel, wordt het gehalte van dioxinen in moedermelk als blootstellingsbiomarker gebruikt.

Ook de gehalten in bloed en navelstrengbloed worden als biomarkers gebruikt.

Naast de bepaling van de concentraties van alle afzonderlijke congenen om zo een TEQ-waarde te kunnen bepalen, kan ook een snellere screening gedaan worden van de dioxineactiviteit in bloed met de bioassay CALUX. Bij onderzoek naar de bruikbaarheid van deze snelle screeningmethode voor monitoring bleek de meetfout zo groot te zijn, dat deze biomarker niet geschikt is voor gebruik op individueel niveau, maar alleen op groepsniveau (Schoeters, 2000).

Onder meer door de lange halfwaardetijden van dioxinen is de relatie van de blootstelling markers met de uitwendige blootstelling moeilijk te leggen. Dit beperkt het gebruik van deze biomarkers voor monitoring.

Als effectbiomarker zijn markers voor DNA-schade gebruikt, zoals chromosoomaberraties en de komeettest (Schoeters, 2000). TCDD is door de IARC geclassificeerd als carcinogeen, maar wordt niet als direct genotoxisch aangemerkt (Baars et al., 2001). Ook geslachtsontwikkeling is als effectbiomarker van dioxinen en PCB's gebruikt. Hiervoor geldt dat deze effecten erg specifiek zijn en niet eenvoudig te relateren zijn aan de dioxinen- en PCB-gehalten.

Hierdoor zijn deze biomarkers in het kader van monitoring minder geschikt als effectbiomarkers voor dioxinen of PCB's.

4.3 Indicatoren voor het signaleren van toekomstige problemen

Luchtverontreiniging en voeding

POP's

De POP's, PCB's, dioxinen, broomhoudende brandvertragers, organotinverbindingen, ftalaten en een aantal bestrijdingsmiddelen, worden veelal gerekend tot de hormoonverstoorders. Een hormoonverstorende werking kan zich o.a. uiten in aangeboren afwijkingen, een veranderende geslachtsverhouding en effecten op de vruchtbaarheid.

Indicatoren voor PCB's, dioxinen en bestrijdingsmiddelen zijn al aan de orde geweest in hoofdstuk 4.2.

Broomhoudende brandvertragers, organotinverbindingen en ftalaten kunnen voorkomen in de binnenlucht en in voeding. Indicatoren voor de blootstelling kunnen gehalten in binnenlucht en voeding zijn. Voor de meeste stoffen ontbreken echter een kwantitatieve dosis-effect relatie en normen.

Belangrijke broomhoudende brandvertragers zijn ‘polybrominated diphenyl ethers’ (PBDE). In Zweden zijn PBDE aangetoond in moedermelk en placenta (Sjödén 1999). Ook in bloed van werknemers zijn deze stoffen bepaald (Meironyte and Bergman 1999). Er is geen internationale standaardmethode beschikbaar. Voor zover bekend worden deze biomarkers van broomhoudende brandvertragers in Nederland niet bepaald.

In de Verenigde Staten zijn door het CDC in een groot monitoringprogramma gehalten van metabolieten van ftalaten, zoals diethyl-, dibutyl- en di-ethylhexylftalaten (DEP, DBP en DEHP), in urine gemeten (CDC, 2001). In dierproeven wordt na een eenmalige dosis de hoeveelheid dibutylftalaat en zijn metabolieten binnen 48 uur volledig uitgescheiden via de urine (Baars, et al. 2001). Door de Katholieke Universiteit Nijmegen is een methode ontwikkeld voor de bepaling van DEHP. Aan standaardisatie van de methode wordt nog gewerkt. Inmiddels is in Duitsland een commercieel laboratorium begonnen met routinematige bepalingen van ftalaten in urine.

Organotinverbindingen kunnen in urine of bloed bepaald worden. Er is echter nog weinig kennis over de kinetiek en de relatie met blootstelling of effecten. Deze biomarkers zijn daarmee nog niet geschikt voor gebruik als monitoring.

Gezondheidsindicatoren kunnen zijn aangeboren afwijkingen, de geslachtsverhouding van pasgeborenen en de vruchtbaarheid. De vruchtbaarheid wordt vaak uitgedrukt in de tijd die nodig was om zwanger te geraken, de zogenaamde ‘time to pregnancy’.

Straling

Extreem laag frequente elektromagnetische velden (ELF-EM velden)

Er is veel ongerustheid over een mogelijke relatie tussen wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen en een verhoogd voorkomen van leukemie bij kinderen. Bedacht moet worden dat het risico slechts gering verhoogd is en het aantal kinderen dat leukemie krijgt gering is, namelijk 110 per jaar (VROM, 2001). Hierdoor worden de mogelijkheden van monitoring met als doel signalering van een verhoogd voorkomen van leukemie als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische straling van hoogspanningslijnen sterk beperkt.

Er zijn advieswaarden voor de veldsterkte. Voor het meten van de veldsterkte zijn gestandaardiseerde methoden. De veldsterkte neemt op afstand van de bronnen binnenshuis echter sterk af. De veldsterkte rond hoogspanningslijnen fluctueert sterk. Dit nood-

zaakt veel metingen in plaats en in tijd. De beperkt de mogelijkheden van monitoring van de blootstelling middels metingen.

Radiofrequente elektromagnetische straling (RF-EM straling)

Er bestaat ook ongerustheid over de radiofrequente elektromagnetische straling van GSM-zendmasten en GSM-telefoons en het ontstaan van hersentumoren.

Een geschikte maat voor de stralingsbelasting van GSM-zendmasten is de radiofrequente elektromagnetische veldsterkte rond deze masten. Er zijn gezondheidskundige grenswaarden voor deze veldsterkten.

Een geschikte maat voor de stralingsbelasting van GSM-telefoons zou de afgegeven straling kunnen zijn gecombineerd met het gebruik van mobiele telefoons. Overwogen kan worden om als indicator voor het gebruik het aantal belminuten te nemen. Deze indicator zal in dit rapport vooralsnog niet meegenomen worden.

Een gezondheidsindicator kan de incidentie van hersentumoren zijn. Het aantal nieuwe gevallen van hersentumoren fluctueert sterk in Nederland. In 2000 was de verwachte incidentie 1000. Over de oorzaken van hersentumoren is nog erg weinig bekend (Visser et al., 2000). De sterke fluctuatie en het relatief geringe aantal nieuwe gevallen beperken sterk de bruikbaarheid van deze gezondheidsindicator voor signaleringsdoel-einden.

4.4 Overzicht van geselecteerde indicatoren

In de volgende overzichten wordt de toetsing aan de criteria om te beoordelen of de indicatoren geschikt zijn voor monitoring samengevat. Het zal duidelijk zijn dat het niet altijd eenvoudig is om precies aan te geven hoe een indicator ‘scoort’ op een criterium. Er wordt daarom gekozen voor een vrij grove 3-puntsschaal: ja, onduidelijk of nee.

Beoordeling geschiktheid blootstellingsindicatoren.

Milieufactor	Indicator Blootstelling	Meetbaar ¹	Relatie met effect ²	normen ³	Geschikt voor monitoring ⁴
LUCHT					
Fijn stof	PM10-gehalte buiten	+	+	+	+ B
Zwarte rook	Zwarte rook gehalte buiten	+	+	+	+ B
NO2	Gehalte NO2 binnen en buiten	+	+	+	+ B
Ozon	O3-gehalte buiten	+	+	+	+ B
CO	CO-gehalte binnen	+	+	+	+ B
Benzeen	Benzeengehalte binnen en buiten	+	+	+	+ B

Milieufactor	Indicator Blootstelling	Meetbaar ¹	Relatie met effect ²	normen ³	Geschikt voor monitoring ⁴
PAK	B(a)P-gehalte buiten	+	+	+	+ B
	1-Nitropyreen-gehalte buiten	-/+	-/+	-	-
VOC	VOC-gehalte binnen	+	+	+	+ B
Broombrandvertragers	Gehalte binnen	+	-/+	-	-/+ S
Ftalaten	Ftalatengehalte binnen	+	-/+	-	-/+ S
Organotinverbindingen	Gehalte organotinverbindingen binnen	+	-/+	-	-/+ S
GELUID	Geluidbelasting bronspecifiek	+	+	+	+ B
STANK	Geurbelasting bronspecifiek	-/+	-/+	-/+	- B
STRALING	UV-straling	+	+	+	+ B
	Radongehalte binnen	+	+	+	+ B
	Gammastraling binnen	+	+	+	+ B
	ELF-EM-velden binnen	-/+	-/+	-/+	-/+ S
	ELF-EM velden rond hoogspanning	-/+	-/+	-/+	-/+ S
	RF-EM velden rond GSM-zendmasten	+	+	-/+	+ S
DRINKWATER					
Lood	Loodgehalte in drinkwater	+	+	+	+ B
	Aanwezigheid loden buizen + loodoplossend vermogen	+	+	+	+ B
Nitraat	Nitraatgehalte in drinkwater	+	+	+	+ B
VOEDING					
Lood	Loodgehalte	+	+	+	+ B
Cadmium	Cadmiumgehalte	+	+	+	+ B
Arseen	Anorganisch arseengehalte	+	+	+	+ B
Kwik	Organisch kwikgehalte	+	+	+	+ B
Nitraat	Nitraatgehalte	+	+	+	+ B
PAK	Specifiek PAK-gehalte	+	+	+	+ B
Bestrijdingsmiddelen	Bestrijdingsmiddelenconcentraties	+	+	+	+ B
Dioxinen/PCB's	Dioxine- en PCB-gehalte (TEQ)	+	+	+	+ B
Broombrandvertragers	Gehalte in voeding	+	-/+	-/+	-/+ S
Ftalaten	Gehalte in voeding	+	-/+	-/+	-/+ S
Organotinverbindingen	Gehalte in voeding	+	-/+	-/+	-/+ S

1: Er is een gunstige signaal-ruis verhouding. Meetmethode is gestandaardiseerd en relatief eenvoudig.

+ ja, -/+ matig, - nee.

2: Er is een kwantitatieve relatie met gezondheidseffecten. + ja, -/+ onduidelijk, - nee.

3: Er zijn normen. + ja, -/+ onduidelijk, - nee.

4: Geschikt voor monitoring: + ja, -/+ onder voorwaarden of beperkt, - nee. B: Beleidsevaluatie en bewaking; S: Signalering

Beoordeling geschiktheid biomarkers (blootstellingsbiomarkers (B) en effectbiomarkers (E)).

Milieufactor	Biomarker		Meetbaar ¹	Relatie met blootstelling/effect ²	Specifiek ³	Geschikt voor monitoring ⁴	
LUCHT							
NO2	Gehalte NO in uitademingslucht	E	-/+	-/+	-	-	
	Gehalte urinezuur, ureum, nitraat, nitriet, ontstekingsmediatoren in neus-lavagevloeistof	E	-/+	-/+	-	-	
CO	COHb-gehalte in bloed	E	+	-/+	+	+	B
Benzeen	Gehalte in uitademingslucht	B	+	-	+	-	
	S-fenylmercaptuurzuur in urine	B	-/+	-	-/+	-	
	t,t,-Muconzuur in urine	B	+	-	-/+	-	
PAK	DNA-schade	E	+	-/+	-	-	
	1-Hydroxypyreen in urine	B	+	-	+	-	
	1-Nitropyreen Hb-adducten bloed	B	-/+	-	+	-	
Broombrandvertragers	DNA schade	E	+	-/+	-	-	
	Gehalte in moedermelk	B	-/+	-/+	+	-/+	S
	Gehalte in bloed	B	-/+	-/+	+	-/+	S
Ftalaten	Gehalten in urine	B	-/+	?	+	-	
Organotinverbindingen	Gehalten in urine of bloed	B	-/+	-	+	-	
DRINKWATER							
Lood	Loodgehalte in bloed	B	+	+	+	+	B
	Botmetabolisme	E	+	?	-	-	
VOEDING							
Lood	zie Drinkwater					+	B
Cadmium	Cadmiumgehalte in bloed en urine	B	+	-	+	-/+	B
	β2-Microglobuline in urine	E	+	-	-/+	-	
Arseen	Specifiek arseengehalte in urine	B	+	-/+	+	-/+	B
Kwik	Kwikgehalte in urine	B	+	+	+	+	B
PAK	Zie Lucht						
Dioxinen en PCB's	Dioxine- en PCB-gehaltes in navelstrengeblood of moedermelk (TEQ-waarde)	B	+	-	+	-/+	B
	Geslachtsontwikkeling	E	-/+	-	-	-	
	DNA-schade	E	+	-	-	-	
Ftalaten	zie luchtverontreiniging						

1: Meetbaar: Er is een gunstige signaal-ruis verhouding, zodat (gezondheidskundig) belangrijke verhogingen te detecteren zijn. De indicator is éénduidig, gestandaardiseerd, en relatief eenvoudig te meten. + ja, -/+ matig, - nee.

2: Er is een kwantitatieve relatie voor blootstellingsbiomarkers met blootstelling (bij de optredende niveaus), voor effectbiomarkers met gezondheidseffecten. De toxicokinetiek is bekend en de halfwaardetijd ligt tussen enkele dagen tot enkele maanden. + ja, -/+ relatie onduidelijk of halfwaardetijd heel kort/ heel lang, ? onbekend, - nee.

3: Blootstellingsbiomarkers zijn specifiek voor blootstelling, effectbiomarkers specifiek voor effecten. + ja, -/+ gering, - nee.

4: + ja, -/+ onder voorwaarden of beperkt, - nee. B: Beleidsvaluatie en bewaking; S: Signalering

Beoordeling geschiktheid gezondheidsindicatoren.

Milieufactor	Gezondheidsindicator	Meetbaar ¹	Relatie met blootstelling ²	Specifiek ³	Latentie tijd ⁴	Geschikt voor monitoring ⁵
LUCHT						
PM10	Luchtwegsymptomen en	+	+	-	+	-/+ B
Zwarte rook	-aandoeningen:					
NO2	Gediagnosticeerde					
Ozon	Zelfgerapporteerde					
	Medicijngebruik					
	Ziekenhuisopnamen					
	Sterfte					
	Longfunctie	+	+	-	+	-/+ B
	Piekstroom	-/+	+	-	+	-
CO						
	CO-vergiftiging:					
	Ziekenhuisopnamen	+	+	+	+	+
	Sterfte	+	+	+	+	+
Benzeen	Leukemie incidentie	+	+	-	-	-
VOC	Hoofdpijn, lusteloosheid en duizeligheid	-/+	+	-	+	-
PAK	Longkankerincidentie	+	+	-	-	-
Asbest	Mesothelioom incidentie	+	+	+	-	-/+ B
Broombrandvertragers	Aangeboren afwijkingen	+	-/+	-	-/+	-/+ S
Ftalaten	Vruchtbaarheid					
Organotinverbindingen	Geslachtsverhoudingen					
GELUID						
	Geluidhinder naar bron	+	+	+	+	+
	Slaapverstoring	+	+	+	+	+
	Hart- en vaatziekten (hartinfarct en verhoogde bloeddruk):					
	Gediagnosticeerde	+	+	-	+	-/+ B
	Zelfgerapporteerde Medicijngebruik	+	+	-	+	-/+ B
	Ziekenhuisopnamen	+	+	-	+	-/+ B
	Sterfte	+	+	-	+	-/+ B
STANK	Stankhinder naar bron	+	-/+	+	+	+
STRALING						
UV	Incidentie huidkanker naar soort	+	+	-/+	-	-/+ B
Radon	Longkanker	+	+	-	-	-
Gammastraling	Kanker	+	+	-	-	-
ELF-EM velden	Incidentie leukemie bij kinderen	+	-/+	-	-/+	-/+ S
RF-EM velden	Incidentie hersentumoren	+	-/+	-	-	-/+ S

Milieufactor	Gezondheidsindicator	Meetbaar ¹	Relatie met blootstelling ²	Specifiek ³	Latentie tijd ⁴	Geschikt voor monitoring ⁵
VOEDING						
Dioxinen/PCB's	Aangeboren afwijkingen	+	-/+	-	-/+	-/+ B
Bestrijdingsmiddelen	Vruchtbaarheid Geslachtsver-					S
Broombrandvertragers	houdingen					S
Ftalaten						S
Organotinverbindingen						S

1: Meetbaar: de indicator is éénduidig, gestandaardiseerd, en zoveel mogelijk volgens internationale codes gediagnosticeerd of gedefinieerd. + ja, -/+ matig, - nee.

2: Er is een relatie met blootstelling. + ja, -/+ onduidelijk, - nee.

3: Specifiek voor blootstelling: + ja, -/+ gering, - nee.

4: Latentietijd is relatief kort: + ja, -/+ matig, - nee.

5: Geschikt voor monitoring: + ja, -/+ onder voorwaarden of beperkt, - nee. B: Beleidsevaluatie en bewaking; S: Signalering

Overzicht indicatoren geschikt (+) of onder voorwaarden/beperkt geschikt (-/+) voor monitoring.

Milieufactor	Blootstellingindicator	Blootstelling marker	Effect marker	Gezondheidsindicator
LUCHT				
Fijn stof	PM10-gehalte buiten (+)			Luchtwegsymptomen en aandoeningen:
Zwarte rook	Gehalte buiten (+)			Gediagnosticeerde (-/+)
NO2	Gehalte NO2 buiten en binnen (+)			Zelfgerapporteerde (-/+)
Ozon	O3-gehalte buiten (+)			Medicijngebruik (-/+)
				Ziekenhuisopnamen (-/+)
				Sterfte (-/+)
CO	CO-gehalte binnen (+)		COHb-gehalte in bloed (+)	Ziekenhuisopname en sterfte door CO-vergiftiging (+)
Benzeen	Gehalte buiten en binnen (+)			
VOC	VOC-gehalte binnen (+)			
PAK	B(a)P-gehalte buiten (+)			
Asbest				Mesothelioom (-/+)
Broombrandvertragers	Gehalte binnen (-/+)	Gehalte in bloed en moedermelk (-/+)		Aangeboren afwijkingen (-/+)
				Vruchtbaarheid (-/+)
				Geslachtsverhoudingen (-/+)
Ftalaten	Gehalte binnen (-/+)			
Organotinverbindingen	Gehalte binnen (-/+)			
GELUID				
	Geluidbelasting bronspecifiek (+)			Geluidhinder (+)
				Slaapverstoring (+)
				Hart- en vaatziekten:
				Gediagnosticeerde (-/+)
				Zelfgerapporteerde (-/+)
				Medicijngebruik (-/+)
				Ziekenhuisopnamen (-/+)
				Sterfte (-/+)
STANK				
				Stankhinder naar bron (+)
STRALING				
	UV-straling (+)			Incidentie huidkanker (-/+)
	Radongehalte binnen (+)			
	Gammastraling binnen (+)			
	ELF-EM-velden rond hoogspanningslijnen en in woningen (-/+)			Incidentie leukemie bij kinderen (-/+)
	RF-EM-velden rond GSM-zendmasten (+)			Incidentie hersentumoren (-/+)
DRINKWATER				
Lood	Loodgehalte (+)	Lood in bloed (+)		

Milieufactor	Blootstellingindicator	Blootstelling marker	Effect marker	Gezondheidindicator
	Aanwezigheid loden water-leidingbuizen+ loodoplossend vermogen distributiewater			
Nitraat	Nitraatgehalte (+)			
VOEDING				
Lood	Loodgehalte (+)	Lood in bloed (+)		
Cadmium	Cadmiumgehalte (+)	Gehalte in urine (-/+)		
Arseen (anorganisch)	Arseengehalte (+)	Gehalte in urine (-/+)		
Kwik (organisch)	Kwikgehalte (+)	Gehalte in urine (+)		
Nitraat	Nitraatgehalte (+)			
PAK	PAK-gehalte (+)			
Bestrijdingsmiddelen	Bestrijdingsmiddelen in groente en fruit (+)			
Dioxinen en PCB's	Dioxinen- en PCB-gehalte(+)	Gehalte in moedermelk of navelstrengbloed (-/+)		Aangeboren afwijkingen (-/+) Vruchtbaarheid (-/+) Geslachtsverhoudingen (-/+)
Broombrandvertragers	Gehalte in voeding (-/+)			
Organotinverbindingen	Gehalte in voeding (-/+)			
Ftalaten	Gehalte in voeding (-/+)			

Criteria voor de beoordeling van de bruikbaarheid van monitoringssystemen

Uitgaande van de geselecteerde indicatoren zijn monitoringssystemen geïnventariseerd. De bruikbaarheid als monitoringssysteem voor milieu en gezondheid is beoordeeld aan de hand van een aantal criteria:

- **Herhaalde metingen**

Monitoring heeft onder meer als doel een indicator te volgen in de tijd. Een registratie is dus alleen geschikt als monitoringssysteem als er sprake is van herhaalde metingen, die ook nog voortgezet worden. Over de minimaal vereiste frequentie van metingen is geen algemene uitspraak te doen. Deze hangt af van de indicator. Er zijn continu registrerende systemen als bijvoorbeeld de doodsoorzakenstatistieken. Er zijn ook periodiek registrerende systemen, zoals in het geval van jaarlijks uitgevoerde enquêtes voor de vaststelling van geluidhinder. Monitoringssystemen, die zijn stopgezet, worden niet meegenomen bij deze rapportage. Van elk registratiesysteem zal dus aangegeven worden wat de frequentie van metingen is, wanneer ze gestart zijn en of er onderbrekingen zijn geweest.
 - **Compleetheid en representativiteit**

Zelfs de volledig continu registrerende systemen zijn vaak niet 100% compleet. Als minimum wordt wel een compleetheid van de registratie van 75% aangehouden. Bij het gebruik van bijvoorbeeld enquêtes in een steekproef, is het van belang om de representativiteit van deze steekproef te weten. Bij het gebruik van modellen voor schattingen bijvoorbeeld van de geluidbelasting
-

- of de geluidhinder is ook van belang dat aangegeven wordt op hoeveel metingen deze gebaseerd zijn.
- **Aggregatieniveau in de tijd**
 Het gewenste aggregatieniveau in de tijd is afhankelijk van de vraagstelling. Ook kan dit afhankelijk zijn van de indicator. Zo is bij de sterfte door luchtwegaandoeningen een relatie aangetoond met de dagelijkse sterfte.
 Als getoetst wordt aan normen ter bewaking van de milieukwaliteit, dan bepaalt de tijdsfactor van deze norm het gewenste aggregatieniveau. Over het algemeen kan gesteld worden dat bij voorkeur het aggregatieniveau in de tijd zo laag mogelijk is.
 - **Ruimtelijk aggregatieniveau: individueel niveau of 4-cijferige postcode**
 Monitoring heeft veelal als doel om een trend in de tijd, maar ook om geografische verschillen na te gaan. Het ruimtelijk aggregatieniveau is daarom van groot belang. Over het algemeen is het wenselijk dat het ruimtelijk aggregatieniveau zo laag mogelijk ligt. Vaak wordt dit omschreven als het 4-cijferige postcodeniveau. Voor veel gezondheidsindicatoren betekent dit een registratie van gegevens, die tot de persoon herleidbaar is.
 Dit niveau is vaak, vanwege privacy overwegingen, niet beschikbaar en voor een aantal toepassingen ook niet noodzakelijk. Er kan dan worden volstaan met een gemeentelijk of regionaal niveau. Het is in ieder geval belangrijk het ruimtelijk aggregatieniveau te omschrijven, zodat duidelijk is of het registratiesysteem geschikt is op het moment dat de precieze toepassing bekend is.
 - **Geografische dekking**
 Ook de gewenste geografische dekking is afhankelijk van de vraagstelling. Bij voorkeur is er sprake van landelijke dekking.
 - **Stratificatie naar versturende variabelen mogelijk (leeftijd, geslacht, roken, SES, etniciteit)**
 Voor gezondheidsindicatoren is het belangrijk dat de gegevens in ieder geval gestratificeerd kunnen worden naar geslacht en leeftijd. Ook sociaal-economische status en etniciteit zijn van belang. Voor alle indicatoren geldt dat nagegaan moet worden welke variabelen tevens, op individueel niveau, geregistreerd worden.
 - **Kwaliteit van de registratie**
 Voor de gezondheidsindicatoren is het belangrijk dat de diagnose volgens internationale codes, de ICD-codes, wordt vastgelegd. Bijvoorbeeld bij de vaststelling van hinder bepaalt het gebruik van standaarddefinities de kwaliteit van het systeem. Bij de blootstellingsindicatoren wordt beoordeeld of de gebruikte monsternamen- en analysemethoden genormaliseerd zijn.
 De kwaliteit wordt ook bepaald door de betrouwbaarheid van data-invoer en verwerking van de gegevens en eventueel ook van de opname in een centrale database. Het voert voor deze rapportage te ver om bij de inventarisatie van monitoringssystemen
-

men de kwaliteit van het systeem tot in detail na te gaan. Het bestaan van een kwaliteitscontrolesysteem over het hele traject van diagnose, monstername- en analysemethode, invoer en verwerking van gegevens is een goede indicatie voor de kwaliteit.

- Beschikbaarheid
Tenslotte wordt de bruikbaarheid van monitoringssystemen bepaald door de beschikbaarheid van de databestanden. Vooral van de gezondheidsindicatoren zijn vaak vanwege privacy overwegingen alleen gegevens op een hoog aggregatieniveau te verkrijgen, om te voorkomen dat de gegevens te herleiden zijn tot personen. Ook zijn sommige data alleen tegen betaling te verkrijgen.
Bij elk registratiesysteem zal dan ook nagegaan worden of er beperkingen zijn en in welke vorm ze gepubliceerd worden.

Samenvattend worden de geïnventariseerde monitoringssystemen aan de hand van de volgende punten kort besproken:

- doel van de registratie
- bruikbaarheid:
 - start en frequentie van registratie
 - compleetheid van de registratie (bij volledige registraties)
 - representativiteit (bij steekproeven)
 - aggregatieniveau in tijd en ruimte
 - geografische dekking
 - variabelen, die tevens worden geregistreerd
- kwaliteit:
 - wordt gediagnosticeerd volgens standaardcodes of definities (gezondheidsindicatoren)
 - worden standaard monstername- en analysemethoden gebruikt (blootstellingsindicatoren en biomarkers)
 - is er een kwaliteitscontrolesysteem
 - hoe is de dataflow
- beschikbaarheid van de gegevens:
 - wat zijn de voorwaarden voor gebruik van de gegevens
 - wordt er gerapporteerd en op welke wijze

Afgesloten wordt met een beoordeling van de bruikbaarheid van het registratiesysteem voor toepassing als monitoringssysteem milieu en gezondheid.

Registratiesystemen voor blootstellingsindicatoren

6.1 Verontreiniging in de buitenlucht

Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML)

Op landelijk niveau is sinds 1976 het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM operationeel. In dit meetnet wordt continu de luchtkwaliteit verspreid over Nederland gemeten.

Het meetnet is in eerste instantie opgezet om de concentratie van zwaveldioxide te meten. Kort er na zijn metingen van koolmonoxide, ozon en stikstofoxiden toegevoegd. Later is het meetnet sterk uitgebreid met metingen van een groot aantal gasvormige en deeltjesvormige componenten.

In eerste instantie bestond het meetnet uit 240 meetpunten. In de loop der jaren daalden de SO₂-concentraties echter sterk. Ook nam de kennis over verspreiding van luchtverontreiniging toe en werd de inzet van rekenmodellen mogelijk. Hierdoor kon met minder meetlocaties volstaan worden. Het aantal is daarom teruggebracht tot 55 meetlocaties. Hiervan zijn 35 regionale, 7 stadsachtergrond (rustige straten) en 13 straatlocaties (drukke straten). Niet alle componenten worden op iedere meetlocatie gemeten. Dit hangt af van de meetstrategie. Voor ozon en stikstofdioxide is er een wettelijke meetverplichting (LML, 2001). Het aantal meetlocaties moet in 2002 aangepast worden in overeenstemming met de nieuwe Europese richtlijnen. Dit zou betekenen dat voor stikstofdioxide en fijn stof het aantal meetstations uitgebreid moet worden (van Breugel en Buijsman, 2001).

Voor de stoffen die ter plaatse automatisch bemonsterd en geanalyseerd kunnen worden, worden de meetgegevens ieder uur doorgezonden naar de centrale computer bij het RIVM. Vanuit deze computer worden de, ongevalideerde, meetgegevens vrijwel direct verstrekt via o.a. Teletekst en Internet. Validatie van de resultaten vindt driemaandelijks plaats.

Fijn stof

Fijn stof is vanaf 1992 in het LML opgenomen. Op 19 locaties worden uurgemiddelde concentraties gemeten en direct doorgezonden naar het RIVM. De meetpunten zijn gelegen op tien regionale, vier stadsachtergrond en vijf straatlocaties (RIVM, 2001b). Vanwege de Europese richtlijnen zou het aantal meetstations met 23 stations uitgebreid moeten worden (van Breugel en Buijsman, 2001).

Zwarte rook

Zwarte rook wordt al vanaf 1984 gemeten in het LML. Op 15 locaties worden 24-uurgemiddelde concentraties gemeten: op 11 regionale, 1 stadsachtergrond en 3 straatlocaties (RIVM, 2001b). Sinds kort wordt zwarte rook ter plaatse geautomatiseerd gemeten (Buijsman, 2001).

NO₂

Vanaf 1977 is NO₂ in het LML opgenomen. Er worden op 46 locaties uurgemiddelde concentraties gemeten: 27 regionale, 6 stadsachtergrond en 13 straatlocaties (Buijsman, 2001; RIVM, 2001b). Vanwege de Europese richtlijnen zou het aantal meetstations met acht stations uitgebreid moeten worden (van Breugel en Buijsman, 2001).

Ozon

Ozon is ook in 1977 opgenomen in het LML. Uurgemiddelde concentraties van ozon worden op 38 locaties gemeten: op 26 regionale, 4 stadsachtergrond en 8 straatlocaties (Buijsman, 2001; RIVM, 2001b).

Benzeen

Benzeen is vanaf 1992 opgenomen in het LML. Metingen vinden plaats op negen locaties: vier regionale, één stadsachtergrond en vier straatlocaties. Benzeen wordt automatisch bemonsterd, maar op het laboratorium geanalyseerd. Benzeen wordt niet continu

gemeten. Monsternamen vindt in cycli plaats: vier weken wel, gevolgd door vier weken niet. Er worden weekgemiddelde en een aantal 24-uurs- en overdag-gemiddelde concentraties bepaald (Buijsman, 2001; RIVM, 2001b).

Benz(a)pyreen

Benz(a)pyreen is niet opgenomen in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. In 1998-1999 heeft het RIVM een éénmalige meetcampagne van ca. tien maanden uitgevoerd op diverse locaties in Nederland.

De provincie Noord-Holland en DCMR meten regelmatig op een beperkt aantal locaties in het westen van het land de concentratie van benz(a)pyreen. (RIVM, 2001b, Buijsman, 2001).

Emissieregistratie

Sinds 1974 worden gegevens over luchtmissies in Nederland geregistreerd in de Emissieregistratie in opdracht van de Hoofdinspectie voor de Milieuhygiëne (HIMH) van het Ministerie van VROM. In het begin lag het zwaartepunt op de industrie. Naarmate meer industriële bronnen werden gesaneerd groeide het relatieve belang van de emissie uit meer diffuse bronnen als verkeer, landbouw, huishoudens en natuurlijke processen. In de loop der tijd zijn ook emissiegegevens van deze doelgroepen toegevoegd aan de Emissieregistratie. De rapportage wordt verzorgd onder verantwoordelijkheid van de Coördinatie Commissie Doelgroep Monitoring (CCDM). Hierin zijn vertegenwoordigd de Ministeries van VROM, V&W, LNV en EZ, het Interprovinciaal Overleg (IPO), de VNG, de Unie van Waterschappen (UvW), het RIVM en het CBS.

Aan de basis van de Emissieregistratie liggen de gegevens van de emissies naar lucht van circa 500 belangrijkste bedrijven die individueel geregistreerd zijn in de Individuele Emissieregistratie (ER-I). Door deze gegevens te combineren met bestanden over locatie en omzet van de circa 60.000 bedrijven in Nederland worden bijstellingen van de emissies gedaan. Deze zijn opgenomen in de Collectieve Emissieregistratie (ER-C). In de ER-C worden ook de emissies van andere doelgroepen opgenomen. Zo worden bijvoorbeeld de emissiefactoren van verkeer gecombineerd met verkeersintensiteiten en een wegenbestand. Het ER-C omvat zo ruimtelijk gelokaliseerde emissiegegevens van alle emitterende bronnen, zowel industriële als niet-industriële bronnen. Het ruimtelijk resolutieniveau is 5 x 5 km. In totaal zijn circa 800 stoffen en stofgroepen opgenomen (CCDM, 2001).

Tot 1996 werden de emissiegegevens voornamelijk verzameld door TNO. Hierna werd het de verantwoordelijkheid van de bedrijven zelf. Vanaf begin 2000 zijn milieujaarverslagen voor de belangrijkste bedrijven verplicht en vormen deze de basis voor de

registratie. De gegevens worden doorgegeven aan de provincie waar het bedrijf zich bevindt. De betreffende provincie valideert deze gegevens met de gegevens die zijzelf heeft verzameld, onder meer in het kader van de vergunningverlening en levert ze aan de Emissieregistratie. Er zijn protocollen en een kwaliteitstoetsing voor het verzamelen, valideren en invoeren van de gegevens (Huisman, 2001).

Ongeveer 100 prioritaire stoffen, waarvoor beleid of een beleidsdoelstelling is geformuleerd, worden jaarlijks gerapporteerd. Op aanvraag worden gegevens uit de Individuele Emissieregistratie verstrekt. In de loop van 2002 worden de emissiegegevens toegankelijk gemaakt voor professionele gebruikers via internet (www.emissieregistratie.nl) in het zogenaamde Datawarehouse Emissieregistratie (CCDM, 2001).

Rapportages Luchtkwaliteit

In opdracht van het Ministerie van VROM rapporteert het RIVM over de luchtkwaliteit in Nederland. Hiervoor worden meetgegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit gebruikt. Op regionaal niveau zijn er enkele instanties die de luchtkwaliteit op een beperkt aantal locaties regelmatig meten. Naast de Provincie Noord-Holland en DCMR (Rijnmond) zijn dit de Provincie Limburg en OMEGAM (Amsterdam). De resultaten van deze metingen worden door het RIVM opgenomen in de jaarrapportage (Buijsman, 2001; RIVM, 2001b).

Het LML is uiteraard geen fijnmazig net van meetpunten en geeft daarmee geen landelijk dekkend en geen ruimtelijk gedetailleerd beeld.

Er worden verschillende methoden toegepast om op basis van meetresultaten een dergelijk beeld te verkrijgen.

Voor B(a)P is er onvoldoende kennis aanwezig om de metingen te kunnen extrapoleren naar een landsdekkend beeld, zodat voor deze stof volstaan wordt met trends weergegeven per meetlocatie.

Voor ozon, SO₂ en zwarte rook is het meetnet voldoende gedetailleerd om via lineaire interpolatie een landsdekkend beeld te maken met een ruimtelijke resolutie van 5 x 5 km. Voor stedelijke agglomeraties met meer dan 40.000 inwoners is veelal een ruimtelijke resolutie van 1 x 1 kilometer mogelijk.

Voor PM₁₀, NO₂ en benzeen worden de meetgegevens gecombineerd met gegevens uit de Emissieregistratie, zodat alle nationale emissiebronnen meegenomen kunnen worden en met gegevens over Europese bronnen. Met behulp van het verspreidingsmodel OPS of SIGMA wordt de luchtkwaliteit berekend.

Voor verkeer kunnen de concentraties van de beschouwde stoffen, uitgezonderd ozon, tot op een afstand van 30 meter van verkeerswegen met behulp van het CAR-model berekend worden. Hiervoor zijn de emissiefactoren en verkeersintensiteiten uit de Emissieregistratie nodig. De verkeersintensiteiten zijn gebaseerd op gemeentelijke ver-

keerstellingen, die erg arbeidsintensief zijn. Reden waarom deze vaak niet geactualiseerd zijn.

Op deze wijze wordt een landsdekkend beeld verkregen met een ruimtelijke resolutie van 5 x 5 kilometer en voor NO₂ van 1 x 1 kilometer.

Door vergelijking met de gemeten luchtconcentraties worden de modelberekeningen telkens gevalideerd (RIVM, 2002). Voor de belangrijkste stoffen is de kwaliteit van de emissiegegevens nu voldoende (Schols, 2002).

Het RIVM rapporteert in jaarrapportages over de luchtkwaliteit op basis van het LML en de Emissieregistratie (RIVM, 2002).

Het LML gecombineerd met de landelijke Emissieregistratie levert een geschikt monitoringssysteem om landelijk de luchtkwaliteit voor fijn stof, zwarte rook, stikstofdioxide, ozon en benzeen te bewaken. Voor benz(a)pyreen is geen landsdekkend monitoringssysteem beschikbaar. Het ruimtelijk aggregatieniveau is laag, overwegend 5 x 5 km. In steden met meer dan 40.000 inwoners kan onder meer door gebruikmaking van het CAR-model voor de stoffen zwarte rook en NO₂ een lagere resolutie van 1 x 1 km. bereikt worden. Gemeenten met meer dan 40.000 inwoners beschikken over het CAR-model dat gekoppeld is aan de verkeersmilieukaart, waarin verkeerstellingen zijn opgenomen. Met behulp van dit CAR-model zijn de concentraties van B(a)P, zwarte rook, PM10, benzeen en NO₂ tot op 30 meter afstand van verkeerswegen te berekenen. Voorwaarde is wel dat de verkeersmilieukaarten frequent geactualiseerd worden.

6.2 Verontreiniging in de binnenlucht

Er wordt geen systematisch onderzoek gedaan naar verontreinigingen in de binnenlucht. In het verleden is wel, voornamelijk door de Landbouwuniversiteit, een aantal grote onderzoeken uitgevoerd naar de luchtverontreiniging in Nederlandse woningen.

NO₂

Door de Landbouwuniversiteit is begin jaren 80 de weekgemiddelde NO₂-concentratie gemeten in keukens, woonkamers en slaapkamers van meer dan 900 woningen.

Door de GGD Groningen en omstreken zijn in 1993/1994 weekgemiddelde concentraties van NO₂ bepaald in 189 woningen.

In 1995 is door de Landbouwuniversiteit met een andere bemonsteringsmethode de weekgemiddelde NO₂-concentratie gemeten in circa 170 woningen (Slob, 1996).

CO

Weekgemiddelde CO-concentraties zijn begin jaren 80 door de Landbouwniversiteit gemeten in 70 woningen. In twaalf woningen zijn één minuut- en één uurgemiddelde waarden bepaald (Slob, 1996). In de jaren 90 zijn alleen incidentele metingen uitgevoerd in probleemsituaties.

Vluchtige organische verbindingen inclusief benzeen (VOC)

Begin jaren 80 is een groot onderzoek door de Landbouwniversiteit uitgevoerd naar het voorkomen van 43 vluchtige organische verbindingen, inclusief benzeen, in woningen. In 134 naoorlogse, 89 vooroorlogse en 96 nieuwbouw woningen is de weekgemiddelde concentratie bepaald (Lebret, 1985).

In latere jaren zijn onderzoeken uitgevoerd gericht op woningen boven bedrijven die vluchtige organische verbindingen emitteren, zoals zeefdrukkerijen (Verhoeff et al., 1987), schoenreparatiebedrijven (Links, 1995) en chemische wasserijen (Fast, 1993; DCMR, 2000; Oostenbruggen, 2000).

POP's: broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen

Het gehalte van broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen in woningen is alleen door Greenpeace onderzocht. Naast onderzoek van het stof in acht Europese parlamentsgebouwen, waaronder de Tweede Kamer, liet Greenpeace ook het huisstof van 50 woningen onderzoeken op deze verbindingen (Greenpeace, 2001).

Er is hiermee geen monitoringssysteem voor het meten van de concentraties van NO₂, CO en vluchtige organische verbindingen en POP's in de binnenlucht. Op dit moment bezint men zich op de vraag of er opnieuw een monitoringprogramma voor de binnenlucht uitgevoerd moet worden en zo ja op welke stoffen en wat voor situaties dat gericht zou moeten zijn (Bloemen, 2001; Kliet, 2001).

6.3 Geluidbelasting

De geluidbelasting in Nederland wordt indirect gemonitord door het RIVM in het Landelijk Beeld Verstoring (LBV). De geluidbelasting wordt niet gemeten, maar berekend met behulp van rekenmodellen. Er zijn in Nederland voorgeschreven standaard rekenmethoden voor de berekening van de geluidbelasting van wegverkeer: SRM1 en SRM2. SRM1 is een eenvoudig formulairium en berekent de geluidbelasting in een rechte lijn vanaf de weg. SRM2 houdt onder meer rekening met de reflectie door gebouwen, maar

is zeer complex en vereist invoer van zeer veel gedetailleerde lokale gegevens. Het LBV maakt gebruik van SRM1, dat zodanig aangepast is dat de invloed van verschillende wegsegmenten op de geluidbelasting op een rasterpunt en de invloed van schermen berekend kan worden. Het is een landsdekkend grid-model met een ruimtelijke resolutie van 100 bij 100 meter.

Het LBV is momenteel operationeel voor geluid van wegverkeer, railverkeer en luchtvaart. Geluid van industrie is nog niet opgenomen in het LBV. In tegenstelling tot geluid van verkeer is bij industrie de emissie sterk divers en door bedrijfsontwikkelingen onderhevig aan sterke fluctuaties. Hierdoor is de benodigde monitoringsinspanning zeer arbeidsintensief en wordt deze dan ook nog niet geleverd. Op termijn wordt er wel naar gestreefd om de belangrijkste industriële bronnen, met een continue aanzienlijke emissie, te gaan monitoren.

Voor de modelberekeningen van geluid van verkeer zijn onder meer gegevens nodig over de verkeersintensiteit. Het is van belang om over jaarlijks bijgewerkte gegevens vooral van de intensiteiten te beschikken. Voor rijkswegen worden de gegevens over de verkeersintensiteit regelmatig geactualiseerd. Deze jaarlijkse cijfers over geluidbelasting zijn daarmee betrouwbaar. De gegevens over verkeersintensiteit op provinciale wegen worden niet geactualiseerd, maar zijn gebaseerd op tellingen van 1990 en gecorrigeerd voor de landelijke groei van wegverkeer. Gegevens over intensiteit op binnenstedelijke wegen zijn gebaseerd op de door gemeenten opgestelde verkeersmilieukaarten (VMK). Zoals vermeld zijn de verkeersstellingen zeer arbeidsintensief, waardoor gemeenten de verkeersmilieukaarten vaak niet frequent actualiseren. De door het RIVM gebruikte bestanden van de VMK dateren uit 1990. Er loopt een actie bij het RIVM om deze te actualiseren. Een jaarlijkse actualisatie zit er echter waarschijnlijk door de genoemde problemen bij gemeenten niet in.

De emissiegegevens van railverkeer worden jaarlijks geleverd door NS-Technisch Onderzoek.

De berekening van de geluidbelasting door de luchtvaart wordt jaarlijks uitgevoerd door het NLR. Voor de bepaling van de geluidbelasting van railverkeer en vliegverkeer is er daarmee geen mogelijkheid van een onafhankelijke controle.

Het LBV rapporteert jaarlijks.

Naast het LBV is er nog een 2-tal modellen, die de geluidbelastingen berekenen. TNO heeft Urbis, waarmee in een GIS-model de belasting door luchtverontreiniging, stank en geluid berekend kan worden. Voor geluid wordt een aangepaste SRM1 methode gebruikt. Urbis wordt op lokale schaal toegepast. DGMR heeft in opdracht van de Adviesdienst voor Verkeer en Vervoer, AVV, van Rijkswaterstaat het model Silence ontwikkeld voor de berekening van de geluidbelasting van rijkswegen. Dit model maakt gebruik van SRM2.

De EU heeft de verplichting gesteld om geluidkaarten op te gaan stellen. Er is nog geen uitsluitend gegeven over de te gebruiken berekeningsmethode. Hiermee is nog onduidelijk of ook in de toekomst de door het LBV gebruikte methode voor berekening van de geluidbelasting gehandhaafd zal blijven (Jabben et al., 2000a; Jabben, 2001)

Ter ondersteuning en validatie van het LBV is door het RIVM in 1999 een structureel meetprogramma gestart. Het is de bedoeling om op een aantal specifieke locaties de geluidsbelasting van grootschalige bronnen, zoals het verkeer op rijkswegen en spoorwegverkeer, permanent te gaan meten. Dit is vooral ingegeven door het NMP4 waar ingezet wordt op stillere voertuigen om de geluidbelasting te verlagen. Ter signalering is een meetpunt ingericht langs een drukke rijksweg. (Jabben et al, 2000b)

Het LBV heeft een landelijke dekking en toch een lage ruimtelijke resolutie. Het is daarmee een geschikt monitoringssysteem voor de geluidbelasting van wegverkeer, railverkeer en vliegverkeer. Voor industriële bronnen van geluidbelasting is geen monitoringssysteem beschikbaar.

6.4 Straling

UV-straling

De UV-straling wordt door het KNMI en het RIVM gemeten.

Het KNMI meet vanaf 1994 de dikte van de ozonlaag boven de Bilt. Hierbij wordt tegelijkertijd de UV-straling gemeten. Het UV-spectrum wordt ongeveer om de 55 minuten vanaf zonsopgang tot zonsondergang bepaald. Al langer wordt de UV-straling gemeten met een breedband stralingsmeter. Deze metingen vinden frequenter plaats: ongeveer eens in de tien minuten (Allaart, 2001).

Het RIVM meet sinds 1994 de UV-straling boven Bilthoven. Het UV-spectrum wordt elke 12 minuten van zonsopgang tot zonsondergang gemeten.

Met modellen, waarbij de, door het KNMI en satellieten geleverde, gegevens over onder meer de zonnestand, het ozongehalte, graad van bewolking en het gehalte aan aërosolen worden gebruikt, worden schattingen gemaakt van de jaarlijkse landelijke stralingsdoses. De periode van metingen vanaf 1994 is te kort om een trend te kunnen bepalen. Door modellering wordt het mogelijk om de stralingsdoses te schatten in de periode voor 1994, zodat het eenvoudiger wordt om een trend te kunnen bepalen. Ook worden door middel van deze modellering toekomstscenario's doorgerekend. Op korte termijn zal een tweede meetpunt ten zuiden van Utrecht ingericht worden (Slaper, 2001).

Door de combinatie van door het RIVM uitgevoerde metingen en modellering ontstaat een geschikt landelijk monitoringssysteem voor de UV-straling.

Radon

In het kader van het SAWORA-programma (Stralings Aspecten van Woonhygiëne en aanverwante Radioëcologische problemen) van het RIVM zijn in de periode van 1983-1984 radonmetingen uitgevoerd in ongeveer 900 woningen in Nederland. Jaargemiddelde concentraties zijn bepaald in de woonkamer, de slaapkamer en in enkele kruipruimten (Slob, 1996).

Eind jaren 80 is een onderzoek uitgevoerd door de Natuurkundewinkel Groningen in het kader van het RENA-programma (Reguleerbare vormen van Natuurlijke Achtergrondstraling) (Slob, 1996).

In 1995-1996 is het SAWORA onderzoek door het RIVM herhaald door de radonconcentratie in circa 1500 woningen te meten. Het onderzoek richtte zich nu op nieuwbouwwoningen gebouwd tussen 1985 en 1993. Jaargemiddelde radonconcentraties zijn bepaald in de woonkamer, slaapkamer en kruipruimte (Stoop et al., 1998).

Het is de intentie om dit onderzoek elke tien jaar te herhalen. (Reiner, 2001).

Op voorwaarde dat het onderzoek herhaald wordt is er een geschikt monitoringssysteem voor de bepaling van radon in woningen.

Gammastraling

Er is in Nederland geen onderzoek van enige omvang uitgevoerd naar de gammastraling in woningen.

Er is geen monitoringssysteem voor gammastraling in woningen.

Extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EM velden)

De veldsterkten van ELF-EM worden niet systematisch gemeten in Nederland.

Incidenteel worden door de KEMA berekeningen van de magnetische veldsterkten rond hoogspanningslijnen uitgevoerd. Deze zijn namelijk goed te modelleren. De voor de berekening benodigde gegevens worden verstrekt door energiebedrijven. De stroomsterkte is sterk bepalend voor de sterkte van het magnetisch veld. Deze kan in de tijd sterk fluctueren. Bovendien is de stroomsterkte op een bepaald moment niet gelijk over de hele lengte van de hoogspanningslijn. Bij elk koppelpunt kan stroom afgetakt worden, zodat de stroomsterkte afneemt. Energiebedrijven registreren de per dag geleverde

stroom. Deze gegevens zijn echter niet gedetailleerd genoeg voor een bepaling van veldsterkten rond een bepaald deel van een hoogspanningslijn.

Op verzoek van de KEMA registreert een energiebedrijf daarom gedurende korte tijd momentane waarden van de stroomsterkte door het beschouwde deel van de hoogspanningslijn, zodat gemiddelde en maximum veldsterkten rond dit deel van een hoogspanningslijn berekend kunnen worden (Koops, 2001).

Men bezint zich momenteel op de vraag of er een monitoringssysteem, gebaseerd op modellering van veldsterkten en ondersteund door een aantal metingen, moet komen (Slaper, 2001).

In Nederland is er echter circa 4000 km lengte aan hoogspanningslijnen. Het zal duidelijk zijn, dat een landelijk dekkend systeem voor registratie van stroomsterkten en gemodelleerde magnetische veldsterkten rond hoogspanningslijnen zeer complex is (Koops, 2001).

De elektrische veldsterkte is veel lastiger te modelleren, omdat objecten een sterk storend effect hebben op deze velden. De lokale situatie is daarmee sterk bepalend voor de veldsterkte op een bepaald punt.

Er is op dit moment geen monitoringssysteem beschikbaar voor de meting van veldsterkten rond hoogspanningslijnen.

Incidenteel zijn metingen van veldsterkten in woningen uitgevoerd. Op korte termijn wordt door de KEMA een pilot uitgevoerd in 12 woningen. Daartoe wordt gedurende een week de magnetische veldsterkte geregistreerd op 6 plaatsen in de woning. Mogelijk worden deze metingen in andere woningen voortgezet (Koops, 2001). Systematische metingen van magnetische veldsterkten in woningen ontbreken echter.

Voor de monitoring van veldsterkten in woningen is geen systeem beschikbaar.

Radiofrequente elektromagnetische velden rond GSM-zendmasten

Incidenteel, meestal op basis van klachten, worden door TNO en de Inspectie Verkeer en Waterstaat metingen van radiofrequente veldsterkten rond GSM-zendmasten uitgevoerd. Er wordt in Nederland niet systematisch gemeten (Zwanborn, 2001 en Leonhard, 2001).

Recent is het Nationaal Antenne Bureau opgericht. Dit is ondergebracht bij de Inspectie Verkeer en Waterstaat, divisie Telecom. Dit bureau moet een database gaan opzetten met daarin alle opstelplaatsen van antennes en masten, inclusief allerlei technische gegevens. Het doel is onder meer om te komen tot een ruimtelijk beeld van de veldsterkten. Gedacht wordt aan veldsterktekaarten die via internet ook voor het publiek

benaderbaar zijn (Leonhard, 2001). Er is een wettelijke verplichting voor de netwerkoperators om na de plaatsing van een nieuwe GSM-zendmast de locatie van de mast mee te delen aan de Inspectie Verkeer en Waterstaat, Divisie Telecom. Dit bestand wordt door de Divisie Telecom driemaandelijks aangevuld. Deze registratie is niet volledig. Op zich zijn de veldsterkten rond GSM-zendmasten eenvoudig te modelleren. De veldsterkte is wel sterk afhankelijk van het aantal telefoongesprekken, dat tegelijk plaats vindt, maar veel stations zijn altijd volledig in bedrijf, zodat er een constante veldsterkte heerst.

Op dit moment is er nog geen monitoringssysteem voor de radiofrequente EM veldsterkten. De oprichting van het Nationaal Antenne Bureau biedt veel perspectieven om te komen tot een dergelijk systeem.

6.5 Drinkwater

De controle op de kwaliteit van het drinkwater is een wettelijke taak, die neergelegd is in de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit.

In het Waterleidingbesluit zijn de te bemeten parameters en de frequentie van monsternamen opgenomen. De frequentie is afhankelijk van het aantal inwoners in het distributiegebied van het waterleidingbedrijf en de geleverde hoeveelheid drinkwater. Per 10.000 inwoners dient er eens per 14 dagen een monster van het distributiewater genomen te worden. Bemonsterd wordt het ruw of reinwater en het distributiewater.

De waterleidingbedrijven voeren de metingen uit. In 1998 waren er 27 waterleidingbedrijven. Deze sturen de meetresultaten naar de vijf regionale kantoren van de regionale Inspectie Milieuhygiëne. In samenwerking met de Inspectie Milieuhygiëne rapporteert het RIVM met behulp van het REWAB-programma (REGistratie opgaven WATERleidingBedrijven) jaarlijks over de drinkwaterkwaliteit in Nederland.

Het huidige Waterleidingbesluit is gebaseerd op de EG-Drinkwaterrichtlijn uit 1980. Eind 1998 is een nieuwe EG-Drinkwaterrichtlijn in werking getreden. Begin 2002 is deze geïmplementeerd in de nationale wetgeving.

Lood, loodoplossend vermogen en aanwezigheid loden buizen.

Het loodgehalte wordt bepaald in het ruwe water en het distributiewater. In 1999 zijn 6649 metingen van lood in het drinkwater in het distributiegebied uitgevoerd. Om de invloed van de loden dienstleidingen na te gaan wordt het drinkwater ook aan de tap bemonsterd. Waterleidingbedrijven zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit van drinkwater tot aan de huisaansluiting. Om de invloed van mogelijke loden binnenleidingen uit te sluiten wordt het tapwater daarom pas na doorstroming bemonsterd. Het distributie-

water, wordt wel in een buizenproef getest op het loodoplossend vermogen. Hiervoor wordt op het pompstation het water na 16 uur staan in een loden proefbuis bemonsterd en geanalyseerd op lood.

De nieuwe EG-Drinkwaterriichtlijn is meer gericht op blootstelling en heeft daarmee consequenties voor de bemonsteringswijze van tapwater. Er is een voorstel om drinkwater te bemonsteren zonder eerst het water te laten doorstromen. Hierover is echter nog geen beslissing genomen (Versteegh, 2002).

De huidige methode voor de bepaling van lood in drinkwater is ongeschikt voor bewaking van de milieukwaliteit ter bescherming van de gezondheid. Het loodoplossend vermogen is op zich een goede schatter van de loodconcentratie in het drinkwater. Zolang echter niet bijgehouden wordt hoeveel en waar loden binnenleidingen aanwezig zijn, kan dit niet gebruikt worden als monitoringsysteem.

Nitraat

In 1999 zijn 2233 metingen van nitraat in drinkwater 'af pompstation' uitgevoerd (Versteegh, 2001).

In Nederland zijn bijna alle (99,9%) huishoudens aangesloten op het openbare waterleidingnet. In het buitengebied maken enkele huishoudens nog gebruik van privé-putten. Op boerderijen is het niet uitgesloten dat privé-putten, gebruikt voor het drenken van het vee en reinigen van bedrijfsmaterialen, ook door de bewoners gebruikt worden. De putten liggen meestal in landbouwgebieden, zijn vaak ondiep en het water kan hoge gehalten nitraat bevatten. De bewoners zijn zelf verantwoordelijk voor de kwaliteit van dit drinkwater en moeten deze zelf laten controleren.

Voor nitraat in drinkwater is een geschikt landelijk monitoringsysteem beschikbaar. Het monitoringsysteem is vrijwel compleet. Het drinkwater van privé-putten wordt echter niet gecontroleerd, terwijl dit hoge concentraties van nitraat kan bevatten.

6.6 Voeding

Voedselconsumptie

De voedselconsumptie wordt in Nederland gemeten door middel van de voedselconsumptiepeiling (VCP). In opdracht van de Ministeries van VWS en LNV peilt marktonderzoeksbureau GfK Nederland de consumptiehoeveelheden van een steekproef uit de Nederlandse bevolking van één jaar en ouder. Er zijn nu drie peilingen geweest: in 1987, 1992 en 1997-1998. De steekproef bestaat telkens uit ruim 6000 personen. Gedurende 2

dagen worden de geconsumeerde hoeveelheden voedsel opgeschreven. Demografische en socio-economische gegevens van de deelnemers worden geregistreerd.

Iedere instantie kan, onder de door de Beheerscommissie VCP gestelde voorwaarden, over het databestand van de Voedselconsumptiepeiling beschikken. Hiertoe moet een onderzoekprotocol door de Beheerscommissie zijn goedgekeurd. Het secretariaat van de Beheerscommissie, dat het gebruik van de verzamelde gegevens coördineert, is gehuisvest bij TNO-Voeding (VWS, 2001).

Aangezien veel voedselveiligheidsvraagstukken raakvlakken hebben met de kwetsbaarheid van baby's, heeft het RIKILT Wageningen UR onlangs een apart onderzoek uitgevoerd naar de consumptie door baby's in de leeftijd van acht tot tien maanden (van Klaveren, 2002).

Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP)

In het verleden zijn de gegevens van het toenmalige Bewakingsprogramma Mens en Voeding en de toenmalige Landbouwadvis Comissie Milieukritische stoffen samengevoegd tot de databank COBA Contaminanten in Voedingsmiddelen. In 1993 werden de doelstellingen verruimd. De databank werd uitgebreid met een aantal meetprogramma's uit de agrarische sector, en COBA werd omgedoopt tot het Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (KAP) (van Klaveren, 2002).

Het KAP is een samenwerkingsverband tussen verschillende overheidsinstanties, producenten en veilingbedrijven. In een convenant is overeengekomen, dat monitoringsgegevens van voedingsmiddelen door de deelnemende organisaties aan het RIKILT-DLO geleverd worden, die de gegevens opneemt in de centrale database en erover rapporteert. Het KAP neemt zo ongeveer 200.000 meetresultaten per jaar op in de centrale database. De producten die bemonsterd worden en waarvan de resultaten opgenomen worden zijn vis, zuivelproducten, veevoeder, dierlijke producten, groenten en fruit (van Klaveren, 1999).

De belangrijkste doelstelling van het KAP is residugehaltes uit meetprogramma's systematisch onderbrengen in één databank, die zodanig is georganiseerd dat de risicobeoordeling met deze residu-data snel en inzichtelijk kan worden uitgevoerd. Hiervoor wordt het KAP gekoppeld aan de eerder genoemde Voedselconsumptiepeiling. In de risicobeoordeling wordt gebruik gemaakt van nieuwe inzichten in de risicobepaling. Ook worden Monte Carlo simulaties gebruikt waardoor het mogelijk wordt om kansen ten aanzien van blootstelling via de voeding te relateren aan kansen op blootstelling via andere routes (van Klaveren, 2002).

Resultaten van de monitoringprogramma's worden gepubliceerd en ook via internet ter beschikking gesteld (van Klaveren, 1999; KAP, 2002).

Keuringsdienst van Waren

De regionale Keuringsdiensten van Waren, onderdeel van het Ministerie van VWS, leveren de meeste gegevens over gehalten van verontreinigingen in voedingsmiddelen. Hiervoor bestaat geen vastomlijnd meerjaren monitoringprogramma. Er worden wel op grote schaal projectmatig voedingsmiddelen gecontroleerd. Deze projecten worden ingericht op basis van eerdere bevindingen, signalen over de gehalten van bepaalde verontreinigingen in voedingsmiddelen of van gewijzigd beleid of scherpere normstelling. Ook kan het project zoals bij bestrijdingsmiddelen ingegeven zijn door Europese richtlijnen en onderdeel zijn van een Europees monitoringprogramma. Naast de levering van data aan het KAP, worden de resultaten gepubliceerd in rapporten, die over het algemeen ook via internet beschikbaar worden gesteld (KvW, 2002).

Lood, cadmium, arseen en kwik

Zware metalen worden door de Keuringsdienst van Waren Noord-West bepaald in primaire landbouwproducten. In deze gewassen worden de gehalten van lood en cadmium bepaald. Het anorganisch arseengehalte wordt niet bepaald door het ontbreken van een norm voor het maximaal toelaatbare gehalte in voedingsmiddelen. Sinds 2001 is dit programma weer gestart, omdat nieuwe, strengere, EU-normen zijn gaan gelden. Er worden per jaar circa 350 monsters geanalyseerd. Hierover wordt gerapporteerd in jaarverslagen (van der Schee, 2002).

Door de Keuringsdienst van Waren Oost worden zware metalen in dierlijke producten bepaald. Per jaar worden circa 100 monsters vis en 100 monsters wild geanalyseerd op lood, cadmium en kwik. Bemonsterd worden producten die aangeboden worden aan consumenten en producten van de afslag. Tevens worden in speciale projecten andere dierlijke producten bemonsterd. Zo is in 1999 kwik geanalyseerd in 350 monsters van schaal- en schelpdieren. In 2001 zijn 125 monsters van visconserven geanalyseerd op kwik. In 2002 zal geïmporteerde melkpoeder bemonsterd en geanalyseerd worden (Jonker, 2002).

Het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, RIVO, bepaalt het kwikgehalte in paling op 22 vislocaties. Deze locaties zijn gelegen in grote rivieren, meren en kanalen. Er worden per locatie verschillende monsters genomen en bij elkaar gevoegd. Resultaten worden onder meer opgenomen in het KAP (van Klaveren, 1999).

Door de Rijksdienst voor de keuring van Vee en Vlees (RVV) wordt orgaanvlees, nieren, bemonsterd op de boerderij en in het slachthuis en geanalyseerd op lood, cadmium en kwik (van Klaveren, 1999).

Nitraat

Mede in verband met Europese regelgeving analyseert de Keuringsdienst van Waren Noord-West groenten op nitraat. In 2001 werden 850 groentemonsters, waarvan 250 andijvie, 250 sla, 200 spinazie en 50 rode biet, geanalyseerd (van Schee, 2002). De Keuringsdienst van Waren rapporteert jaarlijks en geeft tevens de resultaten door aan het KAP.

PAK

Het PAK-gehalte wordt niet standaard gemonitord in voedsel. De Keuringsdienst van Waren Zuid analyseert alleen incidenteel voedingsmiddelen op B(a)P. Op basis van een signaal van de Europese Unie wordt nu het B(a)P-gehalte in Zuid-Europese olijfoliën onderzocht. Er zijn nu zo'n 150 monsters geanalyseerd (Beljaart, 2002). De Keuringsdienst van Waren Oost ontwikkelt momenteel een methode voor bepaling van PAK in dierlijke producten (de Vries, 2002).

Bestrijdingsmiddelen

In 1998 zijn de analyses op bestrijdingsmiddelen door de Keuringsdienst van Waren gecentraliseerd bij de dienst Noord-West. Op basis van vernieuwde Europese regelgeving voor groenten, fruit en granen wordt nu een nieuw monitoringprogramma opgezet voor bestrijdingsmiddelen. In 1999 zijn 1600, in 2000 en in 2001 ongeveer 2500 monsters geanalyseerd. Voor 2002 is het plan om 3000 groenten, fruit en granenmonsters te analyseren.

Voor het monitoringprogramma is een verdeling op basis van verwacht voorkomen en analysemethode gemaakt. De monsters worden standaard geanalyseerd op een groot aantal bestrijdingsmiddelen. Met de multiresidu methode worden 49 bestrijdingsmiddelen, waarvan de kans dat deze aangetroffen worden het grootst is, geanalyseerd. Er is ook een aantal bestrijdingsmiddelen geselecteerd, die met een voor dat middel geschikte analysemethode, single residue methode, bepaald moeten worden. Deze analyses worden alleen uitgevoerd als verwacht wordt de betreffende bestrijdingsmiddelen aan te treffen. Dan zijn er nog bestrijdingsmiddelen die verboden zijn en waarvan niet verwacht wordt ze aan te treffen, maar die er vanzelf geanalyseerd worden bij de multiresidu analyse. Voor thee is een apart monitoringprogramma opgesteld en worden alleen die bestrijdingsmiddelen geanalyseerd die verwacht worden er in aan te treffen (VWS, 2002).

Bestrijdingsmiddelen worden ook door de sector zelf gemeten in groenten en fruit. In een steekproef worden metingen uitgevoerd om te kunnen bepalen of het gehalte van

bestrijdingsmiddelen voldoende gedaald is om te kunnen oogsten. Na de oogst wordt nog in 20% van de steekproef metingen gedaan ter controle. De resultaten van metingen na de oogst worden opgenomen in het KAP (van Klaveren, 1999).

Het Centraal Orgaan voor Kwaliteitsaangelegenheden in de Zuivel (COKZ) bepaalt jaarlijks organochloor bestrijdingsmiddelen in 48 zuivelmonsters (van Klaveren, 1999).

De RVV analyseert jaarlijks ruim 300 monsters vlees (vet) van het slachthuis op bestrijdingsmiddelen (van Klaveren, 1999).

Dioxinen en PCB's

De Keuringsdienst van Waren Oost neemt jaarlijks circa 400 monsters van dierlijke herkomst, zoals paling, pluimvee en ander vlees en kippeneieren. In 2001 zijn extra, 270, palingmonsters genomen vanwege een aanscherping van de norm voor dioxinen. Ook wordt per kwartaal een aantal pakken melk uit de melkfabrieken bemonsterd. De monsters worden opgewerkt en door het RIKILT-DLO gescreend op de aanwezigheid van dioxinen en PCB's met behulp van de CALUX-methode. Verdachte monsters worden vervolgens door het RIVM geanalyseerd om het gehalte dioxinen en PCB's vast te stellen (de Vries, 2002).

POP's: broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen

Er worden geen gehalten van broomhoudende brandvertragers, organotinverbindingen en ftalaten in voedingsmiddelen bepaald. De broomhoudende brandvertragers worden wel bepaald in bijvoorbeeld textiele stoffen. Organotinverbindingen worden incidenteel bepaald in textiel en luiers. Ftalaten worden incidenteel bepaald in speelgoed (de Vries, 2002). Het ligt in de bedoeling om ftalaten te gaan bepalen in voedingsmiddelen. Het is nog niet vastgesteld welke voedingsmiddelen bemonsterd zullen worden en wanneer dit zal gaan starten (Beljaart, 2002).

Er is een geschikt monitoringssysteem voor de voedselconsumptie van Nederlanders.

Voor de gehalten lood, cadmium, kwik, nitraat, bestrijdingsmiddelen, dioxinen en PCB's in voedingsmiddelen is er een geschikt monitoringssysteem.

Voor arseen ontbreekt een dergelijk systeem. PAK worden in oliën incidenteel gemonitord als daar aanleiding voor is. Voor dierlijke producten wordt een meetmethode ontwikkeld.

Gehalten van broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen worden niet gemonitord in voedingsmiddelen.

6.7 Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor de blootstellingsindicatoren

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Repre- sentativiteit/ compleet heid ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatie niveau	Bruik baarheid ^{1,2}
Luchtverontreiniging						
PM10 buiten	LML - RIVM Emissieregistratie-VROM	uur	+	+	5x5 km	+
Zwarte rook	CAR - RIVM	uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
NO ₂ buiten	LML - RIVM Emissieregistratie-VROM	24 uur	+	+	5x5 km en 1x1 km.	+
	CAR - RIVM	24 uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
NO ₂ binnen	LML - RIVM Emissieregistratie-VROM	uur	+	+	1x1 km.	+
	CAR - RIVM	uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
Ozon	-					
CO binnen	LML - RIVM Emissieregistratie-VROM	uur	+	+	5x5 km en 1x1 km.	+
	CAR - RIVM	uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
Benzeen buiten	-					
Benzeen binnen	LML - RIVM Emissieregistratie-VROM	uur	+	+	5x5 km	+
	CAR - RIVM	uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
VOC binnen	-					
B(a)P buiten	-					
B(a)P binnen	CAR - RIVM	uur	-/+	-/+	wegstuk	-/+
Broombrandvertragers	-					
Ftalaten	-					
Organotinverbindingen	-					
Geluid						
Geluidbelasting	LBV - RIVM	jaarlijks	-/+	+	100x100m.	-/+
Straling						
UV-straling	RIVM	12 minuten	+	+	regionaal	+
Radon binnen	RIVM	10 jaar- lijks?	+	+	regionaal	-/+
Gammastraling binnen	-					
ELF-velden buiten	-					
ELF-velden binnen	-					
RF-velden rond GSM- zendmasten	-					
Drinkwater						

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Representativiteit/compleetheid ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatieniveau	Bruikbaarheid ^{1,2}
Lood	REWAB-RIVM/VROM	jaarlijks	-	+		-
Loodoplossend vermogen + aanwezigheid buizen	-					-
Nitraat	REWAB-RIVM/VROM	jaarlijks	-/+	+	regionaal	-/+
Voeding						
Voedselconsumptie	Voedselconsumptiepeilingen-Min VWS/LNV	5-jaarlijks	+	+	individueel	+
Lood	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
Cadmium	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
Arsen-anorganisch	-					-
Kwik-organisch	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
Nitraat	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
PAK	KvW, KAP - RIKILT	incidenteel	-	+		-/+
Bestrijdingsmiddelen	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
Dioxinen- en PCB's	KvW, KAP - RIKILT	jaarlijks	-/+	+		+
Broombrandvertragers	-					-
Ftalaten	-					-
Organotinverbindingen	-					-

1: De bruikbaarheid is globaal beoordeeld op grond van de frequentie, representativiteit/compleetheid, landelijke dekking en het ruimtelijk aggregatieniveau. Voor de meeste monitoringsdoelstellingen is een laag ruimtelijk aggregatieniveau vereist. Uitzondering vormt hierop de UV-straling, waar een regionaal aggregatieniveau voldoende is.

2: + ja, +/- beperkt, - nee

Registratiesystemen voor biomarkers

7.1 Luchtverontreiniging

COHb-gehalte in bloed

Voor CO is een geschikte biomarker het COHb-gehalte in het bloed. Dergelijke bepalingen worden bij het vermoeden van een koolmonoxidevergiftiging vooral in klinische situaties uitgevoerd. Ook in arbeidssituaties worden dergelijke metingen uitgevoerd. Er is geen onderzoek in de binnenlucht van woningen uitgevoerd waarbij op grote schaal COHb-metingen in het bloed bepaald zijn.

Er is geen monitoringssysteem voor het COHb-gehalte in bloed.

POP's: broomhoudende brandvertragers in moedermelk en bloed

In Nederland worden de biomarkers van broomhoudende brandvertragers niet bepaald.

Er is geen monitoringssysteem voor broombrandvertragers in moedermelk of bloed.

7.2 Drinkwater en voeding

Lood, cadmium, arseen en kwik

Vanaf 1975 is onregelmatig het loodbloedgehalte van beroepsmatig en niet beroepsmatig blootgestelde personen gemeten. Het laatste grote onderzoek dateert van 1997. In dit onderzoek is van circa 300 niet beroepsmatig blootgestelde volwassenen de lichaamsbelasting van lood, cadmium, kwik en arseen gemeten. Tevens is aandacht besteed aan de determinanten geassocieerd aan blootstelling als persoonskenmerken en leefstijlfactoren. (Fiolet et al., 1999). In het Milieucompendium zijn de resultaten van de onderzoeken voor lood vanaf 1975 opgenomen (Milieucompendium, 2000).

Voor kwik is dit het enige op grotere schaal uitgevoerde onderzoek in Nederland.

Voor cadmium is tevens circa tien jaar ervoor een groot onderzoek uitgevoerd in de Kempen om de invloed van bodemverontreiniging na te gaan. Hiervoor is bij 276 mensen en bij een bijna even grote controlegroep het cadmiumgehalte in urine bepaald.

Begin 90er jaren is het arseengehalte in urine bepaald bij 50 kinderen wonend op een van nature met arseen verontreinigde bodem en bij een controlegroep. In dit onderzoek is echter het totaalgehalte arseen gemeten. In het onderzoek van 1997 is het specifieke anorganisch arseengehalte bepaald (Fiolet et al., 1999).

In 2000 is in de derde week na de vuurwerkramp in Enschede bij 4000 bewoners, en hulpverleners bloed en urine verzameld. In de monsters is het gehalte van een aantal zware metalen waaronder lood en cadmium bepaald. Tevens is een vragenlijst afgenomen (RIVM Projectteam, 2001).

Er is geen systematisch monitoringprogramma voor het lood, cadmium, arseen en kwikgehalte in bloed en urine. Het onderzoek dat in 1997 is uitgevoerd naar de lichaamsbelasting van deze stoffen vormt wel een goede basis.

Dioxinen en PCB's

In opdracht van de Inspectie Gezondheidszorg wordt de verontreiniging in moedermelk in een 5-jaarlijks monitoringprogramma vanaf 1972/1973 gemeten door het RIVM. In dat jaar zijn gehalten van organochloorbestrijdingsmiddelen en totaalgehalten van PCB's gemeten. In 1983 zijn in het onderzoek ook individuele PCB's opgenomen. In 1988 is het programma verder uitgebreid met de analyse op dioxinen en furanen (Cuijpers et al., 1997).

In 1993 en 1998 zijn telkens ruim 100 moedermelkmonsters verzameld en geanalyseerd (Milieucompendium, 2000). In samenwerking met de 20 kraamcentra verspreid

over heel Nederland worden moeders van eerstgeborenen voor deelname benaderd. Door middel van een vragenlijst worden gegevens verzameld over factoren die op de concentraties invloed kunnen hebben, zoals het voedingspatroon, leeftijd moeder, Que-
telet Index, alcoholgebruik en rookgedrag. Over de resultaten wordt gerapporteerd via RIVM-rapporten (Cuijpers et al., 1997) en het Milieucompendium (Milieucompendium, 2000).

Er is een geschikt monitoringssysteem voor de gehalten van dioxinen en dioxineachtige PCB's in moedermelk.

7.3 Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor biomarkers

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Representativiteit/compleetheit ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatieniveau ²	Bruikbaarheid ^{1,2}
LUCHTVERONTREINIGING						
COHb bloed	-					
Broombrandvertragers in moedermelk /bloed	-					
DRINKWATER EN VOEDING						
Lood in bloed	RIVM	?	+	+		-/+
Cadmium in urine	RIVM	?	+	+		-/+
Arseen in urine	RIVM	?	+	+		-/+
Kwik in urine	RIVM	?	+	+		-/+
Dioxinen/PCB's in moedermelk	IGZ/RIVM	5 jaarlijks	+	+		+

1: De bruikbaarheid is globaal beoordeeld op grond van de frequentie, representativiteit/compleetheit, landelijke dekking en het ruimtelijk aggregatieniveau.

2: + ja, +/- beperkt, - nee

Registratiesystemen voor gezondheidsindicatoren

8.1 Luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten

Aangezien luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten vastgelegd worden in dezelfde registratiesystemen, worden de indicatoren voor deze aandoeningen samen besproken.

8.1.1 *Gediagnosticeerde luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten (hartinfarct en verhoogde bloeddruk)*

Voor het monitoren van, gediagnosticeerde, luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten komen de registraties in huisartsenpraktijken het meest in aanmerking.

Er zijn twee continue en één periodiek registratiesystemen.

Tot de continue registrerende systemen behoren de Continue Morbiditeits Registratie Peilstations (CMR-peilstations) en het Landelijk Informatie Netwerk Huisartsenzorg (LINH). Beide registratiesystemen zijn voornamelijk gericht op het registreren van verrichtingen in de huisartsenpraktijk en minder op het, actief, verzamelen van gegevens over het voorkomen van aandoeningen (MIE, 2001).

Het registratiesysteem van de CMR-peilstations van het Nivel is gebaseerd op een groep huisartsen, die sinds 1970 wekelijks rapporteert over de verrichtingen en het voorkomen van een beperkt aantal ziekten. Elk jaar stelt een begeleidingscommissie de te registre-

ren ziekten vast. Naast de diagnose worden ook de leeftijd en het geslacht van de patiënten vermeld. In 1999 namen 67 huisartsen in 43 praktijken deel. Hierin is circa 1% van de Nederlandse bevolking als patiënt ingeschreven. De praktijken zijn goed verspreid over Nederland en stad en platteland.

In het 30-jarig bestaan van de peilstations zijn luchtwegaandoeningen geen onderwerp van registratie geweest. Hart- en vaatziekten zijn incidenteel wel geregistreerd. Hartinfarcten zijn in 1978, 1983-1985 en 1991-1994 geregistreerd (Bartelds, 2000). De registratie van hart- en vaatziekten is te incidenteel en heeft geen continuïteit om geschikt te zijn voor monitoring.

De registratie door de CMR-peilstations is op dit moment niet geschikt als monitoring-systeem voor luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten.

Het LINH is in opdracht van het toenmalige ministerie WVC opgericht. Het is een samenwerkingsverband tussen het Nivel, Werkgroep Onderzoek Kwaliteit huisartsengeneeskunde (WOK), de Landelijke Huisartsen Vereniging (LHV) en het Nederlands Huisartsen Genootschap (NHG).

Het doel is om informatie te leveren over de door huisartsen verleende zorg. Vanaf 1996 wordt geregistreerd. Het aantal deelnemende huisartsen groeit nog steeds. Januari 2001 namen 223 huisartsen deel in 180 praktijken met bijna 500.000 patiënten (circa 3% van de Nederlandse bevolking). In een Huisartsen Informatie Systeem (HIS) worden de contacten, medicijnvoorschriften, verwijzingen, en een aantal specifieke verrichtingen of aandoeningen zoals griep vastgelegd. Het LINH stimuleert om bij de verwijzingen ook de diagnose te registreren met behulp van ICPC (International Classification for Primary Care)-codes. Dit wordt nog maar spaarzaam gedaan (LINH, 2001). Verwijzingen naar specialisten, zonder dat aangegeven wordt waarvoor verwezen wordt, zijn te weinig specifiek.

Hiermee is het LINH op dit moment niet geschikt voor monitoring van luchtweg-aandoeningen en hart- en vaatziekten.

Het periodiek registrerende systeem is de Nationale Studie van het Nivel, LINH en het RIVM. In 1987-1988 werd de, eerste, Nationale Studie van Ziekten en Verrichtingen in de huisartsenpraktijk uitgevoerd. Op dit moment loopt de Tweede Nationale Studie. In deze studie worden gegevens van 100 'LINH'-praktijken met circa 400.000 patiënten geregistreerd.

Gedurende een jaar worden gegevens over ziekten, die tot contact met huisartsen en praktijkassistenten hebben geleid, geregistreerd. Er vinden in een jaar zo'n 1,5 tot 2 miljoen contacten plaats. De diagnose wordt gecodeerd volgens de ICPC-codes.

Van alle ingeschreven patiënten worden leeftijd, geslacht en sociaal-economische status (SES) geregistreerd (Nivel, 2000).

Er is landelijke dekking en de steekproef van huisartsenpraktijken is representatief. Deze studie levert betrouwbare landelijke gegevens over het voorkomen van luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten.

De frequentie van de Nationale Studie is echter zodanig laag, dat deze studie niet gebruikt kan worden als monitoringssysteem.

Er was nog een landelijk monitoringssysteem op het gebied van luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten, namelijk het Regenboogproject (Risicofactoren En Gezondheids Evaluatie Nederlandse Bevolking, een Onderzoek Op GGD'en). Het Regenboogproject was een samenwerkingsverband tussen het RIVM, CBS en GGD Nederland en alle GGD'en. Door het CBS werd een steekproef getrokken, waarbij thuis een gezondheids enquête werd afgenomen. Vervolgens werd gevraagd om deel te nemen aan een aanvullend lichamelijk onderzoek op de GGD. In 1999 zijn circa 1600 respondenten onderzocht op de GGD. Bij dit onderzoek werd onder meer de bloeddruk bepaald (VWS, 2001). Eind 2001 is dit project echter gestopt (GGD Nederland, 2001).

Hierdoor is dit registratiesysteem niet geschikt als monitoringssysteem. Er is op dit moment geen registratiesysteem dat geschikt is voor monitoring van luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten.

8.1.2 Zelfgerapporteerde luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten (hartinfarct en verhoogde bloeddruk)

Voor de monitoring van zelfgerapporteerde luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten zijn verschillende periodiek registrerende systemen, die gebruik maken van enquêtes (MIE, 2001).

In de beschreven Tweede Nationale Studie van het Nivel wordt bij een steekproef van 16.000 patiënten van 100 huisartsenpraktijken gevraagd naar luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten. Ook wordt naar het rookgedrag gevraagd. Leeftijd, geslacht en sociaal-economische status worden tevens geregistreerd.

Op basis hiervan zijn betrouwbare landelijke cijfers te geven. Zoals vermeld zijn deze gegevens vanwege de lage frequentie van de studies echter niet geschikt voor monitoring.

Het CBS ontwikkelde in 1981 de Gezondheidsenquête. In 1997 is de Gezondheidsenquête met andere onderzoeken op het terrein van de leefsituatie samengevoegd tot het Permanent Onderzoek Leefsituatie (POLS). Het POLS bestaat uit verschillende modules. De Gezondheidsenquête is ondergebracht in de module gezondheid en arbeid. Jaarlijks wordt deze vragenlijst afgenomen in een steekproef van circa 10.000 personen. In de vragenlijst zijn vragen over het voorkomen van luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten opgenomen. Tevens wordt naar een groot aantal andere variabelen gevraagd zoals leeftijd, geslacht, etniciteit en sociaal-economische status.

De respons is over het algemeen ongeveer 60%. De respondenten zijn niet geheel representatief en er wordt daarom een weging toegepast naar leeftijd, geslacht, burgerlijke staat en mate van stedelijkheid.

De enquête is daarmee een betrouwbaar landelijke monitoringssysteem. Voor de beschreven toepassingen van monitoring zijn echter veelal gegevens nodig op een lager ruimtelijk niveau. Door de steekproefgrootte vormt het regionaal niveau voor POLS het laagste ruimtelijk niveau waarop nog betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden (CBS, 2001).

Veel GGD'en voeren eens in de twee jaar gezondheidsenquêtes uit in hun werkgebied. In deze enquêtes wordt onder meer gevraagd naar luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten als hartinfarct en verhoogde bloeddruk. De enquête wordt bij enkele duizenden personen, meestal boven de 18 jaar, uitgezet. Het ruimtelijk aggregatieniveau is in principe het gemeenteniveau, in grote steden op wijkniveau.

Deze enquêtes zijn niet landelijk gestandaardiseerd, zodat regionale vergelijkingen niet zomaar gemaakt kunnen worden. Door een werkgroep van GGD Nederland wordt al enige tijd gewerkt aan standaardisatie, maar de voortgang verloopt traag. Er is ook nog geen centrale database waarin de gegevens opgenomen zijn.

GGD Nederland start in samenwerking met het RIVM en het ministerie van VWS een 3-jarig project voor het ontwikkelen van een dergelijke centrale, landelijke, database. De bedoeling is om deze te vullen met gegevens van de lokale gezondheidsenquêtes, zodat een lokale en een landelijke gezondheidsmonitor ontstaat. Aangezien niet duidelijk is hoeveel GGD'en een gezondheidsenquête uitvoeren, wordt allereerst geïnventariseerd welke GGD'en een gezondheidsenquête uitvoeren en op welke wijze dit gebeurt. Veel aandacht zal besteed worden aan standaardisatie van de enquête. Dit is voorwaarde voor het opzetten van de centrale database. GGD'en kunnen overigens niet verplicht worden een dergelijke enquête uit te voeren of deze uit te voeren volgens een bepaalde standaardmethode. De door een GGD in de gezondheidsenquête opgenomen vragen hangen uiteraard ook sterk af van de lokale situatie. Er wordt gestreefd naar een

gestandaardiseerde kernset van enquêtevragen, die aangevuld kan worden naar eigen behoefte (GGD Nederland, 2001).

Het POLS van het CBS is een betrouwbaar landelijk monitoringssysteem voor zelfgerapporteerde luchtwegsymptomen en -aandoeningen en hart- en vaatziekten. Het vaak vereiste ruimtelijke aggregatieniveau (4-cijferig postcodeniveau) kan echter niet gehaald worden. Hiervoor biedt het project van GGD Nederland, RIVM en het ministerie van VWS veel perspectief. Het zal echter nog geruime tijd duren voordat een centrale, gestandaardiseerde database is gerealiseerd.

8.1.3 Medicijngebruik

Er zijn in Nederland verschillende systemen waarmee aan patiënten verstrekte geneesmiddelen geregistreerd worden.

Vanaf 1989 is er het Geneesmiddelen Informatie Project (GIP) van het College van Zorgverzekeraars (CVZ). Doel van het GIP is om inzicht te krijgen in het gebruik en de kosten van geneesmiddelen van ziekenfondsverzekerden. Van een steekproef worden de afgeleverde medicijnen geregistreerd. De steekproef is gestratificeerd en bestaat uit ongeveer 50% van de ziekenfondsverzekerden. Ook van circa 10% van de particulier verzekerden wordt de afgeleverde medicijnen geregistreerd.

Ook de door specialisten voorgeschreven medicijnen worden opgenomen. Geregistreerd worden onder meer een aantal kenmerken van de verzekerden, het geneesmiddel en de dosering. Jaarlijks worden ongeveer 60 miljoen voorschriften geregistreerd (VWS, 2001; MIE, 2001).

Het GIP heeft landelijke dekking, maar is vooral gericht op de gegevens van ziekenfondsverzekerden en registreert dus maar een deel van het medicijngebruik. Bovendien wordt de aandoening waarvoor de medicijnen worden afgeleverd niet geregistreerd.

Het LINH registreert alle door de deelnemende huisartsen voorgeschreven medicijnen naar type en indicatie. Ook hier geldt dat een deel van het medicijngebruik gedekt wordt. Medicijnen door specialisten voorgeschreven zijn niet verdisconteerd. Belangrijker is de omvang van de registratie. Januari 2001 werden gegevens van 180 praktijken met bijna 500.000 patiënten, dit is circa 3% van de Nederlandse bevolking, geregistreerd. Dit is beduidend minder dan in het GIP. De praktijken zijn goed verspreid over Nederland (LINH, 2001; MIE, 2001).

Landelijke cijfers van het LINH zijn hiermee betrouwbaar. De gegevens zijn echter niet geschikt voor aggregatie op een laag ruimtelijk, postcode, niveau.

Vanaf 1986 is er Pharmo, het PHARmacoMOrbiditeit koppelingssysteem, beheerd door het onlangs opgerichte Pharmo instituut. Hierin participeren de Universiteit Utrecht, Prismant en de coöperatieve apothekersorganisatie Uexpo. In Pharmo worden gegevens over door apothekers verstrekte medicijnen gekoppeld aan gegevens over ziekenhuisopnamen van de Landelijke Medische Registratie (LMR). De 28 deelnemende apothekers, gevestigd in acht middelgrote steden, liggen verspreid over Nederland. De gegevens van ongeveer 650.000 inwoners worden geregistreerd, dit is circa 4% van de Nederlandse bevolking (VWS, 2001). Ook dit is minder dan in het GIP. Pharmo vormt echter een uniek bestand, omdat het medicijngebruik aan de aandoening gekoppeld kan worden.

Nadeel is echter wel, dat de registratie verre van compleet is. Alleen aandoeningen die tot ziekenhuisopnamen hebben geleid worden namelijk opgenomen in het systeem. Voor de beschreven doelstellingen van monitoring is ook het medicijngebruik bij aandoeningen, die niet tot ziekenhuisopnamen leiden, belangrijk. Er wordt gestreefd naar een uitbreiding met gegevens uit de huisartsenpraktijk (U-blad, 2000).

Zolang dit nog niet het geval is, is Pharmo niet zonder meer geschikt als monitorings-systeem.

Tenslotte is er het registratiesysteem van de Stichting Farmaceutische Kengetallen (SFK) opgericht door de beroepsorganisatie van apothekers KNMP. Er nemen momenteel 1300 van de 1600 apothekers aan deel. Hiermee wordt het medicijngebruik van bijna 12 miljoen personen geregistreerd. Het aantal deelnemende apothekers groeit nog steeds. Naast de registratie van het geneesmiddel wordt onder meer het geslacht, geboortjaar en de postcode van de patiënt vastgelegd.

Dit registratiesysteem is wel vrij compleet, omdat alle middelen door apothekers verstrekt geregistreerd worden. Gemist worden de middelen verstrekt door apotheekhoudende huisartsen en de middelen die verkrijgbaar zijn bij de drogist. Er is een kwaliteitscontrolesysteem. Er doet nu circa 80% van de apothekers aan mee, zodat er een vrij complete landelijke dekking is. Aan het Ministerie van VWS is een on-line systeem ter beschikking gesteld, waarmee de op de 23 AWBZ-regio's geaggregeerde gegevens benaderd kunnen worden. Voor beleidsdoelstellingen worden in overleg en onder voorwaarden gegevens op een lager ruimtelijk aggregatieniveau tegen betaling beschikbaar gesteld (Tinke, 2001; MIE, 2001; SFK, 2001).

Een beperking is wel dat de aandoening, waarvoor het middel verstrekt is, niet geregistreerd wordt.

Gezien het grote aantal personen waarvan het medicijngebruik wordt geregistreerd, waardoor er de mogelijkheid is om gegevens over het medicijngebruik op een laag ruim-

telijk aggregatieniveau te leveren, biedt het registratiesysteem van de SFK de meeste perspectieven voor monitoring van milieugerelateerd medicijngebruik.

8.1.4 Ziekenhuisopnamen vanwege luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten

Vanaf 1963 worden ziekenhuisopnamen geregistreerd in de Landelijke Medische Registratie (LMR) van Prismant. Sinds 1986 zijn alle algemene en academische ziekenhuizen in Nederland aangesloten bij de LMR.

Geregistreerd worden de administratieve en medische gegevens van patiënten, die klinisch of in dagverpleging opgenomen zijn geweest in een ziekenhuis. In 1998 waren dit 1,5 miljoen klinisch ontslagen patiënten en 0,7 miljoen dagverplegingen. De registratie is vrijwel compleet. In 1998 werd 99% van het totaal aantal ziekenhuisontslagen in Nederland door de LMR geregistreerd.

Geregistreerd wordt de diagnose, die bij ontslag wordt beschouwd als de oorzaak van de opname in het ziekenhuis. Hiervoor wordt een standaard Classificatie van Ziekten uit 1980 gebruikt. Naast de diagnose wordt een groot aantal variabelen geregistreerd zoals leeftijd, geslacht, woonplaats, verrichtingen en nazorg.

Er is een kwaliteitscontrolesysteem: de verwerkte gegevens worden teruggekoppeld om eventuele correcties uit te voeren (VWS, 2001; MIE, 2001).

Landelijke cijfers zijn vrij beschikbaar. In principe kunnen voor specifieke onderzoeken gegevens op een laag ruimtelijk aggregatieniveau, bijvoorbeeld postcodeniveau, beschikbaar worden gesteld. Hiervoor is wel speciale toestemming nodig van de privacycommissie en per ziekenhuis (Prismant, 2001).

De LMR is een geschikt registratiesysteem voor monitoring ziekenhuisopnamen als gevolg van luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten.

8.1.5 Sterfte door luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten

Sinds 1899 is het in Nederland wettelijk verplicht de doodsoorzaak te registreren. Een arts stelt de doodsoorzaak vast en meldt dit via de burgerlijke stand aan het CBS. De primaire doodsoorzaak wordt geregistreerd. Deze is niet altijd de rechtstreekse doodsoorzaak. Vooral als er meer aandoeningen verantwoordelijk zijn voor de dood is het niet altijd eenvoudig om de juiste primaire doodsoorzaak vast te stellen. Ook deze secundaire doodsoorzaken worden geregistreerd.

De doodsoorzaken worden gecodeerd volgens een internationaal classificatiesysteem van ziekten (ICD, 10^e revisie). Naast de doodsoorzaak worden onder meer het adres, leeftijd en geslacht geregistreerd. Het CBS vormt de zogenaamde doodsoorzakenstatistiek door de doodsoorzaken te combineren met de bevolkingsstatistiek.

De registratie is vrijwel compleet (praktisch 100%).

De doodsoorzakenstatistiek wordt jaarlijks gepubliceerd. Ook via internet worden de jaarcijfers ter beschikking gesteld. De gegevens zijn standaard gestratificeerd naar leeftijd en geslacht. Het laagste ruimtelijke geaggregeerde niveau, dat op verzoek ter beschikking wordt gesteld, is het gemeentelijke niveau.

Vanwege privacy overwegingen worden geen gegevens op postcodeniveau geleverd. Dagelijkse mortaliteitscijfers zijn op speciaal verzoek verkrijgbaar (MIE, 2001).

De registratie van de mortaliteit door luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten heeft een goede kwaliteit. Er is landelijke dekking. De gegevens zijn, wat betreft het aggregatieniveau in de tijd en in de meeste gevallen ook ruimtelijk, geschikt voor de beschreven monitoringsfuncties.

8.2 Ziekenhuisopnamen en sterfte vanwege koolmonoxidevergiftiging

De registratie van ziekenhuisopnamen door koolmonoxidevergiftiging worden ook geregistreerd in de Landelijke Medische Registratie van Prismant (zie 8.1.4). Koolmonoxidevergiftiging heeft een aparte diagnosecode.

De sterfte door koolmonoxidevergiftiging wordt geregistreerd in de doodsoorzakenstatistiek van het CBS. Ook voor de doodsoorzaken heeft koolmonoxidevergiftiging een aparte ICD10- code (Mooij, 2001).

Naast de registratie van ziekenhuisopnamen en sterfte worden door de Stichting Consument en Veiligheid ook de patiënten die op de Spoedeisende Hulp (SEH) verschijnen met koolmonoxideverschijnselen geregistreerd. Hiervoor wordt het Letsel Informatie Systeem (LIS) gebruikt. Het LIS is voortgekomen uit en is een uitbreiding van het PORS, het Privé Ongevallen RegistratieSysteem.

Zo'n 10% van alle ziekenhuizen doet mee. Op de SEH-afdelingen worden gegevens van alle patiënten geregistreerd. Het gaat om persoonsgegevens, postcode, het letsel, de oorzaak, toedracht (welk product is bijvoorbeeld verantwoordelijk) en de doorverwijzing. Er wordt dus ook duidelijk of de spoedeisende hulp leidt tot ziekenhuisopname. Bij de ziekenhuizen die meedoen is de registratie vrijwel compleet. Het lokale bestand wordt doorgezonden naar het centrale bestand bij de St. Consument en Veiligheid.

Door steekproefsgewijze controle van de records is de betrouwbaarheid meer dan 95%.

De spreiding van de deelnemende ziekenhuizen over Nederland is niet optimaal. Er zijn vrij veel ziekenhuizen in één regio, terwijl in Friesland geen enkel ziekenhuis meedoet. De Stichting Consument en Veiligheid beschikt over gegevens van ziekenhuisopnamen van de LMR. Op basis van deze gegevens is het mogelijk om cijfers uit het LIS te extrapoleren naar landelijke cijfers.

Met de gegevens van de LMR zijn ook de cijfers over behandelingen op de SEH-afdeling, die niet leiden tot ziekenhuisopname, te herleiden (St. Consument en Veiligheid, 2001).

De Stichting Consument en Veiligheid heeft ook de beschikking over de doodsoorzakenstatistiek van het CBS.

De Stichting Consument en Veiligheid kan daarmee middels LIS en in combinatie met de LMR en doodsoorzakenstatistiek, betrouwbare landelijke cijfers leveren over de behandelingen op een Spoedeisende Hulpafdeling, ziekenhuisopnamen en sterfte door koolmonoxidevergiftiging. Jaarcijfers worden ter beschikking gesteld. Nadere analyses van de cijfers zijn tegen betaling mogelijk (Mooij, 2001).

8.3 Geluidhinder en slaapverstoring

Voor de monitoring van geluidhinder voeren verschillende instanties regelmatig enquêtes uit. Vragen over slaapverstoring worden slechts in een enkel geval opgenomen.

In de jaarlijkse enquête van het Permanent Onderzoek Leefsituatie, POLS, van het CBS worden ook vragen gesteld over geluidhinder. Deze vragen zijn opgenomen in de module milieu en politiek. Het onderzoek wordt bij circa 5000 personen van 18 jaar en ouder uitgevoerd. Er wordt gevraagd of men last ondervindt van verschillende geluidbronnen. Onderscheiden geluidgroepen zijn verkeer, ander straatlawaai, industrie en burens. Slaapverstoring is geen onderwerp in de enquête. Ook demografische kenmerken worden vastgelegd. Door de steekproefgrootte is het regionale niveau het laagste betrouwbare ruimtelijke aggregatieniveau.

In opdracht van het Ministerie van VROM worden door TNO met enige regelmaat landelijke peilingen naar geluidhinder gedaan. Deze peilingen zijn in 1977, 1987, 1993 en 1998 uitgevoerd. Slaapverstoring is in de peiling van 1998 voor het eerst meegenomen. In 1998 werd een enquête afgenomen bij 4000 inwoners van 16 jaar en ouder. Door een herweging voor leeftijd en regio is deze steekproef representatief voor de totale Nederlandse bevolking. (de Jong et al., 2000). Er bestaan verschillende definities voor geluidhinder en slaapverstoring. De vraagstelling over geluidhinder in de TNO-peiling wijkt af van die in het POLS. Er wordt tevens gedetailleerder naar hinder van diverse geluidbronnen gevraagd dan bij het POLS het geval is. Slaapverstoring is gedefinieerd als de zelfgerapporteerde slaapverstoring als gevolg van een geluidbron, onder voorwaarde dat de geluidbron ook is waargenomen.

Geluidgroepen, die onderscheiden worden zijn verkeer, industrie of andere bedrijvigheid, geluid in en om de woning en recreatie. Naast de hindervragen wordt een aantal demografische kenmerken als leeftijd en geslacht vastgelegd. Ook bij deze peilingen is het regionale niveau het laagste betrouwbare ruimtelijke aggregatieniveau.

Nadeel van deze peilingen is de relatief lage frequentie van om de vijf jaar.

Regionale peilingen worden uitgevoerd in de regio Schiphol. In 1996 is door TNO en RIVM een enquête afgenomen bij 11.000 personen wonend binnen een straal van 25 km. rond Schiphol (TNO/RIVM, 1998). In de enquête zijn onder meer vragen opgenomen gericht op geluidhinder en slaapverstoring als gevolg van vliegverkeer. Op dit moment wordt weer een vragenlijst uitgezet, nu bij 13.000 personen (Lebret et al., 2002). Er wordt een respons van 6.000 personen verwacht. Deze vragenlijst is onderdeel van het monitoringprogramma Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol. Het ligt in de bedoeling deze enquête elke vier tot 6 jaar te herhalen (Houthuijs, 2002).

In de gezondheidsenquêtes van GGD'en wordt veelal gevraagd naar geluidhinder specifiek van verschillende bronnen. Deze lokale enquêtes bieden een mogelijkheid om deze gegevens op een lager ruimtelijk aggregatieniveau te verkrijgen. Zoals vermeld zijn de vragenlijsten echter niet gestandaardiseerd. Zo wordt in sommige enquêtes gevraagd of men vaak last heeft van geluidhinder, in andere enquêtes wordt daarbij ook gevraagd hoe hinderlijk men dat vindt. Zoals in 8.1.2 vermeld streeft men in een recent opgestart 3-jarig project naar standaardisatie en het ontwikkelen van een centrale database.

In een groot aantal gemeenten wordt, vaak door de gemeentelijke afdelingen Onderzoek en Statistiek, Omnibus enquêtes uitgevoerd. In deze enquêtes is geluidhinder veelal onderwerp. Deze vragen zijn echter niet gestandaardiseerd. De Vereniging voor Onderzoek en Statistiek (VSO) heeft een afspraak met het NIWI voor levering van de gegevens van Omnibus-enquêtes. Hieraan wordt echter nog niet op grote schaal gehoor gegeven. De bestanden worden onder voorwaarden door het NIWI beschikbaar gesteld. Er zal echter geen centrale database opgebouwd worden (MIE, 2001).

Tenslotte is er de leefbaarheidsmonitor, die in het kader van het Grote Steden Beleid (GSB), in 25 steden in 1999 en 2001 is uitgevoerd. De vragenlijsten zijn gestandaardiseerd en de gegevens zijn door het Instituut voor Sociologisch-Economisch Onderzoek (ISEO) van de Erasmus Universiteit en Intomart in een centrale database gezet. De nadruk in deze monitor ligt op geluidhinder van verkeer. Ook zijn vaak alleen gegevens verzameld in de achterstandswijken (MIE, 2001).

De landelijke onderzoeken, het POLS en vooral de peilingen van TNO, zijn betrouwbare registratiesystemen voor de geluidhinder op landelijk en regionaal niveau. Deze onderzoeken zijn geschikt om te toetsen aan de landelijke doelstellingen omtrent het aantal geluidgehinderden. Voor andere toepassingen van monitoring is dit ruimtelijk niveau echter vaak te hoog. Voor een lager ruimtelijk aggregatieniveau is men aangewezen op gezondheidsenquêtes van GGD'en of gemeentelijke Omnibusenquêtes. Landelijke dek-

king is er echter, nog, niet. Het gebruik van verschillende definities bemoeilijkt een vergelijking. Ook de lokale enquêtes zijn hiermee vooralsnog niet geschikt als monitoringssysteem.

Het monitoringsprogramma voor Schiphol heeft geen landelijke dekking en is vooral gericht op geluidhinder van vliegverkeer. Voor dat doel is het uiteraard een zeer geschikt monitoringssysteem.

Slaapverstoring is alleen in de laatste landelijke peiling van TNO en het monitoringprogramma voor Schiphol meegenomen. Er is daarmee op dit moment (nog) geen geschikt landelijk monitoringssysteem voor slaapverstoring.

8.4 Stankhinder

Stankhinder wordt met vergelijkbare registratiesystemen gemonitord als geluidhinder. Ook bij stankhinder worden vergelijkingen bemoeilijkt door het gebruik van verschillende definities en vraagstellingen.

In de module milieu en politiek van het POLS van het CBS zijn vragen over stankhinder opgenomen. Er wordt alleen gevraagd naar het last hebben van stank en niet direct naar de ernst van de hinder (CBS, 1998 en Otten, 2001). Er worden verschillende stankbronnen onderscheiden: verkeer, industrie, landbouw en openhaarden/allesbranders.

In de genoemde TNO-peilingen, waarbij vragen over geluidhinder zijn opgenomen, zijn vragen over stank vanaf de derde peiling in 1993 meegenomen. Onderscheiden stankbrongroepen zijn horeca, industrie, agrarische bedrijven, verkeer, burens en riolerings. In deze peilingen wordt van een andere vraagstelling gebruik gemaakt. Er wordt wel gevraagd naar de ernst van de hinder. De gegevens kunnen geaggregeerd worden tot op provinciaal niveau (de Jong et al., 2000).

Deze monitoringssystemen geven een goed landelijk beeld, maar zijn niet geschikt om de stankhinder te monitoren op een laag ruimtelijk aggregatieniveau, zoals wijk of 4-cijferig postcode niveau.

Een enkele provincie voert regelmatig enquêtes uit voor de vaststelling van de stankhinder. Zo wordt in de Provincie Zuid-Holland vanaf 1988 tweejaarlijks een enquête uitgevoerd om de stankhinder in kaart te brengen. De peiling dekt niet de hele provincie. De enquête wordt gehouden op 8 locaties, die nabij grotere industriële complexen in het Rijnmondgebied gelegen zijn, en op twee referentielocaties. Ook in de Provincie Noord-Holland worden enquêtes uitgevoerd.

Op lokaal niveau zijn er de reeds genoemde gezondheidsenquêtes van GGD'en en Omnibus-enquêtes van de gemeentelijke afdelingen Onderzoek en Statistiek. In deze

enquêtes zijn veelal vragen opgenomen over stankhinder. De vragen zijn echter niet gestandaardiseerd en er ontbreekt voor beide enquêtes een centrale database. Lokaal gezien leveren deze enquêtes wellicht interessante monitoringsgegevens, maar er is geen landelijke dekking.

Voor stankhinder geldt dat er betrouwbare landelijk monitoringssystemen zijn, beide gebaseerd op enquêtes. Het voordeel van de POLS-enquête van het CBS is dat het een jaarlijkse peiling is. Met dit monitoringssysteem is de landelijke doelstelling voor het aantal stankgehinderden, maar niet die voor de ernstig gehinderden, te bewaken. Met de peilingen van TNO is de doelstelling voor ernstig gehinderden wel te bewaken.

Voor veel monitoringstoepassingen is een lager ruimtelijk aggregatieniveau gewenst. Hiervoor zouden de lokale enquêtes gebruikt kunnen worden. Deze hebben echter geen landelijke dekking. Bovendien zijn de vragenlijsten op dit moment nog niet gestandaardiseerd en ontbreekt er een centrale database.

Voor een landelijke bewaking van de milieukwaliteit is er dus een geschikt monitoringssysteem, voor andere doeleinden ontbreekt nog een dergelijk systeem.

8.5 Huidkanker, hersentumoren, leukemie en mesothelioom

Er zijn in Nederland negen Integrale Kankercentra. Zij verzamelen regionale gegevens over kanker en leveren deze aan de Nederlandse Kankerregistratie, NKR. De NKR registreert vanaf 1989. Het Integrale Kankercentrum Zuid, IKZ, heeft al een registratiesysteem vanaf de vijftiger jaren (MIE, 2001).

Geregistreerd worden alle patiënten met kanker (of een voorstadium daarvan), die in een ziekenhuis zijn opgenomen, en/of bij wie kanker is vastgesteld door weefselonderzoek.

Laboratoria, waar weefselonderzoek plaatsvindt, zijn aangesloten op het Informatiesysteem Pathologische Anatomie (IPA). Het IPA levert wekelijks overzichten van nieuwe maligniteiten. Tevens wordt gebruik gemaakt van gegevens uit de Landelijke Medische Registratie van Prismant. Speciaal opgeleide registratiemedewerkers van de Integrale Kankercentra registreren in de ziekenhuizen de benodigde gegevens, aan de hand van het medische dossier. Tumorgegevens met versleutelde patiënt-identificerende gegevens, zoals geboortedatum, geslacht en postcode, worden gestuurd naar het regionale kankercentrum en vormen het regionale kankerregistratiebestand.

De Nederlandse Kankerregistratie is een tumorregistratie. Van één patiënt kan dus meer dan één tumor in de registratie voorkomen.

Er is een uitgebreid kwaliteitscontrolesysteem. Meer dan 95% van de gevallen van kanker in Nederland wordt geregistreerd (VIKC, 2001).

Landelijke en regionale cijfers gestratificeerd naar geslacht en leeftijd worden gepubliceerd.

In principe zijn de gegevens uit de kankerregistratie voor wetenschappelijke bewerkingen beschikbaar op lager ruimtelijk niveau. Een onafhankelijke Commissie van Toezicht van de Vereniging van Integrale Kankercentra beoordeelt aanvragen vooral op bescherming van de privacy.

De Nederlandse Kankerregistratie levert een goede kwaliteit gegevens over de incidentie van leukemie en hersentumoren (VIKC, 2001a, VIKC 2001b).

Het volgen van de trend in incidentie van mesothelioom wordt belemmerd door verschil in definities en expertise in vaststellen van de diagnose. Vroeger werd mesothelioom vaak gemisclassificeerd als longkanker. Pathologen konden daarom monsters opsturen naar het Nationaal Mesothelioom Panel voor verificatie. Deze dienst bestaat nog steeds, maar de meeste pathologen zijn nu in staat mesothelioom te diagnosticeren. Tot 1996 werd in Nederland de International Classification of Diseases versie 9, ICD9, gebruikt. Hierbij kon geen onderscheid gemaakt worden in mesothelioom en andere kankers aan het borstvlies. Vanaf 1996 wordt ICD10 gebruikt, waarin mesothelioom op alle plaatsen is gecombineerd, maar de niet-mesothelioom kankers aan het borstvlies worden uitgesloten. Deze laatste groep kan nog mesothelioomgevallen bevatten als dit niet microscopisch geverifieerd is. De incidentie is nu voor meer dan 90% betrouwbaar (VIKC, 2001c).

De registratie van huidkanker is niet compleet. Huidtumoren zijn onder te verdelen in melanomen (10%), basaalcelcarcinomen (70%) en plaveiselcelcarcinomen (18%). De behandeling van basaalcelcarcinomen vindt vaak plaats buiten het ziekenhuis. Hierdoor worden deze huidtumoren niet opgenomen in de NKR. De NKR mist dus 70% van alle huidtumoren. Basaalcelcarcinoom, en ook plaveiselcelcarcinoom, is in vergelijking met melanoom echter veel beter te behandelen en er overlijden maar heel weinig mensen aan (Visser, 2001). In Zuidoost Nederland vindt overigens wel complete registratie van basaalcelcarcinomen plaats. Op basis van deze regionale gegevens gecombineerd met landelijke gegevens van overige huidtumoren worden schattingen voor landelijke cijfers van basaalcelcarcinomen gemaakt.

De Nederlandse Kankerregistratie levert een goede kwaliteit gegevens over de incidentie van huidkanker, leukemie en hersentumoren. Er zijn regionale en landelijke jaarcijfers beschikbaar. Onder strikte voorwaarden zijn ook gegevens op een lager ruimtelijk aggregatieniveau beschikbaar. Voor de beschreven monitoringstoepassing als signaleringssysteem voldoen echter landelijke en regionale cijfers.

8.6 Aangeboren afwijkingen

Er zijn in Nederland verschillende registratiesystemen, waarmee aangeboren afwijkingen bijgehouden worden.

EUROCAT (European Registry of Congenital Anomalies and Twins), is een registratiesysteem dat specifiek gericht is op het monitoren van aangeboren afwijkingen bij levend- en doodgeborenen. Al sinds 1981 wordt in Noord Nederland (Groningen, Drenthe en Friesland) hieraan deelgenomen. In de regio Zuidwest Nederland (Zeeland, West-Brabant, Zuid-Holland Zuid) is vanaf 1990 tot januari 2001 in het kader van EUROCAT geregistreerd. De gegevens worden op vrijwillige basis verzameld door artsen en verloskundigen na verkregen toestemming van de ouders. Enige onvolledigheid is dus niet uitgesloten.

De diagnose wordt gedefinieerd aan de hand van het International Classification of Diseases (ICD9). Er worden gegevens over de zwangerschap, vruchtbaarheidsproblemen, geneesmiddelengebruik, blootstelling aan voor de vrucht schadelijke stoffen en persoonsgegevens als geslacht, adres moeder en beroep ouders geregistreerd. Als er aanleiding toe is, omdat bijvoorbeeld de diagnose duidelijker wordt, dan wordt dit aangepast in het registratiesysteem. Over recente geboortejaren is de registratie daarmee niet volledig, omdat aangeboren afwijkingen soms pas jaren na de geboorte gediagnosticeerd en gemeld worden. De Rijksuniversiteit Groningen bewerkt het registratiesysteem en publiceert onder meer jaarcijfers (VWS, 2001 en RIVM, 2001c). Men bezint zich momenteel op de vraag of EUROCAT voortgezet zal worden.

Er is nog een aantal registratiesystemen, dat niet specifiek gericht is op aangeboren afwijkingen.

Het Nederlands Signalerings-Centrum Kindergeneeskunde (NSCK) registreert vanaf 1992 zeldzame aandoeningen bij jeugdigen van 0-18 jaar. Maandelijks wordt meldingen gedaan door klinisch werkende kinderartsen. Van deze specialisten werkt 92% aan de registratie mee. Vanaf 1993 zijn neurale buisdefecten opgenomen in de registratie.

Naast gegevens over de aandoening worden gegevens over leeftijd, geslacht en postcode geregistreerd. Het registratiesysteem wordt beheerd door TNO-PG (VWS, 2001 en RIVM, 2001c).

Sinds 1983 bestaat de Landelijke Verloskundige Registratie, LVR, beheerd door Prismant. Het registratiesysteem voor de eerste lijn, verloskundigen, is de LVR1, die voor de tweede lijn, gynaecologen, is LVR2 en voor verloskundige huisartsen LVR-h.

In de registratiesystemen zijn de gegevens over de zorg aan zwangeren en barende vrouwen en hun geboren kinderen opgenomen.

Circa 95% van de verloskundige praktijken en 95% van de gynaecologische maatschappen neemt deel aan de registratie. De registratie door de verloskundige huisartsen is nog in opbouw.

Geregistreerd worden onder meer gegevens van de moeder, de zwangerschap en bevalling, het kraambed en gegevens van het kind, waaronder eventuele aangeboren afwijkingen.

De gegevens worden continu verzameld en per kalenderjaar in een centrale database opgeslagen. Er vindt geen follow-up plaats van het registratiesysteem: als aangeboren afwijkingen pas veel later aan het licht komen, worden deze niet alsnog opgenomen in het registratiesysteem (VWS, 2001 en RIVM, 2001c).

In de Landelijke Neonatologie Registratie, LNR, worden gegevens opgenomen van pasgeborenen van nul tot vier weken, die op- of overgenomen worden door een kinderarts. De LNR registreert vanaf 1991 de productiegegevens van kinderartspraktijken en de medische gegevens, waaronder aangeboren afwijkingen, en zorgconsumptie van de pasgeborenen. In 1998 namen alle Neonatale Intensive Care-afdelingen en ruim 50% van de in algemene ziekenhuizen werkende kinderartspraktijken deel.

De LNR wordt beheerd door Prismant (VWS, 2001 en RIVM, 2001c).

Er is veel overlap in de registratie van aangeboren afwijkingen. EUROCAT lijkt het meest compleet. Het is specifiek gericht op aangeboren afwijkingen en het registratiesysteem wordt, als er aanleiding toe is, bijgewerkt. Er is echter geen landelijke dekking. De registraties LVR en LNR hebben wel landelijke dekking. Deze systemen overlappen elkaar gedeeltelijk. Bovendien zijn deze registraties niet compleet, omdat aangeboren afwijkingen, die later dan vier weken na de geboorte aan het licht komen, niet worden geregistreerd. De bestaande registratiesystemen bieden veel perspectief om te komen tot een bruikbaar monitoringssysteem voor aangeboren afwijkingen.

8.7 Geslachtsverhoudingen en vruchtbaarheid

8.7.1 Geslachtsverhoudingen

Het CBS registreert het geslacht van alle levend geboren kinderen. Deze gegevens behoren tot de kerncijfers van het CBS. Levendgeborenen worden gedefinieerd als kinderen die na de geboorte enig teken van leven hebben vertoond, ongeacht de zwangerschapsduur (CBS, 2001). Uit de gegevens van de levendgeborenen is de zo genoemde secundaire geslachtsverhouding te bepalen.

De primaire geslachtsverhouding omvat ook de gegevens over het geslacht van de vruchten die vroegtijdig spontaan of in de eerste drie maanden zijn geaborteerd of van

de doodgeborenen. De, geslachtsverhouding van de, perinatale sterfte, dit is de sterfte rondom de geboorte, wordt ook door het CBS geregistreerd. Gegevens over het geslacht van geaborteerde en zeker van de vroege spontaan geaborteerde vruchten ontbreken echter (Roeleveld, 2001).

De cijfers van de levend geboren vanaf 1950 worden onder meer via internet gepubliceerd. Standaard zijn de gegevens naar leeftijd van de moeder gestratificeerd. Ook wordt standaard gestratificeerd naar geboorteland van de ouders. Er worden drie categorieën onderscheiden: ouders in Nederland geboren, één ouder of twee ouders in het buitenland geboren (CBS, 2001).

De registratie van de secundaire geslachtsverhouding is compleet en heeft landelijke dekking. De registratie van de primaire geslachtsverhouding is verre van compleet. Hierdoor wordt de bruikbaarheid van de registratie van de geslachtsverhouding voor een signaleringsfunctie sterk beperkt.

8.7.2 Vruchtbaarheid

Vruchtbaarheid, de ‘time to pregnancy’, wordt niet systematisch geregistreerd in Nederland.

Vanaf 1993 registreert de Landelijke In Vitro Fertilisatie (IVF) Registratie onder meer de datum van infertiliteit van het paar. Voor fertilisatie komt men echter pas in aanmerking als de infertiliteit langer dan 12 maanden is. De gegevens van de fertilisatieklinieken vormen daarmee de ‘top van de ijsberg’. Bovendien zijn dit de gegevens van de paren die kiezen voor IVF. Onbekend is welk deel dit is van de paren met een kindwens en infertiliteit.

Er zijn wel enkele epidemiologische onderzoeken in Nederland uitgevoerd gericht op de relatie tussen vruchtbaarheid en blootstelling aan bepaalde verontreinigingen, zoals styreen, lood, bestrijdingsmiddelen en oplosmiddelen. In deze onderzoeken is ook de vruchtbaarheid in controlegroepen onderzocht. De gegevens van deze groepen zouden gebruikt kunnen worden als monitoringsgegevens. Aangezien hormoonverstoorders waarschijnlijk vrij diffuus voorkomen in het milieu, is het weinig zinvol om geografische verschillen in vruchtbaarheid na te gaan. Monitoring kan wel ingezet worden om de vruchtbaarheid te volgen in de tijd. Daarvoor ontbreekt het echter aan historische gegevens (Roeleveld, 2001).

Er is daarmee geen geschikt monitoringssysteem dat gebruikt kan worden voor signalering van trends in vruchtbaarheid.

8.8 Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor gezondheidsindicatoren

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Represen- tativiteit/ compleetheid ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatie- niveau	Bruik- baar- heid ^{1,2}
LUCHTVERONTREINIGING						
Luchtwegsymptomen en aandoeningen	Nationale Studie - Nivel	10 jaar	+	+	lokaal	-
Zelfgerapporteerde luchtwegsymptomen en -aandoeningen	POLS - CBS	jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Gezondheidsenquêtes - GGD'en	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
Medicijngebruik	Pharmo - Pharmo instituut	continu	-	+	postcode	-/+
	SFK	continu	+	+	postcode	-/+
Ziekenhuisopnamen	LMR - Prismant	continu	+	+	postcode	+
Vroegtijdige sterfte	Doodsoorzakenstatistiek - CBS	continu	+	+	lokaal	+
Ziekenhuisopnamen en sterfte door COvergiftiging	LIS - St. Consument en Veiligheid	continu	+	+	landelijk	+
Mesothelioom	NKR - VIKC	continu	+	+	lokaal/ regionaal	+
GELUID						
Geluidhinder	POLS - CBS	jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Peilingen - TNO	5-jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Gezondheidsenquêtes - GGD'en	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
	Omnibusenquêtes-gemeenten O+S	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
Slaapverstoring	Peilingen - TNO	5-jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
Hart- en vaatziekten	Nationale Studie - Nivel	10 jaar	+	+	lokaal	-
Zelfgerapporteerde hart- en vaatziekten	POLS - CBS	jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Gezondheidsenquêtes - GGD'en	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
Medicijngebruik	Pharmo - Pharmo instituut	continu	-	+	postcode	-/+
	SFK	continu	+	+	postcode	-/+
Ziekenhuisopnamen	LMR - Prismant	continu	+	+	postcode	+
Sterfte	Doodsoorzakenstatistiek - CBS	continu	+	+	lokaal	+
STANK						
Stankhinder	POLS - CBS	jaarlijks	+	+	regionaal	-/+

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Representativiteit/compleetheid ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatieniveau	Bruikbaarheid ^{1,2}
	Peilingen - TNO	5-jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Gezondheidsenquêtes - GGD'en	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
	Omnibusenquêtes - gemeenten O. en S.	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+
STRALING						
Huidkanker	NKR - VIKC	continu	-/+	+	lokaal/ regionaal	+
Hersentumoren	NKR - VIKC	continu	+	+	lokaal/ regionaal	+
Leukemie	NKR - VIKC	continu	+	+	lokaal/ regionaal	+
LUCHTVERONTREINIGING EN VOEDING						
Aangeboren afwijkingen	EUROCAT - RUG	continu	-/+	-	lokaal	-/+
	NSCK - TNO-PG	continu	-/+	+	regionaal	-/+
	LVR - Prismant	continu	-/+	+	lokaal	-/+
	LNR	continu	-/+	+	regionaal	-/+
Geslachtsverhoudingen	Bevolkingsstatistiek/ doodsoorzakenstatistiek- CBS	continu	-	+	lokaal	-/+
Vruchtbaarheid	IVF	continu	-	+		-

1: De bruikbaarheid is globaal beoordeeld op grond van de frequentie, representativiteit/compleetheid, landelijke dekking en het ruimtelijk aggregatieniveau. Voor de meeste monitoringsdoelstellingen is een laag ruimtelijk aggregatieniveau vereist.

2: + ja, -/+ beperkt, - nee

Registratiesystemen voor verstorende variabelen

9.1 Rookgedrag

Er zijn twee instanties in Nederland, die jaarlijks of continu het rookgedrag landelijk monitoren: de Stichting Volksgezondheid en Roken (Stivoro) en het CBS.

In opdracht van Stivoro loopt er bij het NIPO sinds 1987 een continue enquête bij 20.000 volwassenen per jaar waarmee het rookgedrag wordt geïnventariseerd. Ook wordt jaarlijks een vragenlijst afgenomen bij 5.000 jongeren van 12 tot 16 jaar. Tot voor kort werd de enquête face-to-face afgenomen. Nu is overgegaan op de verspreiding van de vragenlijst via internet. Er wordt gecorrigeerd voor representativiteit.

Variabelen die mede worden geregistreerd zijn geslacht, leeftijd en andere standaard demografische variabelen, postcode en sociaal-economische status. Etniciteit wordt nog niet geregistreerd. Migranten zitten over het algemeen niet in de steekproef. Er zijn wel plannen om gericht onderzoek te doen naar het rookgedrag van migranten. Hiervoor wordt aansluiting gezocht bij migrantenstudies van het Sociaal-Cultureel Planbureau en ISEO (Willemsen, 2001). Gegevens worden beschikbaar gesteld onder meer via internet. Standaard zijn de gegevens gestratificeerd naar geslacht, leeftijd en welstandsklasse (beroep en opleiding) (Stivoro, 2001). Gezien de steekproefgrootte is het regionale niveau het laagste ruimtelijke aggregatieniveau. Nadere analyses van de gegevens zijn in overleg en veelal tegen betaling mogelijk (Willemsen, 2001)

Het CBS registreert sinds 1989 het rookgedrag in de Gezondheidsenquête van de POLS. Jaarlijks wordt deze enquête schriftelijk afgenomen bij 10.000 personen.

Door de iets andere onderzoeksmethodiek wijken de cijfers over rookgedrag verzameld door Stivoro en CBS enigszins van elkaar af. De verschillen zijn echter niet groot (Willemsen, 2001).

Het Trimbosinstituut onderzoekt het rookgedrag van scholieren van 10 tot 18 jaar. Vanaf 1984 wordt vierjaarlijks een Peilstation-onderzoek gedaan met 23 GGD'en bij 10.000 leerlingen (Trimbos, 2001).

In de door sommige GGD'en uitgevoerde gezondheidsenquêtes wordt vrijwel altijd gevraagd naar het rookgedrag. Er wordt op dit moment gewerkt aan standaardisatie van de vraagstelling en antwoordcategorieën.

Voor landelijke monitoring van het rookgedrag zijn de monitoringssystemen van Stivoro en CBS geschikt. Bij Stivoro is de steekproef groter en zijn de enquêtes primair gericht op de vaststelling van het rookgedrag. Het laagste ruimtelijk aggregatieniveau is het regionale niveau zijn. Is een lager ruimtelijk aggregatieniveau gewenst dan zijn de gezondheidsenquêtes van GGD'en geschikt. Aan een standaardisatie van de vraagstelling over rookgedrag wordt gewerkt, maar landelijke dekking en een centrale database ontbreken vooralsnog.

9.2 Overzicht van bruikbare monitoringssystemen voor verstorende variabelen

Indicator	Registratie systeem	Frequentie	Representativiteit/compleetheit ²	Landelijke dekking ²	Ruimtelijk aggregatieniveau	Bruikbaarheid ^{1,2}
Rookgedrag	Stivoro	continu	+	+	regionaal	-/+
	POLS - CBS	jaarlijks	+	+	regionaal	-/+
	Peilstation - Trimbosinstituut	4-jaarlijks	-/+	+	regionaal	-/+
	Gezondheidsenquêtes	2-jaarlijks	+	-	lokaal	-/+

1: + ja, +/- beperkt, - nee

2: De bruikbaarheid is globaal beoordeeld op grond van de frequentie, representativiteit/compleetheit, landelijke dekking en het ruimtelijk aggregatieniveau. Voor de meeste monitoringsdoelstellingen is een laag ruimtelijk aggregatieniveau vereist.

Overzicht van de beschikbaarheid en bruikbaarheid van monitoringssystemen

In de volgende tabel zijn voor elke milieufactor per indicator de beschikbaarheid en bruikbaarheid van bestaande registratiesystemen aangegeven voor monitoring gezondheidsrisico's van milieufactoren.

Tussen haakjes is aangegeven of er bruikbare (+), beperkte of onder voorwaarden bruikbare (-/+) of geen (-) monitoringssystemen beschikbaar zijn.

Milieufactor ¹	Blootstellingindicator	Blootstelling marker	Effect marker	Gezondheidsindicator
LUCHT				
Fijn stof	PM10 buiten (+)			Luchtwegsymptomen en aandoeningen:
Zwarte rook	Gehalte buiten (+)			Gediagnosticeerde (-)
NO ₂	NO ₂ binnen (+)			Zelfgerapporteerde (-/+)
	NO ₂ binnen (-)			Medicijngebruik (-/+)
Ozon	O ₃ -gehalte buiten (+)			Ziekenhuisopnamen (+)
				Sterfte (+)
CO	CO-gehalte binnen (-)		COHb-gehalte in bloed (-)	Ziekenhuisopname en sterfte door CO-vergiftiging (+)
Benzeen	Gehalte buiten (+)			
	Gehalte binnen (-)			
VOC	VOC-gehalte binnen (-)			
PAK	B(a)P-gehalte buiten (-/+)			
Asbest				Mesotheliom (+)
Broombrandvertragers (S)	Gehalte binnen (-)	Gehalte in bloed en moedermelk (-)		Aangeboren afwijkingen (-/+)
Ftalaten (S)	Gehalte binnen (-)			Vruchtbaarheid (-/+)
Organotinverbindingen)(S)	Gehalte binnen (-)			Geslachtsverhoudingen (-/+)
GELUID				
	Geluidbelasting (-/+)			Geluidhinder (-/+)
				Slaapverstoring (-/+)
				Hart- en vaatziekten:
				Gediagnosticeerde (-)
				Zelfgerapporteerde (-/+)
				Medicijngebruik (-/+)
				Ziekenhuisopnamen (+)
				Sterfte (+)
STANK				
				Stankhinder naar bron (-/+)
STRALING				
UV	UV-straling (+)			Incidentie huidkanker (+)
Radon	Radongehalte binnen (-/+)			
Gammastraling	Gammastraling binnen (-)			
ELF-EM velden (S)	ELF-EM-velden rond hoogspanningslijnen (-)			Incidentie leukemie bij kinderen (+)
	ELF-EM velden binnen(-)			
RF-EM velden (S)	RF-EM-velden rond GSM-zendmasten (-)			Incidentie hersentumoren (+)

Milieufactor ¹	Blootstellingindicator	Blootstelling marker	Effect marker	Gezondheidindicator
DRINKWATER				
Lood	Loodgehalte (-) Loodoplossend vermogen, aanwezigheid buizen (-)	Lood in bloed (-/+)		
Nitraat	Nitraatgehalte (-/+)			
VOEDING				
Voedselconsumptie	Voedselconsumptie (+)			
Lood	Loodgehalte (+)	Lood in bloed (-/+)		
Cadmium	Cadmiumgehalte (+)	Gehalte in urine (-/+)		
Arsen (anorganisch)	Arsengehalte (-)	Gehalte in urine (-/+)		
Kwik (organisch)	Kwikgehalte (+)	Gehalte in urine (-/+)		
Nitraat	Nitraatgehalte (+)			
PAK	PAK-gehalte (-/+)			
Bestrijdingsmiddelen	Gehalte (+)			
Dioxinen en PCB's	Dioxinen- en PCB-gehalte(+)	Gehalte in moedermelk (+) navelstrengbloed (-)		Aangeboren afwijkingen (-/+) Vruchtbaarheid (-) Geslachtsverhoudingen (-/+)
Broombrandvertragers (S)	Gehalte in voeding (-)			
Organotinverbindingen (S)	Gehalte in voeding (-)			
Ftalaten (S)	Gehalte in voeding (-)			
Verstorende variabelen				
Rookgedrag (-/+)				

1: (S): Monitoring voor signaleren van toekomstige problemen

Overige milieufactoren: B: Beleidsevaluatie en bewaking en/of V: Verificatie

2: De bruikbaarheid is globaal beoordeeld op grond van de frequentie, representativiteit/compleetheid, landelijke dekking en het ruimtelijk aggregatieniveau. Voor de meeste monitoringsdoelstellingen is een laag ruimtelijk aggregatieniveau vereist. Uitzondering vormt hierop de UV-straling, waar een regionaal aggregatieniveau voldoende is

Conclusies

Inventarisatie van monitoringssystemen

De inventarisatie van monitoringssystemen, die bruikbaar zijn om gezondheidseffecten van milieufactoren te monitoren, wordt bemoeilijkt doordat er geen concrete monitoringvraag ligt. Het ontbreken van deze concrete vraag noodzaakte allereerst tot het selecteren van milieufactoren en indicatoren die in aanmerking komen voor monitoring.

Selectie van milieufactoren

Het belangrijkste doel van monitoring is beleidsevaluatie en bewaking van de milieukwaliteit ter bescherming van de volksgezondheid. De hiervoor te selecteren milieufactoren moeten een voldoende wetenschappelijk bewezen relatie hebben met gezondheidseffecten. De gezondheidseffecten moeten voldoende ernstig en van voldoende omvang zijn bij te verwachten blootstellingniveaus. Een degelijke onderbouwing van de selectie van milieufactoren voor beleidsevaluatie en bewaking was in het bestek van dit rapport echter niet mogelijk. Voor de keuze van milieufactoren is daarom geput uit verschillende bronnen en is aangesloten bij Europese en andere nationale selecties van milieufactoren voor monitoring.

Monitoring kan behalve voor beleidsevaluatie en bewaking ook gebruikt worden bij het signaleren van nieuwe problemen. Voor milieufactoren die voor deze toepassing in aanmerking komen dienen er al signalen te zijn over het mogelijk optreden van gezond-

heidseffecten als gevolg van een bepaalde blootstelling of er dient bij sprake te zijn van ongerustheid bij burgers of deskundigen.

De in deze studie gemaakte selectie van milieufactoren die in aanmerking komt voor monitoring impliceert overigens niet dat het noodzakelijk of wenselijk is deze milieufactoren daadwerkelijk te monitoren. Het is altijd belangrijk om te beoordelen of monitoring wel het geëigende instrument is en onder meer de kosten en baten af te wegen.

Selectie van indicatoren

Een volgende stap is de selectie van indicatoren voor blootstelling, inwendige blootstelling (blootstellingsbiomarkers), vroegtijdige effecten (effectbiomarkers) en gezondheidseffecten.

Door de gestandaardiseerde meetmethoden met lage detectiegrenzen en beschikbare normen zijn vooral veel blootstellingsindicatoren geschikt voor monitoring.

Daarentegen zijn weinig biomarkers geschikt voor monitoringdoeleinden. Blootstellingsbiomarkers zijn over het algemeen onderzocht of worden toegepast in arbeidssituaties. De blootstellingsniveaus voor de algemene bevolking zijn veel lager dan die in arbeidssituaties. Dit is vermoedelijk er mede oorzaak van bij die lage niveaus een relatie tussen buitenluchtverontreiniging en blootstellingsbiomarkers lastig is aan te tonen. Ook de korte of heel lange halfwaardetijden beperken het gebruik van blootstellingsbiomarkers voor monitoring. Effectbiomarkers zijn veelal specifiek en de gezondheidskundige betekenis van gemeten niveaus is vaak onduidelijk.

De meeste gezondheidsindicatoren zijn alleen geschikt voor toepassing in monitoringprogramma's onder voorwaarde dat gelijktijdig de blootstelling gemonitord wordt. De relatie met blootstelling is veelal goed onderzocht in epidemiologische studies, maar de effecten zijn specifiek en kunnen velerlei oorzaken hebben.

De bruikbaarheid van monitoringssystemen

Ook de beoordeling van de bruikbaarheid van monitoringssystemen wordt bemoeilijkt doordat er geen concrete monitoringvraag ligt. Uit een concrete vraag volgt aan welke gegevens van de indicatoren behoefte is en wat bijvoorbeeld de gewenste geografische dekking en het vereiste ruimtelijke aggregatieniveau is. Nu een concrete vraag ontbreekt is de bruikbaarheid daarom in zijn algemeenheid getoetst door uit te gaan van een gewenste landelijke dekking en een zo laag mogelijk ruimtelijk aggregatieniveau. Dit laatste is van belang, omdat bij veel doelstellingen van monitoring geografische verschillen in kaart worden gebracht. Het monitoringssysteem is dan bruikbaar voor alle toepassingen. Als monitoring wordt uitgevoerd ten behoeve van de bewaking van lan-

delijke beleidsdoelstellingen kan vaak wel volstaan worden met cijfers op landelijke schaal.

Er zijn weinig monitoringssystemen die een landelijke dekking combineren met een laag ruimtelijk aggregatieniveau.

Alleen de volledig continu registrerende systemen, zoals de sterfte- en geboortecijfers, maar ook de kankergegevens, kennen deze combinatie. Bij deze gezondheidsregistratiesystemen belemmeren privacy-overwegingen echter vaak het beschikbaar stellen van individuele gegevens.

De meeste monitoringssystemen met een landelijke dekking zijn gebaseerd op steekproeven. Door de steekproefgrootte is het laagste ruimtelijk niveau, ook bij het samenvoegen van de gegevens over een aantal jaren, over het algemeen het regionale niveau.

Ook lokale monitoringssystemen, met gegevens op laag ruimtelijk aggregatieniveau, hebben beperkingen. Veelal wordt op slechts enkele locaties gemonitord, waardoor er geen landelijke dekking is. Bij gezondheidsregistraties ontbreken vaak gestandaardiseerde vragenlijsten, waardoor de gegevens niet zijn samen te voegen tot een centrale database.

Met behulp van modellering is het in een aantal gevallen mogelijk om lokale gegevens op te schalen naar landelijke cijfers met behoud van een laag ruimtelijk aggregatieniveau.

Bruikbare monitoringssystemen voor blootstellingsindicatoren

Voor de blootstellingsindicatoren zijn er bruikbare monitoringssystemen met een landelijke dekking en een laag ruimtelijk aggregatieniveau voor buitenluchtverontreiniging, uitgezonderd benz(a)pyreen, de geluidbelasting en UV-straling. Voor het bewaken van de lokale luchtverontreiniging, inclusief benz(a)pyreen, en de geluidbelasting rond verkeerswegen is er een monitoringssysteem onder voorwaarde dat de verkeersmilieukaarten telkens geactualiseerd worden. Voor de geluidbelasting rond industriële bronnen is er geen monitoringssysteem.

Voor drinkwater is een uitgebreid monitoringssysteem operationeel. Vooral voor lood is dit systeem echter minder bruikbaar, omdat het gemeten loodgehalte door de bemonsteringswijze, na doorstroming, niet representatief is voor de loodiname. Voor nitraat is de monitoring wel representatief en vrijwel compleet, maar wordt het mogelijke hoge gehalten nitraat bevattende water van privé-putten niet gemonitord.

Voor binnenluchtverontreiniging, gammastraling en elektromagnetische veldsterkten ontbreken monitoringssystemen. Voor radon is er wel een bruikbaar monitoringssysteem op voorwaarde dat de metingen voortgezet wordt.

Voor voeding zijn bruikbare monitoringssystemen voor de voedselconsumptie en de gehalten van zware metalen, uitgezonderd arseen, nitraat, bestrijdingsmiddelen, dioxinen en PCB's. Voor PAK ontbreekt nog een monitoringssysteem, evenals voor de broombrandvertragers, ftalaten en organotinverbindingen.

Bruikbare monitoringssystemen voor biomarkers

Voor de biomarkers is er een bruikbaar monitoringssysteem voor de gehalten dioxinen en PCB's in moedermelk en onder voorwaarde dat het monitoringprogramma voortgezet wordt ook voor zware metalen in bloed en urine.

Bruikbare monitoringssystemen voor gezondheidsindicatoren

Voor de gezondheidsindicatoren zijn er voor ziekenhuisopname en sterfte door luchtwegaandoeningen, hart- en vaatziekten en koolmonoxidevergiftiging en kanker bruikbare landelijke registratiesystemen met een laag ruimtelijk aggregatieniveau. Monitoringssystemen voor luchtwegaandoeningen en hart- en vaatziekten ontbreken of zijn slecht bruikbaar. Voor de zelfgerapporteerde ziekten, geluidhinder en stankhinder zijn landelijk systemen met een regionaal aggregatieniveau beschikbaar. Lokale monitoringssystemen met een landelijke dekking ontbreken echter. Voor medicijngebruik is een landelijke registratiesysteem met een laag ruimtelijk aggregatieniveau beschikbaar. Een beperking is echter, dat de aandoening waarvoor het medicijn verstrekt wordt, niet geregistreerd wordt.

Voor aangeboren afwijkingen zijn er verschillende, overlappende, monitoringssystemen, die niet compleet zijn of geen landelijke dekking hebben. Door een combinatie van deze systemen zou een bruikbaar monitoringssysteem kunnen ontstaan. Er zijn geen bruikbare monitoringssystemen voor de geslachtsverhouding en vruchtbaarheid.

Voor het rookgedrag is een landelijk monitoringssysteem met een regionaal aggregatieniveau beschikbaar.

Bruikbare monitoringssystemen voor signalering

Voor monitoring met als doelstelling signaleren van toekomstige problemen ontbreken monitoringssystemen voor de blootstellingsindicatoren. Wat betreft de gezondheidsindicatoren is alleen de kankerregistratie zonder meer bruikbaar als monitoringssysteem. Het gebruik van deze monitoringssystemen wordt echter beperkt doordat het om een relatief gering aantal personen gaat en het risico meestal onbekend, maar in ieder geval niet sterk verhoogd is.

Conclusies

Ondanks het grote aantal bestaande monitoring- en registratiesystemen, zijn er maar weinig systemen die zonder meer bruikbaar zijn voor monitoring gezondheidsrisico's gerelateerd aan milieufactoren. Het zijn vooral de monitoringssystemen voor verontreiniging in de buitenlucht en in voeding die voldoen.

Voor de beslissing of een monitoringssysteem opgezet gaat worden, zullen de doelen en de eisen waaraan het moet voldoen nauwkeurig omschreven moeten zijn. Dit rapport levert daar bouwstenen voor. Overwogen zal echter moeten worden of monitoring wel de meest geschikte methode is om antwoord op de vragen te geven. Veelal kan voorlopig volstaan worden met een pilotstudy gericht op een risicopopulatie of een hoog belaste situatie om het probleem in kaart te brengen. Ook kan het zinvoller zijn om met een gericht (epidemiologisch) onderzoek de relatie tussen milieufactoren en gezondheidseffecten nader te onderzoeken alvorens deze factoren en effecten te monitoren.

Literatuur

- Allaart, M. (2001) - Persoonlijke mededeling. KNMI.
 - Baars, A. J. et al. (2001) - Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM report 711701025.
 - Bartelds, A.I.M (2000) - Continue Morbiditeits Registratie Peilstations Nederland 1999.
 - Beljaart, P. (2002) - Persoonlijke mededeling. Keuringsdienst van Waren Zuid.
 - Bloemen, H. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - Bos, R.P. et al. (1998) - Biomonitoring, een onmisbaar Arbo-instrument. Deel 2 (Praktijk)voorbeelden. TBV, 5.
 - Breugel P.B. van, E. Buijsman (2001) - Preliminary assessment of air quality for sulphur dioxide, nitrogen dioxide, nitrogen oxides, particulate matter, and lead in the Netherlands under European legislation. RIVM Rapport 725601005.
 - Bruggen, M. van en T. Coenen (1996) - Handboek Buitenmilieu. LVGGD.
 - Brunekreef, B. (2002) - Persoonlijke mededeling. Rijksuniversiteit Utrecht.
 - Buijsman, E. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - CBS (1998) - POLS, module milieu en politiek, module gezondheid.
 - CBS (2001) - Website www.cbs.nl.
 - CCDM (1999) - Emissies en afval in Nederland. Jaarrapport 1997 en ramingen 1998. Coördinatiecommissie Doelgroepmonitoring, Rapportage Doelgroepmonitoring, nr. 1.
 - CCDM (2001) - Emissie-monitor. Jaarcijfers 1999 en ramingen 2000 voor emissie en afval. Coördinatiecommissie Doelgroepmonitoring, Rapportage Milieumonitor, nr. 2.
 - CDC (2001) - National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Centers for Disease Control and Prevention.
-

- Coebergh, J.W.W. (2001) - Persoonlijke mededeling. Erasmus Universiteit, Rotterdam.
 - Cuijpers, C.E.J. et al. (1997) - Verontreiniging van moedermelk met gechloreerde koolwaterstoffen in Nederland, 1993. RIVM Rapport nr. 529102004.
 - DCMR (2000) - Eindrapportage controle chemische wasserijen te Rotterdam. DCMR Milieudienst Rijnmond, GGD Rotterdam e.o.
 - Fast, T. (1993) - De blootstelling aan tetrachlooretheen (PER) van omwonenden van chemische wasserijen voorzien van een gesloten systeem. GG&GD Amsterdam.
 - Fiolet, D.C.M. et al.(1999) - Metaalniveau's in volwassenen in Nederland, 1997. RIVM Rapport nr. 529102011.
 - Fischer, P.H. (1997) - Monitoring Milieu-Gezondheid; verslag van een workshop, 12 november 1996, RIVM, Bilthoven. RIVM Rapport nr. 529104004.
 - Fischer, P. (2002a) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - Fischer, P. et al. (2002b) - Association between exhaled nitric oxide ambient air pollution and respiratory health in school children. Accepted by Arch. Occup. Environm. Health.
 - Gezondheidsraad (1994) - UV straling uit zonlicht. Gezondheidsraad 1994/05.
 - Gezondheidsraad (1997) - Hormoonontregelaars in de mens. Gezondheidsraad 1997/08.
 - Gezondheidsraad (2000) - GSM-basisstations. Nr. 2000/16.
 - Gezondheidsraad (2002) - Mobiele telefoons; een gezondheidskundige analyse. Gezondheidsraad, nr. 2002/01.
 - GGD Nederland (2001) - Voorstel project: Lokale en nationale monitor gezondheid en zorg.
 - Greenpeace (2001) - Website www.greenpeace.nl.
 - Hammingh, P. et al. (2002) - Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2000. RIVM rapportnr. 725301008.
 - Houthuijs, D. (2002) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - Huisman, I. (2001) - Rapportage Emissieregistratie. CMG Public Sector B.V.
 - Jabben, J. et al. (2000a) - Informatiestructuur Landelijk Beeld Verstoring. RIVM, nr. 725201.202.
 - Jabben J. et al. (2000b) - Monitor resultaten geluid. RIVM Rapport 725201203.
 - Jabben, J. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - Jongeneelen, F. (1996) - Biological monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons: 1-hydroxypyrene in urine. In: Biological monitoring of chemical exposure in the workplace, Vol.2, ch 4.2. WHO-Geneve.
 - Jonker, K. (2002) - Persoonlijke mededeling. Keuringsdienst van Waren Oost.
 - KAP (2002) - Website: www.agralin.nl/KAP.
 - Klaveren, J. van (1999) - Residue monitoring in The Netherlands - Programme for the Quality of Agricultural Products. RIKILT-DLO.
 - Klaveren, J. van (2002) - Persoonlijke mededeling. RIKILT-DLO.
 - Kliest, J. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - KvW (2002) - Website: www.keuringsdienstvanwaren.nl.
 - Lebret, E. (1985) - Air pollution in Dutch homes. Landbouwniversiteit, Report 1985-221, R-138.
 - Lebret, E. et al. (1996) - Monitoring of exposures, body burdens and health effects of environmental pollutants in the Netherlands. RIVM Report 529104001.
-

- Lebret, E. et al. (2002) - Monitoring van de milieubelasting en gezondheid rondom de luchthaven Schiphol. Fase III van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol. RIVM Rapport 441520018.
- Leonhard, H. (2001) - Persoonlijke mededeling. Inspectie Verkeer en Waterstaat, divisie Telecom.
- LINH (2001) - Landelijk Informatie Netwerk Huisarstenzorg. Jaarrapport 1999.
- Links, I. (1995) - Vluchtige organische stoffen in de binnenlucht van woningen boven schoenreparatiebedrijven. GGD regio Arnhem.
- LML (2001) - Website www.lml.rivm.nl.
- Meironyte, D. and A. Bergman (1999) - Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972-1997. *J Toxicol. Environ. Health*, 26, 58(6).
- MIE (2001) - Plan van aanpak monitoring milieu en gezondheid. RIVM, afdeling Milieuepidemiologie. In concept.
- Milieucentraal (2001) - Website www.milieucentraal.nl.
- Milieucompendium (2001) - Het milieu in cijfers. RIVM/CBS. Website: www.rivm.nl/milieucompendium.
- Mooij, Th. (2001) - Persoonlijke mededeling. St. Consument en Veiligheid.
- Nivel (2000) - Tweede Nationale Studie naar ziekten en verrichtingen in de huisartsenpraktijk. Nivel en RIVM.
- Ocké, M.C. et al. (2001) - Monitoring voeding 2001-2004. RIVM 515004012/2001.
- Oostenbruggen, R. (2000) - Project Quick-Scan chemische wasserijen in de woonomgeving. Ministerie van VROM, Inspectie Milieuhygiëne, 17050/185.
- Otten, F. (2001) - Persoonlijke mededeling. CBS.
- Passchier-Vermeer, W. et al. (2001) - Milieu en gezondheid 2001. TNO-PG, 2001.95.
- Prismant (2001) - Persoonlijke mededeling.
- Reiner, H. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
- RIVM (2000) - Overleg Afdeling Milieuepidemiologie, RIVM.
- RIVM (2001a) - Milieubalans 2001, het Nederlandse milieu verklaard. RIVM.
- RIVM (2001b) - LML. Jaaroverzicht 1998 en 1999. RIVM Rapportnr. 725301006.
- RIVM (2001c) - Nationaal Kompas Volksgezondheid. RIVM website www.nationaalkompas.nl
- RIVM Projectteam (2001) - Vuurwerkkramp Enschede: stoffen in bloed en urine: rapportage van het gezondheidskundig onderzoek. RIVM Projectteam Gezondheidsonderzoek Vuurwerkkramp Enschede. RIVM rapport 630930003.
- RIVM (2002) - Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2000. Rapportnr. 725301008.
- Roeleveld, N. (2001) - Persoonlijke mededeling. UMC St. Radboud, Nijmegen.
- Schee, H. v.d. (2002) - Persoonlijke mededeling. Keuringsdienst van Waren Noord-West.
- Scheepers, P. (2002) - Persoonlijke mededeling. Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Scheffers, T. M. L. en M. M. Verberk (1978) - Tetrachlooretheen (PER) in uitademingslucht van omwonenden rond chemische wasserijen. Landbouwniversiteit Wageningen, vakgroep Gezondheidsleer, 1978-58, Universiteit Amsterdam, Faculteit Geneeskunde.
- Schoeters, G. (2000) - Samenvatting van het toxicologie luik 'Milieu en gezondheid'. Vito.
- Schols, E. (2002) - Persoonlijke mededeling. RIVM.

- SFK (2001) - Website van de Stichting Farmaceutische Kengetallen: www.sfk.nl.
 - Sjödin, A. (1999) - Flame Retardant Exposure: Polybrominated Diphenyl Ethers in blood from Swedish workers. *Environ. Health. Persp.*, 107,8.
 - Slaper, H. (2001) - Persoonlijke mededeling. RIVM.
 - Slob, R. et al. (1993) - De belasting met lood en PAK (pyreen) van jonge kinderen in verschillende omgevingssituaties. GG&GD Amsterdam.
 - Slob, R. (1996) - Handboek Binnenmilieu. Red: T. Fast, A. Verhoeff en J.v. Wijnen. GG&GD Amsterdam.
 - Staatsen, B.A.M. en C.M.L. Sijstermans (1996) - Geluidshinder. In: Handboek Buitenmilieu, Ed. M. van Bruggen en T. Coenen, LVGGD.
 - Staessen, J.A. (2000) - Eindrapport betreffende het onderzoek bij adolescenten, inclusief aanbevelingen. KU Leuven.
 - Staessen, J.A. et al. (2001) - Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. *Lancet*, 357, 1660.
 - Steerenberg, P.A. et al. (1999) - Enhanced respiratory responses in children exposed to air pollution. An epidemiological study, RIVM Rapport 640250001.
 - Stichting Consument en Veiligheid (2001). Website www.consafe.nl.
 - Stivoro (2001) - Website: www.stivoro.nl
 - Stoop, P. et al. (1998). Results of the second Dutch national survey on radon in dwellings. RIVM, 610058006.
 - Tempelman, J. (2002) - Persoonlijke mededeling. MEP-TNO.
 - Tinke, L. (2001) - Persoonlijke mededeling. SFK.
 - TNO/RIVM (1998) - Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. TNO-PG en RIVM, RIVM Rapport 441520010.
 - Trimbosinstituut (2001). Website: www.trimbos.nl.
 - R.G. de Jong et al (2000) - Hinder en andere zelf-gerapporteerde effecten van milieuverontreiniging in Nederland. Inventarisatie verstoringen 1998. TNO PG, PG/VGZ/2000.012.
 - U-blad (2000) - De database: Dertig miljoen recepten. U-blad, 10 februari.
 - Verberk, M.M. en R.L. Zielhuis (1980) - Giftige stoffen uit het beroep. Stafleu's Wetenschappelijke Uitgeversmaatschappij B.V., Alphen aan den Rijn/Brussel.
 - Verhoeff, A.P. et al. (1987) - Organische oplosmiddelen in de binnenlucht van tien zeefdrukkerijen en de bovenliggende woningen in Amsterdam. GG&GD Amsterdam.
 - Verhoeff, A.P. en J.J.G. Kliest (1996) - Buitenluchtverontreiniging. In: Handboek Buitenmilieu, Ed. M. van Bruggen en T. Coenen, LVGGD.
 - Versteegh, A. (1996) - Drinkwater. In: Handboek Buitenmilieu, Ed. M. van Bruggen en T. Coenen, LVGGD.
 - Versteegh, J.F.M. (2001) - De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1999. Min VROM, Inspectiereeks, RIVM, 2001/18.
 - Versteegh, A. (2002) – Persoonlijke mededelingen. RIVM.
 - VIKC (2001a) - Childhood Cancer in the Netherlands 1989–1997. Netherlands Cancer Registry. Vereniging van Kankercentra.
-

- VIKC (2001b) - Head and neck tumours in the Netherlands 1989 – 1995. Netherlands Cancer Registry. Vereniging van Kankercentra.
- VIKC (2001c) - Lung cancer and mesothelioma in the Netherlands 1989 –1997. Netherlands Cancer Registry. Vereniging van Kankercentra.
- Visser, O. et al (2000) - Feiten en fabels over kanker. VIKC.
- Vries, J. de (2002) - Persoonlijke mededeling. Keuringsdienst van Waren Oost.
- VROM (1998) - Nationaal Milieubeleidsplan 3.
- VROM (2001) - Nationaal Milieubeleidsplan 4.
- VWS (2001) - Tellen en Meten. Website www.tellenenmeten.nl.
- VWS (2002) - Plan for monitoring concerning directives 90/642/EEC and 86/362/EEC. Ministerie VWS en Ministerie LNV.
- Waal, E.J. de (2001) - Nieuwe gezondheidsrisico's van voeding : achtergrondstudie. Raad voor Volksgezondheid RVZ/01/09.
- WHO (2000) - Environmental Health Indicators: Development of a methodology for the WHO European Region. WHO Regional Office for Europe, interim report 18 december 2000.
- Willemsen, M. (2001) - Persoonlijke mededeling. Stivoro.
- Zwanborn, P. (2001) - Persoonlijke mededeling.

A Datahouders en registratiesystemen

Bijlage

Datahouders en registratiesystemen

Datahouder	Registratiesysteem	Website	Telefoon
CBS	POLS	www.cbs.nl	045-5707070
EUROCAT	EUROCAT	www.lshtm.ac.uk/php/eeu/eurocat/eurocat.htm	
GGD Nederland	Gezondheidsenquêtes	www.ggd.nl	030-2523004
Intomart	GSB-monitor	www.intomart.nl	035-6258411
ISEO	GSB-monitor	www.iseo-eur.com	
Keuringsdienst van Waren	Voeding	www.keuringsdienstvanwaren.nl	
Ministerie VROM	Emissieregistratie	www.emissieregistratie.nl (in opbouw)	
Nivel	CMR-peilstations	www.nivel.nl	
	LINH	www.linh.nl	030 2729700
	Nationale Studie	www.nivel.nl/nationalestudie	
NIWI	Omnibusenquêtes (Steinmetzarchief)	www.niwi.nl	020-4628600
Pharmo-instituut	Pharmo	www.pharmo.nl	030-2345620
Prismant	IVF	www.prismant.nl	030-2345688
	LMR		
	LVR		
	LNR		

Datahouder	Registratiesysteem	Website	Telefoon
RIKILT-DLO	KAP	www.agralin.nl/KAP	
RIVM	LBV LML REWAB Milieucompendium Milieubalans	www.rivm.nl www.lml.rivm.nl www.rivm.nl/milieucompendium	030-2749111
SFK	SFK	www.sfk.nl	070-3737444
St. Consument en Veiligheid	LIS	www.consafe.nl	020-5114552
Stivoro	NIPO-enquête naar rookgevoonten	www.stivoro.nl	070-3522554
TNO-PG	Peilingen verstoring NSCK	www.tno.nl www.xs4all.nl/~rigolett/GV/	071-5181838
Trimbosinstituut		www.trimbos.nl	
VIKC	NKR	www.ikc.nl	030-2343780
Vereniging voor Statistiek en Onderzoek (VSO), Panel Omnibus Platform (POP)	Omnibusenquêtes	www.vso.gemnet.nl	070-3738357