

RIVM Rapport 609021054/2007

De risico's van milieugevaarlijke stoffen in importcontainers

De stand van zaken 2007

E. Schols
J. Bakker
J.E. Delmaar
J. van Dijk
J.G.M. van Engelen
E.A. Hogendoorn
P.J.C.M. Janssen

Contact:
Emile Schols
IMD
emile.schols@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM-Inspectie, in het kader van het project M/609021
'Ondersteuning VROM-Inspectie 2007'

© RIVM 2007

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

Rapport in het kort

De risico's van milieugevaarlijke stoffen in importcontainers

Mensen in de directe nabijheid van een net geopende (gegaste) zeecontainer staan mogelijk bloot aan hoge concentraties vluchtige organische stoffen. Blootstelling hieraan kan leiden tot een acuut gezondheidsrisico.

Consumenten kunnen met deze stoffen in aanraking komen als deze uitdampen uit goederen die in die containers zijn vervoerd. Het RIVM onderzocht drie van zulke producten: twee matrassen en een paar schoenen. Deze producten zijn geselecteerd omdat de consument bij het gebruik ervan langdurig aan de stoffen wordt blootgesteld. Ondanks deze lange duur treden geen onacceptabele gezondheidsrisico's op. Het RIVM kan niet voor alle situaties gezondheidsrisico's uitsluiten. Het is echter niet mogelijk deze risico's te kwantificeren. Gegevens ontbreken en er bestaan veel blootstellingsroutes.

De gevaarlijke stoffen komen op twee manieren in containers en producten terecht. Stoffen als methylbromide en 1,2-dichloorethaan worden gebruikt om goederen en verpakkingshout te ontsmetten. Ze worden vóór het transport in de containers ingebracht. Tijdens langdurig transport kunnen ze in de vervoerde producten gaan zitten. Andere stoffen, zoals benzeen en toluen, worden tijdens het productieproces als bestanddeel of oplosmiddel gebruikt. Als de stoffen in de producten zitten kunnen ze daaruit binnenshuis uitdampen.

Voor het verminderen van de blootstelling van burgers ziet het RIVM verschillende opties. Het verminderen van het gebruik van deze middelen is er één. Dit kunnen producenten en importeurs bereiken door meer eisen te stellen aan het gebruik van dergelijke stoffen tijdens productie of voor transport.

Trefwoorden:

importcontainer, methylbromide, 1,2-dichloorethaan, fumiganten, biociden, omstanders, fosfine, risicobeoordeling

Abstract

Human and environmental risks of containers containing dangerous volatile substances

People in the immediate surroundings of a maritime container that has been opened recently may be exposed to high concentrations of volatile organic substances. Exposure to such substances may result in an acute health risk.

These substances may come into contact with consumers if they evaporate from products that were transported in those containers. RIVM has examined three such products: two mattresses and a pair of shoes. These products were selected because the consumer, when using these products, is exposed to these substances for a long time. Despite this prolonged duration, no unacceptable health risks were found. RIVM cannot rule out health risks in all situations. However, it is not possible to quantify these risks: the relevant data are lacking and there are many exposure pathways.

The hazardous substances get into containers and products in two ways. Substances such as methyl bromide and 1,2-dichloroethane are used to disinfect products and packaging timber, and are put into the container before transport. During prolonged transport they may enter the relevant goods. Other substances, e.g. benzene en toluene, are used as components or solvents in the production process. If such substances are contained in the products, they may evaporate from the products in enclosed areas.

RIVM sees various options for reducing exposure to these substances. One option is to reduce their use. Producers and importers may achieve this by placing additional requirements on the use of such substances in the production process or during transport.

Key words:

import container, methyl bromide, 1,2-dichloroethane, fumigants, biocides, bystanders, phosphine, risk assessment

Inhoud

Samenvatting	9
Lijst van afkortingen	11
1	Waar dit rapport over gaat 13
1.1	Aanleiding tot het onderzoek 13
1.2	Opdracht en onderzoeksvragen 14
1.3	Aanpak van het onderzoek 14
1.4	Opbouw van het rapport 14
2	De oorzaak van de problematiek 15
2.1	Containers met schadelijke stoffen 15
2.2	Gassing tegen transport van schadelijke organismen 15
2.3	Productiemiddelen 16
2.4	Aangetroffen stoffen in zeecontainers 17
3	Nationaal en Europees beleid 19
3.1	Nationaal en Europees milieubeleid 19
3.2	Nationaal en Europees productveiligheidsbeleid 20
4	De risico's voor burgers 21
4.1	Routes van blootstelling 21
4.2	Blootstellingsgegevens 23
4.2.1	Blootstelling van omstanders 23
4.2.2	Blootstelling van consumenten door nalevering 24
4.3	Toxicologische risicobeoordeling 27
4.3.1	Toelichting 27
4.3.2	Risicobeoordeling omstanders 28
4.3.3	Risicobeoordeling consumenten door nalevering matrassen 32
4.3.4	Risicobeoordeling consumenten door nalevering schoenen 35
4.4	Invloed nalevering op het binnenmilieu 36
4.5	Risikokarakterisering voedsel en medicijnen 37
5	De risico's voor het milieu 39
5.1	Beïnvloeding van het milieu 39
5.2	De extra emissies op Nederlands grondgebied 39
5.3	De effecten van deze emissies 40
5.3.1	De vracht vluchtige organische stoffen 40
5.3.2	De vracht benzeen en toluen 41
5.3.3	Vracht methylobromide 41
5.3.4	Vracht 1,2-dichloorethaan en chloorpicrine 42
6	Conclusies en aanbevelingen 43
6.1	Risico's voor omstanders 43
6.2	Risico's voor consumenten 43
6.3	Extra emissies in Nederland 44
6.4	Milieueffecten door emissies 45
6.5	Europese en Nederlandse beleid 45
6.6	Inspanningen die teniet gedaan worden 45

6.7	Gevolgen voor het binnenmilieu	46
6.8	Te voorziene ontwikkelingen	46
6.9	Opties ter vermindering van de risico's	46
Referenties		49
Bijlage 1	Milieubeleid ten aanzien van specifieke stoffen	51
Bijlage 2	Toxicologische profielen	61

Samenvatting

In Nederlandse havens komen per jaar circa 2,5 miljoen containers binnen met goederen uit alle werelddelen. Uit onderzoek is gebleken dat hoge concentraties van vluchtige organische stoffen in deze containers kunnen voorkomen. Deze milieugevaarlijke stoffen komen in containers voor om goederen te ontsmetten en bederf ervan te voorkomen. Ook kunnen deze stoffen in containers terechtkomen omdat ze tijdens het productieproces als bestanddeel of oplosmiddel zijn gebruikt, waarna ze vervolgens uit het product dampen.

Het RIVM heeft gekeken naar de risico's die hierdoor kunnen optreden voor mens en milieu. Risico's voor de mens kunnen optreden als mensen blootgesteld worden aan de hoge concentraties bij het openen van de containers of als de goederen na aankoop binnenshuis uitdampen. Risico's voor het milieu kunnen optreden doordat de stoffen om containers te ontsmetten, per definitie aangrijpen op organismen en omdat de stoffen ook andere effecten kunnen hebben. Methylbromide is bijvoorbeeld een ozonlaagaantastende stof.

Risico's voor de arbeidssituatie waren geen onderdeel van de studie.

De concentraties *in* containers kunnen zo hoog zijn dat omstanders bij het openen van containers en bij blootstelling aan deze concentraties, gezondheidseffecten kunnen ondervinden.

Ten aanzien van de risico's bij uitdamping uit producten (nalevering) binnenshuis heeft het RIVM de uitdamping van verschillende goederen bepaald en de nalevering uit twee matrassen en een paar schoenen op risico voor de gezondheid beoordeeld. De nalevering uit matrassen betrof methylbromide enerzijds en 1,2-dichloorethaan en een aantal oplosmiddelen anderzijds; de nalevering uit schoenen betrof toluen. In deze cases verwacht het RIVM geen risico's boven de grenzen wat normaal in het beleid gehanteerd wordt. Van het twintigtal producten dat onderzocht is op nalevering, beschouwt het RIVM matrassen als worst caseproduct ten aanzien van de potentiële blootstelling van de mens. Toch blijft de zeggingskracht van de uitgevoerde risicobeoordeling op basis van twee matrassen beperkt. Dit is immers een beperkt aantal in vergelijking met het totaal aan producten en blootstellingsscenario's. In de praktijk gaat het om een groot aantal en zeer verschillende producten die in containers vervoerd worden en waaruit de milieugevaarlijke stoffen kunnen uitdampen. Bij uitdamping kan blootstelling optreden via inademing (inhalatie), via de huid (dermale blootstelling) of via opname door de mond (oraal). De mate van blootstelling wordt bepaald door de stoffeigenschappen, de hoeveelheid, de duur van het contact, de matrixeigenschappen en de afstand van de consument tot het uitdampende product. Kwantificering van de mogelijke risico's is niet mogelijk omdat er te weinig feitelijke gegevens beschikbaar zijn. Het RIVM kan niet uitsluiten dat er in andere situaties geen gezondheidseffecten optreden.

De effecten voor het milieu lijken gering aangezien de hoeveelheden van de vrijkomende stoffen klein zijn ten opzichte van de nationale emissies. Wel signaleert het RIVM dat de hoeveelheid methylbromide die in het buitenland voor het behandelen van containers wordt gebruikt, vele malen groter is dan de totale emissie in Nederland. Methylbromide is een ozonlaagaantastende stof. De toepassing van methylbromide voor het behandelen van hout is in internationale regels vastgelegd maar de toepassing op ontsmetting van containers is uitgebreider dan strikt noodzakelijk.

Wanneer zou worden overwogen om de risico's te verminderen ziet het RIVM de volgende opties:

- Inzetten op de verantwoordelijkheid van producenten om veilige producten op de markt te brengen. Hierbij kan ingezet worden op goede specificaties van producteisen en afspraken over het transport van de goederen. Met een dergelijke aanpak bij de bron worden ook de risico's voor de arbeidssituatie verminderd.
- Het analyseren van de handelsketen om de beleids- en handhavingsinstrumenten te evalueren en ter signalering van mogelijkheden om effectief de situatie te verbeteren. Bij deze analyse zouden alle betrokken partijen, dus ook de marktpartijen, betrokken kunnen worden.
- Met importeurs en afnemers overleggen over effectieve maatregelen om blootstelling bij opening van containers te voorkomen. Te denken valt onder andere aan bemonstering en analyse van containers voorafgaand aan opening in samenhang met maatregelen als de concentraties in de container hoog blijken te zijn.

Lijst van afkortingen

AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
Ctgb	College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden
DCE	1,2-Dichloorethaan ($C_2H_4Cl_2$)
EPA	Environmental Protection Agency
GPSD	General Product Safety Directive van de Europese Unie
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level
MAC-waarde	Maximaal Aanvaarde Concentratie voor de werkplek. Uitgangspunt bij de vaststelling van een MAC-waarde is dat langdurige blootstelling (tot zelfs het gehele arbeidzame leven) de gezondheid niet benadeelt; bij de vaststelling spelen echter ook economische criteria een rol.
MeBr	Methylbromide (CH_3Br)
MTR	Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau
NeR	Nederlandse Emissie Richtlijnen
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
RAPEX	EU waarschuwingssysteem voor gevaarlijke consumentenproducten.
RAPV	(Europese) Richtlijn Algemene Productveiligheid
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TEU	twenty foot equivalent unit containers
VWA	Voedsel en Waren Autoriteit
VI	VROM-Inspectie
VR	Verwaarloosbaar Risiconiveau
VRW	Voorlichtingsrichtwaarde
VOS	Vluchtige Organische Stoffen

1 Waar dit rapport over gaat

1.1 Aanleiding tot het onderzoek

De afgelopen jaren is er in opdracht van de VROM-Inspectie onderzoek verricht naar de gevolgen van het behandelen van containers met bestrijdingsmiddelen. Dit gebeurt om het transport van schadelijke organismen tegen te gaan of om de producten in de containers te beschermen tegen bederf. De middelen die hiervoor gebruikt worden, zijn bestrijdingsmiddelen¹ en zijn ook schadelijk voor mens en milieu. Methylbromide is één van de gebruikte en hiervoor toegelaten middelen. Methylbromide is bij inademing schadelijk voor de mens en draagt bij aan de afbraak van de ozonlaag.

Onderzoek heeft aangetoond dat in 2002 in één op de vijf importcontainers in Rotterdam bestrijdingsmiddelen zoals methylbromide, fosfine en formaldehyde aanwezig was (Knol-de Vos, 2003). Verder onderzoek maakte duidelijk dat de gebruikte middelen in de producten kunnen gaan zitten die in de container vervoerd worden, en dat die middelen langzaam weer vrijkomen (nalevering). Hierdoor kunnen deze middelen in huis van consumenten vrijkomen en kunnen burgers dus aan deze stoffen worden blootgesteld (Knol et al., 2005a en 2005b). In 2005 is een risico-analyse uitgevoerd waarin het RIVM het volgende concludeerde (Knol et al., 2005b): 'Het potentiële risico dat hierdoor [*noot: uitdamping bij consumenten*] optreedt, lijkt gemiddeld genomen gering en acceptabel vanuit het gangbare risicobeleid (onder het verwaarloosbaar geachte niveau). Dit moet worden opgevat als een signaal. Het onderzoek is namelijk gebaseerd op steekproeven uit de grote aantallen containers en grote hoeveelheden producten. Daarnaast zijn de effecten van voornamelijk methylbromide beschouwd en is er weinig bekend over de risico's bij andere bestrijdingsmiddelen.'

Eén van de aanbevelingen uit dit onderzoek was om de situatie te monitoren om de ontwikkeling in de gaten te houden. Deze aanbeveling is opgevolgd en in 2007 zijn de resultaten van deze monitoring tot en met 2006 gepresenteerd (De Groot, 2007). Eén conclusie hiervan was - vrij vertaald - dat er meer containers met schadelijke stoffen de havens worden aangetroffen. Tweede conclusie was dat niet alleen typische bestrijdingsmiddelen worden aangetroffen, maar ook stoffen zoals benzeen en toluen, die niet worden toegepast voor begassing, maar in het productieproces toegepaste (oplos)middelen zijn.

Op grond van deze resultaten heeft de minister van VROM aan de Tweede Kamer een risico-analyse toegezegd. Het RIVM heeft opdracht gekregen deze risico-analyse uit te voeren en rapporteert deze in dit rapport.

Na deze toezegging (voorjaar 2007) kwam de problematiek verder in de publiciteit toen een beddenfirma matrassen uit de markt terughaalde omdat deze waren vervoerd in een container waarin hoge concentraties van bestrijdings- en oplosmiddelen werden aangetroffen. Deze publiciteit maakt de vraag om een risico-analyse des te indringender.

¹ In het rapport zullen we de middelen die bij gassing worden toegepast, aanduiden met 'bestrijdingsmiddelen'. Geheel correct is dit niet. Ten eerste gaat het om de *gasvormende* bestrijdingsmiddelen en niet om bijvoorbeeld poeders of korrels. Ten tweede maakt men in het beleid het onderscheid tussen gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw en buiten de landbouw. In het eerste geval gaat het over gewasbeschermingsmiddelen, in het tweede geval over biociden. Hier is sprake van een toepassing van bestrijdingsmiddelen buiten de landbouw en dus formeel van biociden. Deze beleidsterm is weinig ingeburgerd en daarom kiezen we in deze rapportage voor het begrijpelijker 'bestrijdingsmiddelen'.

1.2 Opdracht en onderzoeksvragen

De VROM-Inspectie heeft het RIVM opgedragen voor eind 2007 een risico-analyse uit te voeren. In die risico-analyse moeten de gezondheids-, de milieu- en de binnenmilieuaspecten betrokken worden. Arbo-zaken, dus de risico's voor werknemers, hoeven niet in de beschouwing mee genomen te worden.

Het RIVM formuleert uit deze opdrachtstelling de volgende onderzoeksvragen:

1. Vormen de stoffen in de concentraties zoals geconstateerd in de monitoring van importcontainers, een acuut gevaar voor burgers indien zij hieraan onverwacht, kortstondig en zonder beschermingsmiddelen bij het openen van een container worden blootgesteld?
2. In welke mate vormen de stoffen in de producten zoals geconstateerd in de monitoring van importcontainers, een risico voor de gezondheid van burgers? Hierbij is een uitspraak gewenst voor welke stoffen het risico boven of onder het Maximaal Toelaatbaar Risico ligt en/of boven of onder het Verwaarloosbaar Risiconiveau.
3. Hoe groot is de hoeveelheid stoffen die op deze manier in Nederland geïmporteerd wordt en hoe verhoudt deze emissie zich tot de in Nederland bekende emissies (volgens de Nederlandse Emissieregistratie)?
4. In welke mate leiden deze stoffen in de bij 3 bepaalde hoeveelheden tot effecten in het milieu, i.c. de natuur?
5. Wat is het Nederlandse en Europese beleid ten aanzien van de stoffen voor Nederlandse, Europese of internationale producenten?
6. In welke mate worden de inspanningen door Nederlandse en Europese producenten teniet gedaan?
7. In welke mate dragen de goederen met de geconstateerde concentraties van bestrijdings- en productiemiddelen bij aan de concentraties in het binnenmilieu, waarbij dit gerelateerd wordt aan de in Nederlandse woningen gevonden concentraties?
8. Zijn er op basis van de geconstateerde trends verwachtingen ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen?
9. Welke maatregelen kunnen leiden tot vermindering van verhoogde risico's?

1.3 Aanpak van het onderzoek

Deze risico-analyse is uitgevoerd met gebruikmaking van bestaande gegevens. Er is geen additioneel onderzoek uitgevoerd. Hoewel er beperkt gegevens beschikbaar zijn, zoals ook in deze risico-analyse zal blijken, was het tijdsbestek voor deze risico-analyse te kort om aanvullend onderzoek uit te voeren.

1.4 Opbouw van het rapport

Dit rapport gaat in hoofdstuk 2 in op de algehele problematiek en in hoofdstuk 3 op het nationale en Europese beleid. In hoofdstuk 4 en 5 vindt de feitelijke risicobeoordeling plaats; in hoofdstuk 4 de risico's voor de mens en in hoofdstuk 5 die voor het milieu. Het rapport sluit af met aanbevelingen en conclusies.

2 De oorzaak van de problematiek

2.1 Containers met schadelijke stoffen

In de afgelopen jaren is in diverse onderzoeken gebleken dat er in zeecontainers hoge concentraties van milieugevaarlijke stoffen voorkomen. Het blijkt hierbij enerzijds te gaan om stoffen die in de container zijn gebracht, om het transport van schadelijke organismen of om bederf van de goederen te voorkomen. Deze stoffen worden in de volksmond bestrijdingsmiddelen (formeel: *biociden*, zie voetnoot op pagina 13) genoemd. Anderzijds gaat het om stoffen die in het productieproces bijvoorbeeld als oplosmiddel gebruikt worden. Deze stoffen noemen we *productiemiddelen*. Hoewel deze indeling helder lijkt, blijkt dat de stoffen niet per se in één van deze categorieën hoeven te vallen. Benzeen is bijvoorbeeld een stof die als een typisch productiemiddel wordt gezien (oplos- en schoonmaakmiddel). Er zijn echter ook berichten dat schoenen behandeld worden met benzeen om deze schimmelvrij te houden.

2.2 Gassing tegen transport van schadelijke organismen

Het transport van goederen over de wereld leidt tot de wens om het transport van schadelijke organismen of om bederf van de goederen te voorkomen. Er is geen regelgeving die verplicht stelt dat containers met goederen, behandeld worden om schadelijke organismen te doden. Er is wel internationale regelgeving die eisen stelt aan het gebruikte verpakkingshout. Ontsmetting van dit hout moet en mag plaatsvinden door verhitting of behandeling met methylbromide. Eenmalige behandeling is voldoende voor levenslange ontsmetting. Het gebruik van methylbromide voor ontsmetting van verpakkingshout is een uitzondering van het verbod binnen de Europese Unie om methylbromide te gebruiken (VROM, 2005). In het Protocol van Montreal (1987) is indertijd wereldwijd een verbod op het gebruik van methylbromide per 2015 afgesproken. De EU heeft dit verbod 10 jaar vervroegd. Uitzonderd zijn echter de gassing tegen export (quarantaine-behandeling en pre-shipment) en zogenaamde kritische toepassingen.

In de praktijk blijkt dat bij vele importcontainers het verpakkingshout niet apart wordt behandeld maar dat de ontsmetting plaatsvindt door hele containers inclusief de goederen te behandelen. Denkbaar is dat dit ook nodig is tegen bederf van het verscheepte product. Hiervoor zijn geen regels gesteld en dat kan leiden tot het gebruik van uiteenlopende middelen of stoffen. In eerdere onderzoeken is geconcludeerd dat veel containers met bestrijdingsmiddelen behandeld zijn, ook wanneer de lading bestaat uit niet bederfelijke waren (computers en dergelijke). Ook kunnen bestrijdingsmiddelen toegepast worden om onbedoelde en ongewenste import van insecten en plaagdieren te voorkomen.

Een voorbeeld van ongewenste verspreiding is het transport van de Aziatische tijgermug (*Aedes albopictus*). De tijgermug komt oorspronkelijk uit landen ruwweg rond de Indische Oceaan (van Japan tot Madagascar) waar infectieziekten zoals knokkelkoorts (dengue) voorkomen. Bij de import van deze mug bestaat daarom een risico op de introductie van dergelijke tropische ziekten. De mug heeft zich eind van de vorige eeuw over andere continenten verspreid. Omdat de Aziatische tijgermug ook andere infectieziekten kan introduceren, betekent de vestiging van de mug een risico voor de volksgezondheid. In Italië heeft de Aziatische tijgermug zich gevestigd na import van oude vliegtuigbanden. Waarschijnlijk heeft de mug als larve overleefd in een laag water in de banden. In augustus/september 2007 zijn in Noord-Italië mensen ziek geworden door het Chikungunya-virus, geïntroduceerd door iemand die in India was geïnfecteerd, en vervolgens verspreid door de Aziatische tijgermug.

Er zijn internationale afspraken in voorbereiding. Het voorkomen van de verspreiding van deze mug leidt wellicht tot de wens om behandeling van containers met bestrijdingsmiddelen. Nederlandse inbreng hierin kan leiden tot enerzijds een goede aanpak ter bestrijding van de mug (niet alle middelen zijn geschikt om eitjes, larven én muggen te bestrijden) en anderzijds om de risico's voor consumenten juist door het gebruik van die bestrijdingsmiddelen te beperken.

Ook in Nederland vindt ontsmetting plaats bij containers die voor de export bedoeld zijn. Een behandeling met bestrijdingsmiddelen vindt echter alleen plaats als het importerende land dat voorschrijft én indien er geen alternatieve behandelingswijze mogelijk is. De behandeling met bestrijdingsmiddelen in Nederland is vanwege de risico's via voorschriften geregeld waarop nauwlettend wordt toegezien. In Nederland worden de containers eerst ontlucht totdat het bestrijdingsmiddel uit de container is en de container 'gasvrij' kan worden verklaard. Daarna pas mag de container worden vervoerd.

Internationaal mogen containers waar nog bestrijdingsmiddel in zit, wel worden verscheept. De containers behoren dan waarschuwingstickers te hebben en begeleidende documenten waaruit de gassing blijkt. In de praktijk blijkt maar 2% van de containers van dergelijke stickers te zijn voorzien (Knol-de Vos, 2003). De strikte regels die in Nederland voor gassing van exportcontainers gelden, zijn niet van toepassing op importcontainers waarin bestrijdingsmiddelen blijken te zitten.



Figuur 1 Waarschuwingstekens op een gegaste container

2.3 Productiemiddelen

De VROM-Inspectie volgt de ontwikkeling rond gassing van zeecontainers al enige jaren. Dit gebeurt onder andere door het uitvoeren van een monitoring. De resultaten over deze monitoring zijn in 2007 gerapporteerd (De Groot, 2007). De monitoring richtte zich op vijf bekende gassingsmiddelen. In het onderzoek werden ook andere stoffen meegenomen zoals benzeen, toluen en xylene. Dit zijn stoffen die in veel productieprocessen voorkomen als bijvoorbeeld oplos- of schoonmaakmiddel of als bestanddeel van mengsels van stoffen. In de analyse van de monitoringsgegevens bleek dat de afgelopen jaren de concentratie van deze stoffen in zeecontainers toenam en dat concentraties boven de

Maximaal Aanvaarde Concentratie (MAC-waarde) voor werkplekomstandigheden voorkwamen. In 2006 werden de volgende stoffen in één of meer containers aangetroffen in concentraties boven de MAC-waarde: benzeen, toluen, xyleen, chloormethaan en tetrachloormethaan. Benzeen en tetrachloormethaan zijn stoffen die op de zwarte lijst staan. Het beleid binnen de Europese Unie is erop gericht de blootstelling van de mens daaraan te minimaliseren.

Deze stoffen worden meegenomen in de risico-analyse die het RIVM hier beschrijft. Er wordt beschreven in welke mate deze middelen zijn aangetroffen, wat het beleid voor deze stoffen is en wat er te zeggen is over de humane en milieurisico's van deze stoffen.

2.4 Aangetroffen stoffen in zeecontainers

In 2002 is een onderzoek uitgevoerd naar stoffen die in zeecontainers in de Rotterdamse haven werden aangetroffen (Knol-de Vos, 2003). In een a-selecte steekproef van 300 containers werd in ruim 20% van de containers methylbromide, fosfine of formaldehyde aangetoond. In 5% van de containers was de concentratie groter dan de MAC-waarde. In een trendanalyse (De Groot, 2007) is de tendens gegeven in de periode 2003 tot en met 2006. De conclusies uit deze analyse zijn:

- er is een stijgende tendens in het aantal containers dat met bestrijdingsmiddelen is behandeld;
- van de bestrijdingsmiddelen werd methylbromide het meest aangetroffen. Er is geen verandering geconstateerd in het percentage met dit middel behandelde containers;
- de stijging is vooral te wijten aan het toegenomen aantal behandelde containers met 1,2-dichloorethaan;
- ook andere milieugevaarlijke stoffen werden aangetroffen waarvan het aantal keren dat benzeen, toluen, xylene, chloormethaan en tetrachloormethaan werd aangetroffen, toeneemt in de loop der jaren.

In Duitsland is een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd naar de situatie in de haven van Hamburg (Bauer, 2007). In dit onderzoek werden a-select meer dan 2000 containers onderzocht. Het onderzoek richtte zich op de aangetroffen stoffen, het soort goederen en het land van herkomst. De resultaten voor wat betreft de aangetoonde bestrijdingsmiddelen en de percentages hiervan zijn vergelijkbaar met wat in de Rotterdamse haven wordt aangetoond. In de Hamburgse haven werd geconstateerd dat in 14% van de containers bestrijdingsmiddelen zoals methylbromide, fosfine, formaldehyde en 1,2-dichloorethaan, werden gevonden en in 17% andere milieugevaarlijke stoffen, zoals benzeen, dichloormethaan en toluen. Deze stoffen werden vooral aangetroffen in containers met textiel en schoenen uit zuidoost Azië.

3 Nationaal en Europees beleid

3.1 Nationaal en Europees milieubeleid

De stoffen waar hier sprake van is, behoren tot de vluchtige organische stoffen (VOS). Voor deze stoffen is om diverse redenen milieubeleid ontwikkeld. Van belang is het beleid dat ontwikkeld is voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden, het beleid voor vluchtige koolwaterstoffen en het stofspectifieke beleid voor verschillende stoffen. Een uitgebreide beschrijving van het milieubeleid is gegeven in Bijlage 1. Hier volgend is een samenvatting gegeven.

Beleid voor gewasbeschermingsmiddelen en biociden

De stoffen die gebruikt worden voor het behandelen van containers tegen ongedierte, zijn bedoeld om ongedierte te doden en zijn vanuit die optiek al milieugevaarlijke stoffen. Vanuit beleidsoptiek worden deze stoffen *biociden* genoemd; dezelfde stoffen toegepast in de landbouw noemt men bestrijdingsmiddelen of gewasbeschermingsmiddelen. Veel van deze stoffen zijn ook gevaarlijk voor de mens, mede door de hoge concentraties waarin ze toegepast worden.

In Nederland is het gebruik van deze stoffen gereguleerd. Het College voor de Toelating Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (Ctgb) oordeelt over de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden op basis van Europees geharmoniseerde wet- en regelgeving. Europese regelgeving schrijft voor dat stuwhout en pakkingsmateriaal dat bij internationaal transport wordt gebruikt, behandeld moet zijn in verband met het mogelijke transport van ongedierte. Voorgeschreven behandelingsmethoden zijn verhitting en het gassen met methylbromide. In de praktijk in het Verre Oosten wordt vaak gekozen voor de eenvoudigste en goedkoopste werkwijze: het gassen. Andere middelen kunnen gebruikt worden vanuit de optiek van bescherming van de waren in containers (hoewel ook behandelde containers aangetroffen worden die geen bederfelijke waar hebben). In principe zijn daar geen internationale voorschriften voor. In Nederland reguleert het Ctgb welke middelen voor welke toepassingen gebruikt mogen worden.

Beleid voor vluchtige organische stoffen

Voor vluchtige organische stoffen is er Europees milieubeleid gericht op het terugdringen van de emissies. Vluchtige organische stoffen dragen immers bij aan de vorming van smog. Binnen de EU zijn afspraken gemaakt over de maximale emissie per land in de zogenaamde NEC-richtlijn.

Stofspectiefiek beleid

Methylbromide is een ozonlaagaantastende stof en is schadelijk voor mens en milieu. Toepassing ervan is verboden behalve voor kritische toepassingen waaronder het behandelen van stuw- en pakkingshout dat gebruikt wordt bij internationale transporten. In paragraaf 2.2 is beschreven dat er internationale regels zijn voor het behandelen van pakkingshout met methylbromide (International Standards for phytosanitary measures nummer 15).

Het gebruik van *fosfine* is gereguleerd in gebruiksvoorschriften.

Het toepassen van 1,2-dichloorethaan en chloorpicrine is verboden in Nederland.

Tetrachloormethaan is een zwarte-lijststof. Voor deze stof zijn er beperkingen ten aanzien van het op de markt brengen en het gebruik ervan in stoffen en preparaten.

Benzeen is een carcinogeen. De Europese Unie heeft grenswaarden vastgesteld voor de concentratie van benzeen in lucht ter bescherming van de bevolking tegen effecten van langdurige blootstelling.

3.2 Nationaal en Europees productveiligheidsbeleid

Er is niet veel regelgeving voor wat betreft emissie van specifieke stoffen uit consumentenproducten. De meeste regels over het beperken van de emissie van vluchtige organische stoffen vallen onder de Wet Milieubeheer (Oplosmiddelenbesluit omzetting EG-VOS-richtlijn milieubeheer; besluit Hout- en Bouwbedrijven) en de Wet Milieugevaarlijke Stoffen. Voor zover er iets is vastgelegd voor consumentenproducten betreft het vooral gehalte-eisen (bijvoorbeeld in het Speelgoedbesluit Warenwet, Warenwetbesluit Pentachloorfenol, Warenwetbesluit formaldehyde in textiel, Warenwetbesluit Azo-kleurstoffen, Spaanplaatbesluit Warenwet).

Meer algemeen is in Europa en ook in Nederland de veiligheid van consumentenproducten geregeld in de Europese Richtlijn Algemene Productveiligheid (RAPV of General Product Safety Directive, GPSD).

Voor veel producten bestaan al specifieke Europese richtlijnen, zoals de Laagspanningsrichtlijn, de Speelgoedrichtlijn en de Cosmeticarichtlijn. De verplichtingen uit de RAPV gelden ook voor deze producten voor zover deze verplichtingen niet expliciet of niet voldoende zijn afgedekt in de specifieke richtlijnen.

De kern van de RAPV is de verplichting voor bedrijven om uitsluitend veilige producten te verhandelen. Informatie-uitwisseling tussen de overheden van de EU-lidstaten is geregeld via een systeem van snelle meldingen (RAPEX). Ook is er een meldingsplicht voor bedrijven voor gevaarlijke producten, die in de handel zijn gebracht en waarvoor maatregelen nodig zijn om risico's te vermijden.

Bedrijven zijn dus zelf verantwoordelijk voor het in de handel brengen van veilige producten. Zij moeten bewaken en beoordelen of hun producten voldoen aan de wettelijke eisen. Bovendien geeft de wetgeving referentiekaders aan, aan de hand waarvan beoordeeld kan worden of een product veilig is zoals de niet verplichte Europese en nationale normen.

Een producent heeft invloed op de veiligheidskenmerken van het product, een distributeur in de meeste gevallen niet. Fabrikanten en hun vertegenwoordigers binnen de Europese Unie of de eerste importeurs binnen de Europese Unie worden als producent gezien.

4 De risico's voor burgers

4.1 Routes van blootstelling

Onderscheid omstanders en consumenten

Containers met milieugevaarlijke stoffen kunnen op twee manieren gevaren opleveren voor burgers. Ten eerste kunnen burgers als 'omstanders' bij het openen van containers zijn, kunnen zij zich in containers begeven en kunnen zij dan aan de stoffen worden blootgesteld die in de containerlucht zitten. De in paragraaf 1.2 geformuleerde eerste onderzoeksvraag richt zich op een risicobeoordeling voor omstanders.

Ten tweede kunnen burgers als consumenten worden blootgesteld bij het uitdampen van gevaarlijke stoffen uit aangeschafte goederen die in een container hebben gezeten met hoge concentraties van milieugevaarlijke stoffen (nalevering). De tweede onderzoeksvraag richt zich op deze risico's. Bij deze specifieke vraagstelling handelt het zich primair om inhalatoire blootstelling (via ademhaling) maar kan bij bepaalde producten ook orale (opname via mond) en dermale (opname via huid) blootstelling optreden.

De methodiek van een risicobeoordeling van omstanders

De mogelijke blootstelling van omstanders vindt plaats wanneer burgers in contact komen met aanwezige begassings- of oplosmiddelen bij het openen van containers. Deze blootstelling vindt grotendeels plaats via inhalatie en heeft een kortdurend karakter (acuut). Voor de risicobeoordeling van de omstander gaan we uit van blootstelling aan de gemeten concentraties van de verschillende stoffen in de containerlucht. Dergelijke concentraties zijn voor alle begassingsmiddelen en oplosmiddelen beschikbaar. Indien deze worst casebenadering leidt tot de uitspraak dat de risico's acceptabel zijn binnen de normaal gehanteerde risico's, dan zijn geen verdere maatregelen nodig. Indien deze worst casebenadering leidt tot risico's die niet acceptabel zijn, dan is verdere uitwerking nodig. Onderdeel is dan te bezien of en hoe vaak een dergelijke blootstelling daadwerkelijk kan optreden.

De methodiek van een risicobeoordeling van consumenten

De blootstelling als gevolg van nalevering uit consumentenproducten is van (potentieel) langduriger aard. Uit eerder onderzoek (Knol et al., 2005a) is gebleken dat er sprake is van een meerfaseprocess van nalevering naar omgevingslucht: een snelle fase met halfwaardetijden van enkele uren, een langzame fase met halfwaardetijden tot enkele dagen en een zeer lange fase met halfwaardetijden die kunnen oplopen tot een jaar. De hoeveelheden van een stof die worden afgegeven in de drie fases verschillen per product. De periode van potentiële blootstelling voor nalevering uit consumentproducten dient op basis van de halfwaardetijden beschouwd te worden als zich uitstrekkend van subacuut tot semichronisch. Er is in dat onderzoek een twintigtal producten (beeldjes, kleding, gebruiksproducten) op nalevering onderzocht. Als worst case product kwam een matras naar voren (zie volgende alinea).

De route van de naleveringsblootstelling hangt af van het product waaruit nalevering plaatsvindt. Naar verwachting zal voor veruit de meeste producten *inhalatie* de belangrijkste route van blootstelling zijn. Om deze route te kunnen beoordelen op gezondheidsrisico's dient de hoogte en de tijdsduur van de blootstelling bekend te zijn. Tal van variabelen hebben hier invloed op. De grote verscheidenheid aan consumentenproducten, elk met eigen fysieke karakteristieken en gebruiksdoel, maakt de schatting van de mogelijke inhalatoire blootstelling tot een complex vraagstuk. Een cruciaal hiaat hier betreft de schaarste aan meetgegevens over uitdamping van begassings- en oplosmiddelen uit consumentenproducten op het moment dat de consument met deze producten in aanraking komt (dus na

verwijdering uit containers en na transport). Concentraties gemeten in containers zijn niet bruikbaar voor een inschatting van de inhalatoire blootstelling van de consument. Sommige consumentenproducten zullen weinig van het aanwezige gas absorberen, andere daarentegen juist veel. Op basis van alleen een concentratiemeting in de container is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over emissie van stoffen uit consumentenproducten tijdens de gebruiksfase. In een eerdere rapportage (Knol et al., 2005b) werd de risicobeoordeling voor de consument toegespitst op een (kinder)matras als zijnde een product dat naar verwachting leidde tot de hoogste blootstelling. Deze verwachting was gebaseerd op in de praktijk aangetroffen begaste matrassen, de langdurige contacttijd van een consument met een uitdampend matras, de geringe afstand van bron tot ademzone en de hoeveelheid bestrijdingsmiddelen die aangetoond zijn in een matras. Ook voor de huidige rapportage is een begast matras op grond van de gesignaleerde begaste producten nog altijd de beste worst casesituatie om de risicobeoordeling voor consumenten mee uit te voeren.

Dermale blootstelling is mogelijk bij onder andere kleding, matrassen, schoeisel, meubels, kinderknuffels, kussens, sierobjecten en tassen. De mate waarin deze route leidt tot significante lichaamsbelasting hangt af van de mate van contact en duur van het contact enerzijds en het vermogen van de aanwezige contaminant om naar en door de huid te penetreren. Het meest relevant zal de dermale route zijn voor producten die intensief in contact komen met de huid in aanwezigheid van transpiratievocht. Om deze blootstelling te kunnen inschatten zijn gegevens nodig over de uitloging van de aanwezige contaminanten. Op dit moment ontbreken dergelijke gegevens.

Voor voedingsmiddelen en geneesmiddelen zal *orale* blootstelling relevant zijn. Orale blootstelling door sabbelen op objecten kan voor sommige specifieke producten (knuffels) relevant zijn maar zal voor veruit de meeste producten verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de inhalatoire en dermale blootstelling. Voor de mogelijke orale expositie als gevolg van nalevering uit voedingsmiddelen en geneesmiddelen zijn alleen oude gegevens beschikbaar. Deze zijn reeds beoordeeld in de eerdere rapportage (Knol et al., 2005b) en zullen daarom hier slechts kort besproken worden. De mogelijke blootstelling als gevolg van sabbelen is niet kwantificeerbaar vanwege het ontbreken van gegevens.

Zoals uit bovenstaande blijkt, zijn de beschikbare gegevens over de nalevering van contaminanten (bestrijdings- en productiemiddelen) uit consumentenproducten beperkt. Voor de dermale route ontbreken relevante gegevens. Voor de orale route zijn alleen de gegevens voor voedingsmiddelen beschikbaar waarover eerder door Knol et al. (2005b) gerapporteerd is. De conclusie daar luidde dat de beschikbare gegevens niet wezen op een risico als gevolg van aanwezige methylobromide- en bromideresiduen. Voor de mogelijke orale route via sabbelen ontbreken op dit moment gegevens. Zodoende laten we de orale route verder buiten beschouwing in het huidige rapport. Voor de inhalatoire route zijn de gegevens voor methylobromide uit matrassen zoals eerder beoordeeld in Knol et al. (2005b) beschikbaar. De nalevering uit dit product werd en wordt als worst case gezien in een onderzoek naar de nalevering uit verschillende producten (Knol et al. Vos, 2005a). In de volgende paragrafen gaan we in op nieuwe (ten opzichte van de vorige risicobeoordeling, Knol et al., 2005b) blootstellingsgegevens zoals gebruikt in de huidige risicobeoordeling. Een product dat aanvullend onderzocht is, zijn schoenen uit een container met hoge toluenconcentraties. Ook dit nemen we mee in de huidige risicobeoordeling.

4.2 Blootstellingsgegevens

4.2.1 Blootstelling van omstanders

Sinds 2003 voert de VROM-Inspectie regelmatige controles uit naar de gehalten bestrijdingsmiddelen en andere schadelijke gasen in containers. De herkomst van de aangetroffen stoffen is meestal onduidelijk. Sommige stoffen zullen gebruikt zijn voor de begassing van de container, andere stoffen kunnen uit bepaalde (onderdelen van) consumentenproducten gedampt zijn.

Resultaten van de uitgevoerde metingen in containerlucht uit de periode 2003-2006 zijn onlangs geanalyseerd en gepubliceerd (De Groot, 2007). In de huidige risicobeoordeling zijn die bestrijdingsmiddelen opgenomen die in containers zijn aangetroffen: methylbromide, fosfine, 1,2-dichloorethaan en chloorpicrine.

Van de aangetroffen productiemiddelen nemen we benzeen, toluen, xyleen en chloormethaan mee in deze risico-analyse omdat daarvoor de concentraties in containers soms hoger waren dan de MAC-waarde (jaar 2006).

In Tabel 1 zijn de gemiddelden en maxima zoals gemeten in containers voor de geselecteerde stoffen weergegeven (De Groot, 2007).

Tabel 1 Overzicht aangetroffen middelen en concentraties in containers (alle concentraties in mg m⁻³)

Component	MAC- waarde	2003		2004		2005		2006		Maximale waarde (jaartal van voorkomen)
		Gem.	Med.	Gem.	Med.	Gem.	Med.	Gem.	Med.	
Bestrijdingsmiddelen										
Methylbromide	1	1	0,4	61	2	5	1,5	11	0,4	1.100 (2004)
Fosfine	0,1	-	-	n.a.	n.a.	*	*	*	*	0,3 (2005)
1,2-Dichloorethaan	7	1	0,7	7	1	12	0,6	22	2	270 (2006)
Chloorpicrine	0,7	-	-	2	1	n.a.	n.a.	*	*	5 (2004)
Sulfurylfluoride	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-
Andere vluchtige organische stoffen										
Benzeen	3	0,3	0,1	0,8	0,09	5,8	0,1	3,2	0,3	75 (2005)
Tolueen	150	5	0,6	21	0,5	19	0,5	127	1,4	650 (2006)
m/p-Xyleen	210	12	2	2,6	0,4	3,4	0,2	10	0,3	280 (2006)
Chloormethaan (Methylchloride)	52	5,9	0,4	8,4	0,1	1,3	0,3	73	0,3	790 (2006)
Tetrachloormethaan	3	*	*	0,1	0,1	*	*	*	*	4 (2006)
Chloorbenzeen	23	n.a.	n.a.	0,2	0,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	23 (2003)

Gem. = gemiddelde concentratie in positieve monsters

Med. = mediaanwaarde over positieve monsters

N.a.= niet aangetroffen; * = te weinig positieve monsters (≤ 3)

De concentraties zoals maximaal in de container gemeten, zijn gebruikt voor het inschatten van het risico voor de omstander. De blootstelling van de omstander zal immers nooit hoger zijn dan aan de concentratie in de container. De duur van deze blootstelling zal gering zijn. Als worst case-aanname gaan we uit van een duur van één uur. In de praktijk zal dit aanzienlijk korter zijn omdat men in de regel snel de hoge concentraties zal waarnemen en door afname van de concentratie door verdunning/verwaaiing in de open lucht buiten de container.

4.2.2 Blootstelling van consumenten door nalevering

Voor de inschatting van de inhalatoire blootstelling van de consument is informatie nodig over de emissie van stoffen uit de consumentenproducten, bij voorkeur over de periode dat de consument met deze producten in aanraking komt (dus nadat ze uit de container zijn gehaald en getransporteerd naar de consument). Op dit moment zijn emissiegegevens beschikbaar voor een gering aantal producten en stoffen, te weten twee matrassen waarvan één uit een met methylbromide begaste importcontainer en één uit een met 1,2-dichloorethaan begaste importcontainer. Dit leidt ertoe dat voor de huidige risicobeoordeling slechts de emissie uit deze twee matrassen gebruikt kan worden, wat (uiteraard) een smalle basis is voor het doen van risico-uitspraken over de brede problematiek. Het gaat immers om slechts twee onderzochte matrassen uit twee containers uit een potentieel grote hoeveelheid op deze wijze vervoerde matrassen en, daarnaast, uit een diversiteit aan andere op deze wijze vervoerde goederen. Matrassen worden wel als worst caseproduct (zie paragraaf 4.1) gezien. De representativiteit van de onderzochte matrassen ten opzichte van andere matrassen in containers en dus ten opzichte van andere containers en andere producten is onbekend.

Methylbromide

De resultaten zoals gerapporteerd voor methylbromide uit matrassen in de eerdere rapportage (Knol et al., 2005b) kunnen als volgt worden samengevat. Op basis van metingen in een emissiekamer naar het uitdampingsverloop uit een matras die verkregen was uit een gegaste container, werden luchtconcentraties in een kleine kinderkamer berekend. Met de aanname dat het gas zich redelijk snel door de kamer verspreidt, voorspelde de modelberekening een maximale ruimteconcentratie van ongeveer $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In deze berekening werd geringe ventilatie (0,5 air changes per uur) aangenomen. Na de eerste circa 100 uur nam de berekende luchtconcentratie af tot een niveau van ongeveer $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dat vervolgens lang gehandhaafd bleef. Na 10.000 uur (≈ 400 dagen) was het berekende niveau teruggelopen tot $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uiteraard zouden deze concentraties lager zijn geweest bij hogere ventilatie. Vanuit een worst case-aanname dat methylbromide in een luchtlaag van ongeveer 20 cm boven het matras blijft hangen, werden met hetzelfde model maximale concentraties verkregen van 20 tot $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in die luchtlaag, snel dalend tot een min of meer stabiel niveau van ongeveer $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na 400 uur. De concentraties in de rest van de kamer waren uiteraard lager.

In een nadien uitgevoerd validatie-experiment werden na één dag op 2 cm boven een met methylbromide behandeld matras concentraties gemeten van 300 tot $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 2 dagen (50 uur) was dit 50-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 6 dagen (140 uur) 30 tot $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op basis van het uitdampingsverloop kon worden voorspeld dat de concentraties vlak boven het matras in de periode daarna zouden dalen tot een range van 10 tot $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De concentraties op grotere afstand dan 2 cm van het matras waren lager (Knol et al., 2005b).

1,2-Dichloorethaan en oplosmiddelen

In voorjaar 2007 werd tijdens een controle een container aangetroffen waarin zich matrassen bevonden en waarin hoge concentraties 1,2-dichloorethaan en oplosmiddelen aanwezig waren in de lucht. Een matras hieruit is door het RIVM op nalevering onderzocht en in Hamburg bij het *Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin* op concentraties in het matras. Op basis van het RIVM-naleveringsonderzoek kunnen de luchtconcentraties van 1,2-dichloorethaan en andere aanwezige stoffen geschat worden zoals deze kunnen optreden in een slaapkamer.

Van het matras zijn bij het *Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin* binnen enkele dagen na ontschepping monsters uit de lucht in het inwendige van het matras genomen. Deze luchtmonsters zijn onderzocht op de concentratie vluchtige organische stoffen. De gevonden waarden zijn samengevat in Tabel 2.

De stoffen die in het matras zijn aangetroffen, zijn niet aan het matras gebonden; zij zullen snel uitdampen. Daar er enige tijd zal zitten tussen het moment van ontschepping en het in gebruik nemen van het matras is het niet realistisch aan te nemen dat de aangetroffen concentraties indicatief zijn voor de blootstelling van een gebruiker van het matras.

Tabel 2 Stoffen aangetoond in matras kort na vrijkomen matras uit de container

Stof	Concentratie	
	(ppb)	(mg m ⁻³)
1,2-Dichloorethaan	> 10.000	>45
Benzeen	194	0,7
Tolueen	1.106	4,5
Dichloormethaan	5.744	22
1,2,4-Trichloorbenzeen	72	0,6

Nalevering uit matras

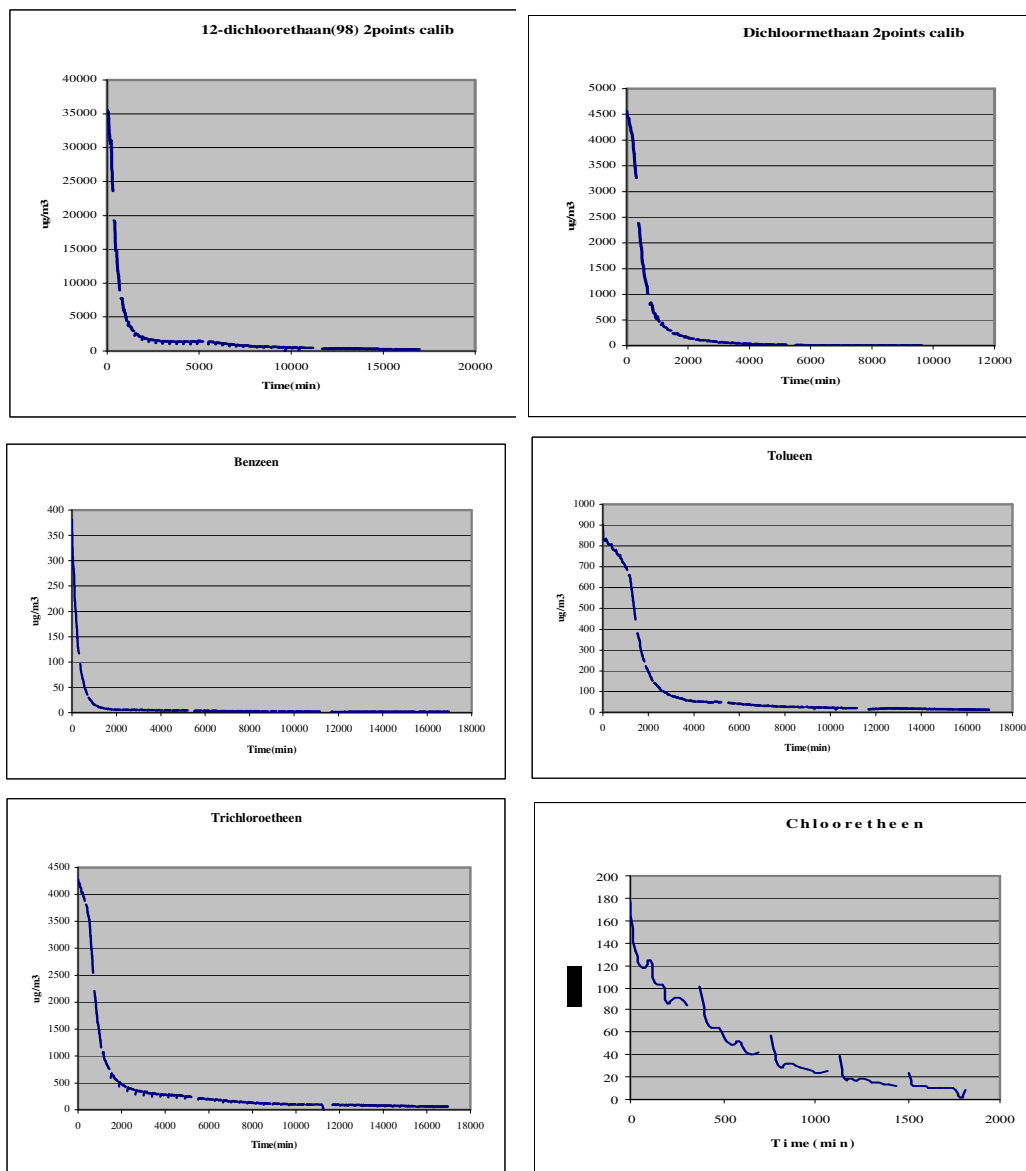
Het RIVM heeft de emissie van stoffen uit het matras gemeten in de emissiekamer (Ganec, zie Knol et al., 2005a). Een uitsnede van het matras (0,5 kg) werd in de emissiekamer geplaatst. De emissiekamer had een volume van 200 liter en werd geventileerd met een ventilatievoud van 1,33 l/min = 80 l/uur = 0,4 Air Changes (AC)/uur. De temperatuur in de emissiekamer was ingesteld op 35 °C. In de afgevoerde lucht werden elke 30 minuten monsters van de lucht genomen en geanalyseerd op de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen en vluchtige organische stoffen. Op deze wijze is het verloop van de luchtconcentratie voor de aangetroffen stoffen bepaald (concentratieprofiel) zoals weergegeven in Figuur 2.

Op basis van de geëmitteerde hoeveelheden zijn de volgende stoffen geselecteerd als de meest relevante voor een risicobeoordeling: 1,2-dichloorethaan, dichloormethaan, benzeen, tolueen, trichlooretheen en vinylchloride.

Over de extrapolatie van de concentratieprofielen naar een realistische blootstelling valt het volgende op te merken. Allereerst komt de ventilatie in de emissiekamer ruwweg overeen met die van een matig geventileerde ruimte. Daarnaast zal de luchtconcentratie evenredig zijn met de hoeveelheid matras en omgekeerd evenredig met het volume van de ruimte waarin het matras zich bevindt:

$$C_{kamer} \approx C_{Emissiekamer} \times \frac{M_{totale_matras}}{M_{sample_matras}} \times \frac{V_{Emissiekamer}}{V_{kamer}} = C_{Emissiekamer} \times F_{schaling}$$

Voor een matras van bijvoorbeeld 20 kg zou men op grond van deze extrapolatie een vergelijkbare concentratie verwachten in een ruimte van 8 m³, wat van dezelfde grootte-orde is als een kleine kamer. De concentratieprofielen zijn daardoor bruikbaar als ruwe schatting voor de concentraties die in een feitelijke blootstellingssituatie kunnen optreden en waaraan een consument kan worden blootgesteld. Dit moet nadrukkelijk worden opgevat als een indicatie van het mogelijke niveau van blootstelling.



Figuur 2 Luchtconcentraties van stoffen ($\mu\text{g m}^{-3}$) als gevolg van emissies uit een matras

Bij het gebruik van de concentratieprofielen zijn de volgende kanttekeningen te plaatsen: in deze simulatie is niet verdisconteerd dat de emissie in de emissiekamer, vanwege de relatief hoge temperatuur die in de experimenten is gehanteerd, waarschijnlijk sneller verloopt dan onder typische binnenshuisomstandigheden. Ook is niet in rekening gebracht dat de lucht binnenskamers niet homogeen gemengd is, en dat concentraties vlak boven het matras waarschijnlijk hoger zullen zijn dan gemiddeld in de ruimte. Hoe beide effecten in het eindresultaat beïnvloeden valt, zonder aanvullende

experimenten, niet te zeggen. Het is te verwachten dat vooral de langetermijnconcentraties hoger uitvallen dan voorspeld in de bovenbeschreven schatting omdat de uitdamping langzamer zal gaan. Daarnaast zijn deze matrassen uit de container gehaald en direct in een koude (4 °C) ruimte geplaatst. Hierdoor is de hoeveelheid die tijdens transport en opslag verdampt minder dan in een praktijksituatie, en zal de emissie dus hoger zijn dan in de praktijksituatie. Een andere bron van onzekerheid betreft het feit dat er slechts één enkel stuk uit het matras is genomen. Het is zonder aanvullende gegevens niet te zeggen hoe representatief dit stuk is voor alle matrassen (en eventueel andere consumentenproducten) waaraan blootstelling kan plaatsvinden.

Tolueen in schoenen

In september 2007 heeft de VROM-Inspectie een container aangetroffen met een hoge concentratie tolueen in de containerlucht (ruim 1500 mg m⁻³). In de container zaten schoenen die door de Voedsel en Warenautoriteit op het gehalte van deze stof zijn geanalyseerd. Resultaat was een extraheerbare concentratie (extractiemiddel pentaan) in schoenmateriaal van 170 tot 260 mg/kg. Het gewicht van de schoenen was 220 gram (twee schoenen).

Niet bekend is hoeveel tolueen en met welke snelheid dit uit de schoenen zal uitdampen en welke verhoging van concentraties in verblijfruimten daaruit zou volgen. Ook onbekend is hoe hoog de dermale belasting kan zijn als gevolg van uitloging naar de huid en de waterige matrix van zweet die daarop aanwezig kan zijn.

Uitgaande van het totale gehalte tolueen is de maximaal mogelijke lichaamsbelasting berekend en is deze afgezet tegen een relevante toxicologische norm. Dit betekent toetsing van de maximale blootstelling die mogelijk is als gevolg van inhalatoire en dermale opname.

4.3 Toxicologische risicobeoordeling

4.3.1 Toelichting

Toxicologische stofinformatie is te vinden in Bijlage 2. Voor elk van de geselecteerde stoffen geven we een kort overzicht van de relevante toxicologische informatie, daarbij nadruk leggend op een beschrijving van de kritische gezondheidseffecten bij acute, subacute en semichronische inhalatoire blootstelling en beschikbare toxicologische referentiewaarden (grenswaarden) voor dergelijke blootstellingen. Op dermale en orale toxiciteit wordt kort ingegaan.

In de risicobeoordeling gaan we zoals gebruikelijk uit van gezondheidskundige grens- of referentiewaarden. Binnen het Nederlandse milieubeleid neemt voor chemische stoffen de grenswaarde van het zogenaamde Maximaal Toelaatbare Risico (MTR) een belangrijke plaats in. Met behulp van deze grenswaarde wordt in verschillende kaders beoordeeld in hoeverre reductie van blootstelling noodzakelijk/gewenst is. Het MTR heeft betrekking op langdurige blootstelling en is voor kortdurende blootstelling zoals in het onderhavige geval bij omstanders minder geschikt. Zoals uitgelegd in voorgaande paragrafen gaan we voor de omstander uit van acute blootstelling van maximaal één uur. MAC-waarden waren grenswaarden voor arbeidsituaties, gericht op de langdurige blootstelling van werknemers. Inmiddels is het beleid gewijzigd, zijn de MAC-waarden vervangen door een beperktere set van publieke grenswaarden en moeten werknemers en werkgevers afspraken maken over veilige waarden om bij te werken. In dit rapport vallen we terug op de voormalige MAC-waarden ondanks dat de elementen 'langdurig' en 'werknemer' MAC-waarden ook minder geschikt maken voor de risicobeoordeling voor omstanders.

De meest geschikte grenswaarden voor omstanders zijn de acute grenswaarden zoals ze in andere kaders worden afgeleid. Ook hier kan terughoudendheid nodig zijn, bijvoorbeeld wanneer deze grenswaarden gericht zijn op acute blootstelling in calamiteitsituaties. Veiligheidsmarges in dergelijke grenswaarden zijn namelijk bewust klein gehouden en ze zijn zodoende niet direct toepasbaar voor andersoortige blootstellingsituaties.

Wanneer geen acute of kortdurende grenswaarden beschikbaar zijn, kan op basis van de beschikbare dosis-responsinformatie voor de stof in kwestie zo goed als mogelijk ingeschat worden hoe aannemelijk het optreden van schadelijke effecten is voor de omstander.

Zoals uitgelegd in paragraaf 4.2.1 richt de beoordeling voor de omstander zich op de volgende stoffen: methylbromide, fosfine, 1,2-dichloorethaan, chloorpicine, benzeen, toluen, xyleen en chloormethaan.

Voor de nalevering en de daaruit voortvloeiende blootstelling van de consument moet op basis van de concentratieprofielen zoals gepresenteerd in paragraaf 4.2.2 rekening worden gehouden met een kortdurende hoge blootstelling gedurende een enkele uren tot dagen gevolgd door een mogelijke periode van weken van lagere blootstelling (subacuut tot subchronisch). Gezien het belang van het MTR in het milieubeleid is het relevant overschrijdingen van deze chronische grenswaarde te signaleren. Daarnaast geven we zo goed als mogelijk aan hoe aannemelijk daadwerkelijke gezondheidseffecten zijn voor de consument als gevolg van de overschrijding van het MTR, daarvoor zoals gebruikelijk acute of kortdurende grenswaarden als hulpmiddel gebruikend of, wanneer dergelijke grenswaarden ontbreken, terugvallend op de beschikbare toxicologische dosis-responsinformatie. Zoals uitgelegd in paragraaf 4.2.2 richt de beoordeling voor de consument zich op de volgende stoffen: 1,2-dichloorethaan, dichloormethaan, benzeen, toluen, trichlooretheen en vinylchloride. Het selectie criterium hier was overschrijding van het MTR voor lucht.

In de volgende paragrafen beoordelen we achtereenvolgens de blootstelling van omstanders en vervolgens die van de consument op basis van de beschikbare gegevens. Toxicologische stofinformatie komt daarbij slechts in kort bestek aan de orde.

4.3.2 Risicobeoordeling omstanders

Methylbromide

Het gevoeligste toxicologische effect door methylbromide bij inhalatie is neurotoxiciteit. Voor acute blootstelling (één uur) hanteert het ministerie van VROM de grens van 10 mg/m³ (MTR-uurgemiddeld). Het MTR-jaargemiddeld bedraagt 100 µg/m³.

Voor methylbromide is een hoogste gemiddelde van ongeveer 61 mg/m³ gevonden in containers (jaar 2004) en een maximum van 1.146 mg/m³. Blootstelling gedurende één uur aan deze laatste concentratie ligt op het niveau van een één-uursdrempel voor sterfte (AEGL-3, zie Bijlage 1) van 1.185 mg/m³. Een acute grenswaarde voor irreversibele schadelijke effecten (AEGL-2) van 816 mg/m³ zou worden overschreden, wat betekent dat bij het gevonden maximum daadwerkelijke neurologische effecten (klinische symptomen) te verwachten zijn. Het gemiddelde van 61 mg/m³ ligt ruim boven de acute één-uursgrenswaarde van 10 mg/m³ zoals gehanteerd door VROM. De kans op het optreden van daadwerkelijke intoxicatiesymptomen bij een dergelijke concentratie lijkt beperkt gezien bijvoorbeeld het gegeven uit de toxicologische literatuur dat bij de mens na gebruik van methylbromide symptomen pas zijn gerapporteerd vanaf 390 mg/m³ (en bovendien verwachten we niet dat de omstander gedurende een uur wordt blootgesteld, zie paragraaf 4.2.1)

Concluderend is er voor omstanders sprake van een duidelijk risico op acute effecten bij inademing van de methylbromideconcentraties zoals aangetroffen in containers.

Fosfine

Deze stof is een ademhalingsgif. Fosfine verstoort het ademhalingssysteem van cellen en induceert zodoende inwendige verstikking. Voor een blootstellingsduur van 24 uur heeft het RIVM een grenswaarde afgeleid van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor chronische blootstelling via lucht is een grenswaarde (MTR) van $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voorgesteld.

Voor fosfine is geen gemiddelde afleidbaar uit de beschikbare metingen in containers omdat het aantal positieve monsters te laag was. De maximale gemeten concentratie in gegaste containers bedraagt $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Blootstelling gedurende één uur aan deze laatste concentratie betekent blootstelling aan een concentratie groter dan de waarde voor de RIVM-grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor exposities tot 24 uur. De concentratie ligt echter ruim onder de geschatte één-uursdrempel voor ernstige acute toxiciteit (AEGL-2) van $2,8 \text{ mg}/\text{m}^3$. Dit suggereert dat de blootstelling niet zal leiden tot een daadwerkelijk gezondheidseffect. Vergelijking met de gerapporteerde NOAEL bij de mens van $3,3 \text{ mg}/\text{m}^3/\text{uur}$ wijst in dezelfde richting.

Concluderend is er voor omstanders waarschijnlijk geen sprake van een risico op acute effecten bij inademing van de fosfineconcentraties zoals aangetroffen in containers. Effecten op langere termijn zijn niet aannemelijk voor fosfine.

1,2-dichloorethaan

Bij acute inhalatie van hoge concentraties werkt deze stof in op het zenuwstelsel, de lever en de nieren. Als waarschuingswaarde voor blootstelling bij calamiteiten is een één-uursdrempel bekend van $200 \text{ mg}/\text{m}^3$, gebaseerd op de geur van de stof. Voor langdurige blootstelling via lucht bedraagt het MTR $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gebaseerd op de genotoxische en carcinogene eigenschappen van de stof.

Voor 1,2-dichloorethaan is een hoogste gemiddelde van ongeveer $22 \text{ mg}/\text{m}^3$ gevonden in containers (jaar 2006) en een maximum van $270 \text{ mg}/\text{m}^3$ (2006). Blootstelling gedurende één uur aan deze laatste concentratie ligt ruim beneden de geschatte één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie van $2.000 \text{ mg}/\text{m}^3$ (levensbedreigende waarde voor calamiteitsituaties). Sterfte of ernstige intoxicatie lijkt zodoende niet waarschijnlijk bij het gevonden maximum. Of zich enige toxische symptomen kunnen voordoen bij dit niveau is niet met zekerheid te zeggen vanwege de schaarste aan toxicologische gegevens over de acute dosis-respons. De hoogte van de NOAEL in kortdurende proefdierstudies, liggend bij $430 \text{ mg}/\text{m}^3$, suggereert slechts een gering toxisch risico. Voor wat betreft het carcinogene risico betekenen zowel het gevonden gemiddelde als het maximum aanzienlijke hogere concentraties dan het MTR als levenslang gemiddelde (risiconiveau van één op tienduizend per leven). De korte duur van deze concentraties boven de MTR-waarde maakt dat het daadwerkelijke extra kankerrisico per leven als gevolg van deze blootstelling, verwaarloosbaar is (minder dan één op miljoen per leven). Concluderend wordt dat de concentraties korte tijd boven de MTR-waarde zijn. Het extra kankerrisico als gevolg van inademing van de aangetroffen maxima zal echter in de verwaarloosbare range blijven. Ernstige toxische effecten hoeven bij de gevonden maxima niet verwacht te worden. Op basis van de schaarse gegevens over de drempel voor lichte acute toxische effecten, zijn deze echter niet geheel uit te sluiten.

Chloorpicrine

Deze stof staat bekend om zijn sterk irriterende werking op ogen neus en ademhalingswegen. Op basis van een waargenomen drempel van 2 mg/m^3 voor de tranende werking bij de mens (10 minuten blootstelling) is een één-uursdrempel voor calamiteitsituaties van 200 µg/m^3 vastgesteld (voorlichtingswaarde). Voor de stof is geen MTR beschikbaar. De enige bekende grenswaarde voor langdurige blootstellingen is $0,4 \text{ µg/m}^3$, afgeleid door de Californische EPA.

Voor chloorpicrine is een hoogste gemiddelde van ongeveer $1,9 \text{ mg/m}^3$ gevonden in containers (jaar 2005) en een maximum van $5,6 \text{ mg/m}^3$ (2004). Blootstelling gedurende één uur aan deze laatste concentratie blijft beneden de geschatte één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie van 10 mg/m^3 (levensbedreigende waarde voor calamiteitsituaties). Sterfte is zodoende niet waarschijnlijk bij het gevonden maximum. De geschatte één-uursdrempel voor ernstige oogirritatie van 2 mg/m^3 (vastgesteld als Alarmeringsgrenswaarde) wordt wel overschreden. Ook bij het gemiddelde van $1,9 \text{ mg/m}^3$ is tranen van de ogen te verwachten. Op basis van de beschikbare toxicologische informatie zijn geen langetermijneffecten te verwachten voor de omstander door chloorpicrine. Concluderend, is bij de aangetroffen concentraties chloorpicrine irritatie van ogen, neus en luchtwegen te verwachten. Andere effecten worden niet verwacht.

Benzeen

Deze stof staat bekend als humaan carcinogeen op basis van arbeidsepidemiologische studies waarin na chronische inhalatoire blootstelling een verhoogd voorkomen van leukemie gevonden werd. Op basis van de genotoxische en carcinogene werking heeft het RIVM een MTR afgeleid van 20 µg/m^3 . Conform de definitie van het MTR komt deze grenswaarde overeen met een extra kankerrisico van één op tienduizend per leven bij levenslange blootstelling. Voor de acute toxiciteit zijn neurologische effecten het gevoeligst. Voor ernstige neurologische effecten is een één-uursdrempel bekend van 2.590 mg/m^3 (AEGL-2) en voor lichte neurologische effecten een drempel van 168 mg/m^3 (AEGL-1).

Voor benzeen is een hoogste gemiddelde van ongeveer $5,8 \text{ mg/m}^3$ gevonden in containers (jaar 2005) en een maximum van 75 mg/m^3 (2005). Blootstelling gedurende één uur aan deze concentraties blijft ruim beneden de geschatte drempel voor lichte neurologische effecten in de humane populatie (168 mg/m^3).

De conclusie luidt dat de genoemde hoogste concentraties naar verwachting niet leiden tot acute gezondheidseffecten bij omstanders. Voor wat betreft het carcinogene risico betekenen zowel het gevonden gemiddelde als het maximum aanzienlijke hogere concentraties dan de MTR-waarde als levenslang gemiddelde. De korte duur dat deze concentraties boven de MTR-waarde voor levenslange blootstelling liggen, maakt dat het extra kankerrisico per leven als gevolg van deze blootstelling, verwaarloosbaar is (minder dan één op miljoen per leven).

Tolueen

Ook tolueen is bij acute inhalatie neurotoxisch. Bij letale concentraties volgt de sterfte op ernstige depressie van het zenuwstelsel. Voor één-uurexpositie is de geschatte drempel voor sterfte bij de humane populatie 10.875 mg/m^3 (AEGL-3) terwijl de drempel voor lichte neurologische effecten op basis van waarnemingen in vrijwilligerstudies 750 mg/m^3 bedraagt (AEGL-1). Het MTR voor tolueen in lucht is $0,4 \text{ mg/m}^3$, gebaseerd op neurologische waarnemingen in arbeidstoxicologische studies met chronische blootstelling. Over het geheel genomen is tolueen veel minder toxisch dan het hematotoxische en carcinogene benzeen.

Voor tolueen is een hoogste gemiddelde van ongeveer 127 mg/m^3 gevonden in containers (jaar 2006) en een maximum van 649 mg/m^3 (2006). Blootstelling gedurende één uur aan deze concentraties blijft

beneden de geschatte drempel voor lichte neurologische effecten in de humane populatie (750 mg/m^3). De conclusie luidt dat de genoemde hoogste concentraties naar verwachting niet leiden tot acute gezondheidseffecten bij omstanders. De optredende concentraties zijn kortdurend aanzienlijk hoger dan de MTR-waarde maar brengen geen acuut gezondheidsrisico met zich mee. Langetermijneffecten worden niet verwacht.

Xyleen

De acute toxische werking van xyleen lijkt op die van toluene. Bij letale concentraties ontstaat ernstige depressie van het centrale zenuwstelsel gevolgd door sterfte. Voor xylenen bedraagt de geschatte één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie 4.000 mg/m^3 (AEGL-3). Anders dan toluene werken de xylenen ook irriterend op ademhalingswegen bij relatief lage concentraties. De geschatte één-uursdrempel voor die werking in de humane populatie is gelijk aan 560 mg/m^3 (AEGL-1). Het MTR voor xylenen is $0,87 \text{ mg/m}^3$, een waarde afgeleid op basis van een Lower Observed Adverse Effect Level (LOAEL) van 870 mg/m^3 voor gedragsveranderingen bij nakomelingen in een proefdierstudie in ratten (kortdurende blootstelling). Dit MTR dient gezien de afleiding op basis van een kortdurende studie, geïnterpreteerd te worden als een kortetermijnwaarde.

Voor xyleen is een hoogste gemiddelde van ongeveer 12 mg/m^3 gevonden in containers (jaar 2003) en een maximum van 276 mg/m^3 (2006). Blootstelling gedurende één uur aan deze concentraties blijft ruim beneden de geschatte één-uursdrempel voor lichte oogirritatie in de humane populatie (560 mg/m^3).

De conclusie luidt dat de genoemde hoogste concentraties naar verwachting niet leiden tot acute gezondheidseffecten bij omstanders. De optredende concentraties zijn kortdurend aanzienlijk hoger dan de MTR-waarde maar brengen geen acuut gezondheidsrisico met zich mee. Langetermijneffecten worden ook niet verwacht voor xyleen.

Chloormethaan

Acute inhalatie van chloormethaan leidt tot neurologische effecten. Voor ernstige neurologische effecten wordt bij de humane populatie de één-uursdrempel geschat op 1.035 mg/m^3 (AEGL-2). De overeenkomstige drempel voor licht neurologische afwijkingen bedraagt 207 mg/m^3 (AEGL-1). Voor chloormethaan is geen MTR voor lucht afgeleid. De enige beschikbare chronische grenswaarde voor lucht is $0,09 \text{ mg/m}^3$, afgeleid op basis van NOAEL van 104 mg/m^3 uit een kortdurende muizenstudie naar hersenschade door de stof. Vergelijkbaar als bij het MTR voor xyleen is ook deze waarde te interpreteren als kortetermijnwaarde.

Voor chloormethaan is een hoogste gemiddelde van ongeveer 73 mg/m^3 gevonden in containers (jaar 2006) en een maximum van 785 mg/m^3 (2006). Blootstelling gedurende één uur aan deze laatste concentratie overschrijdt de geschatte drempel voor licht neurologische effecten in de humane populatie (207 mg/m^3) en benadert de drempel voor ernstige neurologische effecten (1.035 mg/m^3). Het hoogste gemiddelde blijft beneden de beide genoemde drempels en is zodoende niet verbonden met een acuut toxicologisch risico. Chloormethaan heeft reproductie-toxische effecten laten zien bij relatief lage concentraties (NOAEL 310 mg/m^3). Voor ontwikkelingstoxiciteit, meer in het bijzonder de inductie van hartafwijkingen in muizen, is de NOAEL 206 mg/m^3 . Het is niet uit te sluiten dat eenmalige expositie aan het genoemde maximum in het scenario zoals gedefinieerd voor omstanders, een risico voor deze eindpunten met zich meebrengt.

Concluderend brengen de gevonden hoogste concentraties neurologische afwijkingen van waarschijnlijk matig-ernstige aard met zich mee. Bovendien zijn effecten op ontwikkeling en reproductie niet geheel uit te sluiten. De geconstateerde maximum concentratie in containers brengt dus een gezondheidsrisico met zich mee.

Samenvatting

In Tabel 3 is een samenvattend overzicht van de effecten bij omstanders gegeven.

Tabel 3 Samenvattend overzicht van de risicobeoordeling voor omstanders

Stof	Gemeten concentraties in containers*	Beoordeling
Methylbromide	Maximaal 1.100 mg/m ³ Gemiddeld 61 mg/m ³	Gezondheidseffecten mogelijk (waarde ligt tussen AEGL2 en AEGL3) Boven grenswaarde voor één uur, maar geen gezondheidseffecten te verwachten
Fosfine	Maximaal 300 µg/m ³	Onder effectniveaus dus geen onacceptabel gezondheidsrisico verwacht
1,2-dichloorethaan	Maximaal 270 mg/m ³ Gemiddeld 22 mg/m ³	Geen ernstige gezondheidseffecten te verwachten. Lichte, acute effecten kunnen niet uitgesloten worden
Chloorpicrine	Maximaal 5,6 mg/m ³ Gemiddeld 1,9 mg/m ³	Irritaties van ogen, neus en luchtwegen te verwachten
Benzeen Tolueen Xyleen		Geen acuut of lange termijn gezondheidsrisico te verwachten
Chloormethaan	Maximaal 785 mg/m ³ Gemiddeld 73 mg/m ³	Gezondheidseffecten mogelijk

* waar de gemiddelde concentratie is vermeld, betreft dit de gemiddelde concentratie in containers waarin de stof aangetroffen is en het betreft de hoogste gemiddelde waarde over vier afzonderlijke jaren (zie Tabel 1)

4.3.3 Risicobeoordeling consumenten door nalevering matrassen

Zoals uitgelegd in paragraaf 4.1 zijn slechts voor twee matrassen bruikbare gegevens voorhanden. Matrassen zijn gekozen als plausibele worst caseproducten voor wat betreft blootstelling. Voor methylbromide zijn in 2005 metingen gedaan in één matras gevolgd door een validatie-experiment. Voor 1,2-dichloorethaan en oplosmiddelen zijn in 2007 metingen gedaan aan één matras.

Methylbromide

De beschikbare resultaten voor deze stof werden eerder beoordeeld in Knol et al. (2005b). Modelberekening wees op concentraties van 0,02 tot 0,12 mg/m³ in de luchtlaag direct boven het matras (zie paragraaf 4.2.2), dalend tot een min of meer stabiel niveau van circa 0,1 mg/m³ na 400 uur. Validatiemetingen wezen op iets hogere aanvankelijke concentraties van 0,3 tot 0,45 mg/m³ direct boven het matras, dalend tot 0,05 tot 0,1 mg/m³ na twee dagen en tot 0,01 tot 0,03 mg/m³ in de periode na zes dagen. Het MTR voor methylbromide in lucht bedraagt 0,1 mg/m³. De blijkens de berekeningen en metingen optredende concentraties liggen gedurende ongeveer twee dagen boven deze MTR-waarde. De optredende concentraties zijn gedurende korte tijd ook hoger dan de semichronische grenswaarde voor lucht voor methylbromide van 0,3 mg/m³; vanwege de korte duur heeft dit geen verdere gezondheidkundige betekenis.

De conclusie luidt dat de gemodelleerde en gemeten concentraties wijzen op tijdelijke hogere waarden dan de MTR-waarde maar dat dit niet leidt tot een onacceptabel gezondheidsrisico (Knol et al., 2005b).

1,2-dichloorethaan

Het concentratieprofiel voor deze stof uit het in 2007 bemonsterde matras (paragraaf 4.2.2) laat een aanvankelijke concentratie rond 35 mg/m^3 zien. Over een periode van ongeveer één dag daalt deze concentratie tot beneden 5 mg/m^3 . Vervolgens daalt dit verder tot beneden 3 mg/m^3 na anderhalve dag en tot beneden $0,7 \text{ mg/m}^3$ na 7 dagen. De beschikbare toxicologische gegevens voor acute tot subacute expositie zijn beperkt. Grens- of drempelwaarden voor dergelijke blootstelduren ontbreken. De gegevens wijzen erop dat levereffecten het gevoeligst zijn. Voor dergelijke effecten is in proefdieren een NOAEL bekend van 400 mg/m^3 . In het licht van deze waarde dient het optreden van toxische effecten bij concentraties van 5 tot 35 mg/m^3 gedurende één of enkele dagen, zoals ruwweg naar voren komend uit het concentratieprofiel, als niet aannemelijk beoordeeld te worden. De geschatte concentraties zijn hoger dan de MTR-waarde van $0,048 \text{ mg/m}^3$ voor 1,2-dichloorethaan. Dit laatste betekent een extra kankerrisico gezien de genotoxische en carcinogene eigenschappen van deze stof. Dit extra kankerrisico van deze blootstelling ligt echter in de verwaarloosbare range, zo laat berekening zien.²

Concluderend zijn de optredende concentraties van 1,2-dichloorethaan als gevolg van nalevering gedurende enkele dagen hoger dan de MTR-waarde. Dit zal naar verwachting niet leiden tot daadwerkelijke toxische gezondheidsschade. Het geschatte extra kankerrisico als gevolg van de verhoogde blootstelling ligt in de range van het verwaarloosbare.

Dichloormethaan

Het concentratieprofiel voor deze stof (paragraaf 4.2.2) laat een aanvankelijke concentratie tot rond $4,5 \text{ mg/m}^3$ zien. Over een periode van ongeveer één dag daalt deze concentratie tot beneden 1 mg/m^3 en tot beneden $0,3 \text{ mg/m}^3$ na anderhalve dag. Het MTR voor lucht bedraagt 3 mg/m^3 . Dit MTR is gebaseerd op koolmonoxide-binding aan het hemoglobine (CoHb-vorming) in bloed, het kritische effect voor deze stof. Het MTR geeft het niveau aan dat een verhoging teweeg zal brengen van 0,1% CoHb, wat een zeer geringe verhoging is gegeven de normale fluctuaties in deze parameter als gevolg van allerlei gangbare blootstellingen. Het is bekend dat voor niet-rokers blootstelling aan ongeveer 13 mg/m^3 gedurende 8 uur leidt tot een 0,1% toename in CoHb. In het licht van dit gegeven zal inademing van de huidige concentraties (1 tot $4,5 \text{ mg/m}^3$ gedurende maximaal één dag) slechts tot marginale verhoging van het CoHb-gehalte leiden (minder dan 0,1%) en zodoende niet verbonden zijn met een gezondheidsrisico. Dichloormethaan is niet genotoxisch of carcinogeen en van de stof worden zodoende geen langetermijneffecten verwacht.

Concluderend liggen de optredende concentraties als gevolg van nalevering van dichloormethaan gedurende minder dan één dag boven de MTR-waarde. Dit zal naar verwachting niet leiden tot daadwerkelijke toxische gezondheidsschade. Langetermijneffecten worden niet verwacht.

Benzeen

Het concentratieprofiel voor deze stof laat een aanvankelijke concentratie rond $0,3 \text{ mg/m}^3$ zien. Over een periode van ongeveer één dag daalt deze concentratie tot rond $0,02 \text{ mg/m}^3$, het MTR-niveau voor benzeen. Toetsing aan beschikbare subacute NOAELs in proefdieren voor benzeen van 32 en 129 mg/m^3 voor de kritische effecten van respectievelijk toxiciteit op het bloedvormende systeem en op de ontwikkeling voor de geboorte, laten ruime marges zien zodat het optreden van dergelijke effecten als zeer onwaarschijnlijk beoordeeld moet worden. Omdat benzeen een genotoxisch carcinogeen is, is aan

² Het extra kankerrisico voor de over de tijd geïntegreerde blootstelling, dat wil zeggen het oppervlak onder de tijd-concentratie curve zoals afgebeeld in paragraaf 4.2.2, kan berekend worden op basis van de risico-specifieke concentratie voor één op tienduizend per leven van $0,048 \text{ mg/m}^3$ (=MTR). De uitkomst is een geschat extra risico van ongeveer twee op miljoen per leven.

de verhoogde blootstelling een extra kankerrisico verbonden. Dit extra kankerrisico van deze blootstelling ligt echter in de verwaarloosbare range, zo laat berekening zien.³ Concluderend liggen de optredende concentraties geringe tijd boven de MTR-waarde. Het berekende extra kankerrisico is verwaarloosbaar.

Tolueen

Het concentratieprofiel voor deze stof laat een aanvankelijke concentratie van ongeveer $0,8 \text{ mg/m}^3$ zien. Over een periode van ongeveer één dag daalt deze concentratie tot ruim beneden $0,4 \text{ mg/m}^3$, het MTR voor tolueen. Met tolueen zijn diverse kortdurende vrijwilligerstudies uitgevoerd waaruit 150 mg/m^3 naar voren kwam als de NOAEL voor neurologische effecten (het gevoeligste effect bij kortdurende blootstelling). Een grenswaarde voor blootstelduren tot twee weken die op basis hiervan bedroeg $3,8 \text{ mg/m}^3$. Deze grenswaarde wordt niet overschreden binnen het gevonden concentratieprofiel (tot $0,8 \text{ mg/m}^3$). Zodoende worden op basis van de geconstateerde concentraties voor het onderzochte matras die kortdurend hoger zijn dan de MTR-waarde, geen gezondheidseffecten verwacht.

Trichlooretheen

Het concentratieprofiel voor deze stof laat een aanvankelijke concentratie van ongeveer $4,5 \text{ mg/m}^3$ zien. Over een periode van ongeveer anderhalve dag daalt deze concentratie tot rond $0,5 \text{ mg/m}^3$. Het MTR voor lucht voor trichlooretheen van $0,2 \text{ mg/m}^3$ wordt na ongeveer 4 dagen bereikt. Het MTR voor trichlooretheen is gebaseerd op levereffecten en depressie van het zenuwstelsel waarvoor uit proefdierstudies een NOAEL van 200 mg/m^3 werd afgeleid. Ook met trichlooretheen zijn diverse vrijwilligerstudies uitgevoerd met kortdurende blootstelling. Hierin bleken geringe neurologische veranderingen op te treden bij concentraties vanaf 1.074 mg/m^3 . Op basis van dit niveau is een grenswaarde voor blootstelduren tot twee weken afgeleid van $10,8 \text{ mg/m}^3$. Deze grenswaarde wordt niet overschreden binnen het gevonden concentratieprofiel (tot $4,5 \text{ mg/m}^3$) en zodoende worden geen gezondheidseffecten verwacht.

Concluderend treden concentraties trichlooretheen op die gedurende enkele dagen boven de MTR-waarde liggen. Dit is echter niet zodanig dat sprake is van een actueel gezondheidsrisico.

³ Analooq als voor 1,2-dichloorethaan (zie vorige voetnoot) kan het extra kankerrisico berekend worden voor de over de tijd geïntegreerde blootstelling (het oppervlak onder de tijd-concentratie curve zoals afgebeeld in paragraaf 4.2.2) op basis van de risico-specifieke concentratie voor één op tienduizend per leven van $0,020 \text{ mg/m}^3$ (=MTR). De uitkomst is een geschat extra risico van ongeveer twee op honderd miljoen per leven.

Chlooretheen (vinylchloride)

Het concentratieprofiel voor deze stof laat een aanvankelijke concentratie van ongeveer 0,16 mg/m³ zien. Over een periode van ongeveer één dag daalt deze concentratie tot rond 0,1 mg/m³ en vervolgens over een periode van uren naar nog lagere niveaus liggen rond het MTR voor lucht voor deze stof van 0,0036 mg/m³. Vinylchloride is een bewezen humaan carcinogeen en het MTR komt net als voor benzeen en 1,2-dichloorethaan overeen met een extra kankerrisico van één op tienduizend per leven. Omdat vinylchloride genotoxisch en carcinogeen is, is aan de geschatte blootstelling uit het matras een extra kankerrisico verbonden. Dit extra risico echter valt in de verwaarloosbare range, zo laat berekening zien.⁴ Het risico op toxische gezondheidsschade als gevolg van dat de optredende concentraties kortdurend boven de MTR-waarde liggen (niet-carcinogene werking) schatten we laag in. Effecten op lever, nieren en zenuwstelsel zoals gangbaar voor chlooralifaten doen zich pas zeer hoge concentraties voor na kortdurende blootstelling aan vinylchloride. Effecten op de ontwikkeling vóór de geboorte echter kunnen optreden bij veel lagere concentraties. Op basis van een NOAEL voor foetotoxiciteit van 130 mg/m³ in de muis is een grenswaarde voor blootstelduren tot twee weken afgeleid van 1,3 mg/m³. Deze grenswaarde wordt niet overschreden binnen het gevonden concentratieprofiel (tot 0,16 mg/m³) en zodoende worden geen toxische gezondheidseffecten verwacht. Het berekende extra kankerrisico als gevolg van nalevering van vinylchloride uit het onderzochte matras is zoals gezegd verwaarloosbaar.

Samenvatting

In Tabel 4 is een samenvattend overzicht van de effecten bij consumenten gegeven.

Tabel 4 Samenvattend overzicht van de risicobeoordeling voor consumenten als gevolg van nalevering

Stof	Beoordeling
Methylbromide	Meetwaarden korte tijd boven stofspecifieke MTR-waarde (voor levenslange blootstelling). De blootstelling is kortdurend, de norm is gerelateerd aan levenslange blootstelling en daarom is er geen onacceptabel gezondheidsrisico voor de beschouwde cases.
1,2-dichloorethaan	
Dichloormethaan	
Benzeen	
Tolueen	
Trichlooretheen	
vinylchloride	

4.3.4 Risicobeoordeling consumenten door nalevering schoenen

Tolueen

Het maximale gehalte in de schoenen bedroeg 260 mg/kg. Een totale gebruikperiode van de schoenen (gewicht 250 g) aannemend van een half jaar, betekent dit voor een persoon van 60 kg een maximale dagelijkse lichaamsdosis van 0,006 mg/kg lichaamsgewicht/dag⁵. Dit is een worst caseschatting omdat uitdampend tolueen natuurlijk voor het overgrote deel vervluchtigt naar de omgeving.

⁴ Analooq als voor 1,2-dichloorethaan en benzeen (zie vorige voetnoten) kan het extra kankerrisico berekend worden voor de over de tijd geïntegreerde blootstelling (het oppervlak onder de tijd-concentratie curve zoals afgebeeld in paragraaf 4.2.2) op basis van de risico-specifieke concentratie voor één op tienduizend per leven van 0,0036 mg/m³ (=MTR). De uitkomst is een geschat extra risico van ongeveer vijf op honderd miljoen per leven.

⁵ 260 mg/kg houdt 260/4 mg in per paar schoenen van 250 g. Dit delen door het lichaamsgewicht van 60 kg en 183 dagen voor een half jaar levert een blootstelling van 0,006 mg/kg lichaamsgewicht/dag

Voor toluen hanteert het RIVM een chronische orale grenswaarde (MTR) van 0,223 mg/kg lg/dag. Gezien de hoge orale absorptie kan deze MTR tegelijk beschouwd worden als lichaamsdosis (interne dosis).

Concluderend blijft de maximaal mogelijke lichaamsdosis als gevolg van het dragen van deze gecontamineerde schoenen ruim beneden het MTR en verwachten we daarom geen gezondheidsrisico voor deze schoenen.

4.4 Invloed nalevering op het binnenmilieu

De uitdamping van vluchtige organische stoffen die in consumentenproducten zitten, zal deels binnenshuis optreden. Hierdoor zullen de concentraties in het binnenmilieu worden beïnvloed. Voor het binnenmilieu heeft het RIVM gezondheidkundige advieswaarden afgeleid. Voor stoffen zoals 1,2-dichloorethaan, benzeen, toluen en xylenen zijn advieswaarden beschikbaar. Voor gebruikte gassingsmiddelen zoals methylbromide, chloorpicrine en fosfine zijn geen advieswaarden beschikbaar en ook niet voor chloormethaan.

Voor een risicobeoordeling van de stoffen in consumentenproducten in relatie tot binnenmilieu zijn twee aspecten relevant. Ten eerste is er voor de meest onderzochte stof (methylbromide) geen referentie in de vorm van een advieswaarde. Wel is er veel toxicologische informatie voor methylbromide (zie Bijlage 2) en zijn er normen om de blootstelling van mensen direct te toetsen. Dit is in voorgaande paragrafen zo goed als mogelijk gedaan en een beschouwing van de concentraties methylbromide in het binnenmilieu voegt hier wezenlijk niets aan toe.

Ten tweede is het ondoenlijk een goede concentratie in het binnenmilieu te berekenen op basis van de gemeten emissies van slechts een zeer klein aantal producten. De concentratie in het binnenmilieu wordt bepaald door het totaal van alle bronnen die binnenshuis aanwezig zijn. Er is op dit moment geen inzicht in welke bronnen (producten of andere bronnen) mogelijk bijdragen. Elke poging om een schatting van de concentratie in het binnenmilieu te maken is dus slechts speculatief.

In de vorige risicobeoordeling (Knol et al., 2005b) is een risicokarakterisering gedaan voor knuffels die uit de schappen in de groothandel waren gehaald. Hier kwam uit dat de uitdamping een verwaarloosbaar risico voor consumenten inhield. Zwak punt van dit onderzoek was dat het onduidelijk was of deze onderzochte en uit de schappen gehaalde knuffels ooit in begaste containers hadden gezeten. Dit onderzoek was dus niet gericht op een worst casesituatie.

In 2005 is over de nalevering van verschillende producten gerapporteerd (Knol et al., 2005a). Voor verschillende producten, zoals slippers, beeldjes, knikkers en tassen, zijn gegevens beschikbaar over de hoeveelheid methylbromide in het materiaal. Grootste hoeveelheid per kg product had een poef (39 mg methylbromide per kg product); de grootste absolute hoeveelheid had een matras (11 mg methylbromide per kg product). Bij verschillende producten zat naast methylbromide ook chloorpicrine in de producten. Ook zijn twee producten onderzocht waarin 1,2-dichloorethaan zat.

Deze gegevens zijn bruikbaar voor een risicobeoordeling voor het binnenmilieu. De poef had een halfwaardetijd van 1 uur. De invloed hiervan op de concentraties in het binnenmilieu is verwaarloosbaar omdat de tijd van lossing uit de container tot verkoop en plaatsing binnenshuis veel langer is.

De risicobeoordeling van matrassen voor de consument is beschreven in paragraaf 4.3.3 waarbij een beschrijving van de concentraties die in het binnenmilieu te verwachten zijn, is gegeven.

Het is denkbaar en ook in de praktijk geconstateerd dat een hele huisraad van immigranten in een container vervoerd wordt die gegast is. In de vorige risicobeoordeling (Knol, 2005b) is deze groep mensen al als risicogroep gekenmerkt. Scenario's om de daadwerkelijke invloed op het binnenmilieu te berekenen zijn speculatief en zijn daarom niet uitgevoerd.

4.5 Risicokarakterisering voedsel en medicijnen

Over de risico's van begaste voedingsmiddelen en medicijnen is eerder gerapporteerd (Knol et al., 2005b). Er zijn sindsdien geen onderzoeken op dit gebied gerapporteerd. De eerdere conclusies met betrekking tot voedingsmiddelen en medicijnen waren dat in begaste voedingsmiddelen restanten van de bestrijdingsmiddelen zijn aangetoond, als ook dat veranderingen in de medicijnsamenstelling aangetoond zijn. Directe gezondheidsrisico's door de methylobromide- en broomgehalten zijn niet te verwachten. Onbekend is wat andere bestrijdingsmiddelen doen en welke gevolgen (reacties) de bestrijdingsmiddelen hebben op bijvoorbeeld medicijnen.

5 De risico's voor het milieu

5.1 Beïnvloeding van het milieu

De in containers geconstateerde stoffen beïnvloeden het milieu op verschillende manieren en via het milieu hebben deze stoffen effecten op mens en/of natuur. Vluchtige organische stoffen dragen bij aan de vorming van smog, de bestrijdingsmiddelen hebben effecten op de natuur en sommige stoffen zijn ozonlaagaantastend (methylbromide). Deze effecten brengen we in dit hoofdstuk in beeld. Het beleid ten aanzien van deze stoffen en de geregistreerde emissies in Nederland is beschreven in Bijlage 1.

5.2 De extra emissies op Nederlands grondgebied

Volgens gegevens van het CBS kwamen er in 2006 ongeveer 2,5 miljoen beladen containers via de zeevaart de Nederlandse havens binnen (CBS, 2007). Dit komt overeen met circa 5 miljoen twenty-foot equivalent units containers (1 TEU container is 33 m³)⁶.

In 2002 is een onderzoek gedaan naar het voorkomen van de verschillende stoffen in containers. Dit onderzoek is uitgevoerd bij 300 containers in de Rotterdamse havens. Vanaf 2003 heeft de VROM-Inspectie een monitoringsprogramma opgezet waarbij ongeveer 100 containers jaarlijks zijn geselecteerd om de concentraties van de diverse stoffen te bepalen. De selectiemethode is in de loop der jaren ongewijzigd gebleven. De selectie vond plaats door de douane op niet-milieuhygiënische gronden. Over deze containers is in 2007 een trendanalyse uitgevoerd (De Groot, 2007). In deze trendanalyse is het percentage containers per jaar bepaald waarin de stoffen (bestrijdingsmiddelen en andere vluchtige organische stoffen) zijn voorgekomen. Omdat dezelfde selectiemethode is gehanteerd, kunnen conclusies over trends worden getrokken, maar zegt de absolute grootte niets over het totaal aan containers. Het percentage containers met methylbromide in concentraties boven de MAC-waarde bedroeg 2% in 2002. Bij de niet a-selecte steekproef in de jaren 2003 – 2006 werden hogere percentages gevonden, respectievelijk 7%, 20%, 13% en 11%. In welke mate er sprake is van een stijgende tendens (2002 ten opzichte van de andere jaren) of invloed van de selectiemethode is onbekend.

In de trendanalyse zijn gedetailleerde gegevens opgenomen over het aantal containers waarin de verschillende stoffen zijn aangetroffen en welke concentratie dit betrof. Deze gegevens zijn gebruikt om de onderstaande inschatting te maken van de emissies die hierdoor in Nederland optreden. Gezien de niet a-selecte selectiemethode zijn de berekende emissies waarschijnlijk een overschatting van de werkelijkheid. Ook andere factoren zijn zo gekozen dat de emissie wordt overschat. Dit betreft onder andere dat niet is gecorrigeerd voor het volume aan goederen in containers. Indien de conclusie luidt dat de emissie weinig bijdraagt aan de emissies uit overige bronnen dan is er geen probleem. Als de emissie relatief hoog blijkt, dan is een nadere beschouwing gewenst.

Anderzijds is deze berekeningswijze een onderschatting van wat er Nederland binnen komt. Er wordt immers alleen rekening gehouden met de concentratie in de lucht. Er wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheden die in producten zitten en later weer vrijkomen. Voor bestrijdingsmiddelen die voor ontsmetting ingebracht zijn en in producten absorberen, is een bovengrens voor deze hoeveelheid

⁶ In de gegevens van het CBS wordt ook het aantal containers in TEU vermeld. De omrekeningsfactor blijkt in de praktijk ongeveer 2. Een container van 1 TEU heeft een lengte van 20 voet en een inhoud van 33,1 m³.

als orde van grootte wellicht nog te schatten. Voor methylbromide is de gebruikte hoeveelheid in paragraaf 5.3.3 ingeschat en dat is natuurlijk ook de bovengrens van wat in producten geabsorbeerd kan zijn. Andere vluchtige organische stoffen zoals benzeen, toluen en xylene, zitten in producten of worden als bijvoorbeeld oplosmiddel gebruikt. Voor deze stoffen ontbreken gegevens over gehalten in de producten waardoor de hoeveelheid niet berekend kan worden.

In Tabel 5 is gegeven in hoeveel containers de verschillende vluchtige organische stoffen zijn aangetroffen en wat de gemiddelde concentratie hierin was. Aan de hand van deze gegevens is berekend welke vracht hierdoor Nederland binnengekomen is. We gaan ervan uit dat deze binnengekomen vracht in Nederland geëmitteerd is. Voor deze berekening zijn de bovenvermelde CBS gegevens vermeld over aantallen containers. Een voorbeeld berekening is in een voetnoot⁷ uitgewerkt.

Tabel 5 Hoeveelheid stoffen in containers

Stof	In containers aangetroffen (percentage)	Gemiddelde concentratie mg m ⁻³	Vracht* kg	Jaar	Emissie Nederland totaal (in 2004)** kg
Benzeen	54%	3,2	283	2006	2.983.000
Tolueen	85%	127	17.866	2006	7.857.000
Xyleen	70%	9,7	1.124	2006	
Chloormethaan	35%	73	4.229	2006	
	33%	1,3	71	2005	
Tetra	9%	0,066	1	2004	
Chloorbenzeen	9%	0,07	1	2006	
Methylbromide	28%	10,9	505	2006	6.400
1,2-dichloorethaan	33%	22,2	1.212	2006	38.000
Chloorpicrine	8%	1,9	25	2004	

* de inschatting van de vracht is alleen gebaseerd op de concentratie in de lucht. De hoeveelheid van een stof geabsorbeerd in de goederen kan veel groter zijn, vooral met betrekking tot ook bij productie gebruikte stoffen zoals benzeen en toluen. Ook deze hoeveelheid kan op Nederlandse bodem vrijkomen.

** Zie Bijlage 1.

5.3 De effecten van deze emissies

5.3.1 De vracht vluchtige organische stoffen

De emissie van Vluchtige Organische Stoffen (VOS) in Nederland in 2005 bedroeg 171.000 ton (Emissieregistratie, 2007). De hier geschatte emissie van vluchtige organische stoffen bedraagt 20 tot 30 ton en bedraagt dus 0,2 promille. De bijdrage aan milieu-effecten door vluchtige organische stoffen is daardoor zeer gering. De hoeveelheid is waarschijnlijk wel een onderschatting omdat uit de producten zelf nog vluchtige organische stoffen zullen uitdampen. Deze hoeveelheid is niet kwantificeerbaar, vooral niet voor de stoffen die van oorsprong in de (half)producten zitten of in het productieproces worden gebruikt. Een 100x grotere hoeveelheid in producten leidt tot een bijdrage van

⁷ De vracht methylbromide is als volgt berekend. In 2006 werd in 28% van de containers methylbromide aangetoond met een gemiddelde concentratie van 10,9 mg/m³. Het aantal zeecontainers dat de havens in Nederland binnenkwam bedroeg 5 miljoen TEU containers. Een TEU-container heeft een volume van 33 m³. De vracht volgt uit aantal TEU-containers * volume TEU container * percentage containers met methylbromide * gemiddelde concentratie * eenheidscorrectiefactoren.

1 tot 2%, maar gegevens over de hoeveelheid in producten ten opzichte van de hoeveelheid in lucht ontbreken.

De emissies op lokaal niveau zoals in het gebied van de Rijnmond zijn vermeld in Tabel 6. Ook ten opzichte van de lokale emissies is de vracht uit containers verwaarloosbaar klein (0,2%). De emissie van koolwaterstoffen door de zeescheepvaart in de Rotterdamse haven wordt geschat op 400 ton in het jaar 2000 (EC, 2002).

Tabel 6 Emissies naar lucht door grote bedrijven in het Rijnmondgebied (gegevens DCMR, 2007)

Bedrijfstak	Emissie (ton per jaar)
Chemie	2.832
Raffinaderijen	7.671
Op- en overslag	4.789
Energie	245
Afval	6
Totaal	15.542

5.3.2 De vracht benzeen en toluen

De hoeveelheid benzeen en toluen die Nederland ingevoerd wordt, bedraagt respectievelijk 0,28 en 18 ton per jaar. Dit zal een onderschatting van de werkelijkheid zijn omdat deze stoffen waarschijnlijk in de producten zitten en daaruit uitdampen. De verhouding tussen de hoeveelheid in het product en de concentratie in de lucht is onbekend en zal van het type product afhangen. Het uitdampen van deze niet-kwantificeerbare hoeveelheid zal grotendeels verspreid over Nederland plaatsvinden.

De benzeenemissie in Nederland bedraagt een kleine 3.000 ton (gegevens Emissieregistratie, zie Bijlage B1.8) waarbij de doelgroep 'Verkeer en Vervoer' ongeveer 65% van de emissie veroorzaakt. De berekende bijdrage uit containers (0,28 ton) hieraan is verwaarloosbaar.

Voor benzeen zijn er ook luchtkwaliteitseisen. De emissie vanuit containers vindt verspreid over de zeehavens van Nederland plaats. De bijdrage aan de lokale luchtkwaliteit zal klein zijn ten opzichte van de bijdrage van het lokale verkeer. In de woonomgeving zal geen sprake zijn van een wezenlijke verhoging van de lokale concentraties als gevolg van de binnengekomen containers.

De emissie van toluen in Nederland bedraagt circa 8.000 ton (zie Bijlage B1.9) met als grootste emittenten de doelgroepen 'Verkeer en vervoer' (55%) en industrie (20%). De berekende vracht aan toluen van 18 ton per jaar bedraagt minder dan 0,5%. Gezien de andere bronnen van toluen zal de emissie uit containers een niet-merkbaar verhoging van de lokale concentraties geven in de industriële omgeving waarin containers gehandeld worden.

5.3.3 Vrucht methylbromide

Methylbromide is binnen de groep van geselecteerde containers in 28% van de gevallen in 2006 aangetroffen. Dit lijkt een overschatting van het werkelijke aantal. In 2002 werd in de a-selecte steekproef een percentage van 6% gevonden (Knol-de Vos, 2003); in Hamburg (Bauer, 2007) is een vergelijkbaar percentage gevonden. Bij een percentage van 6%, een gemiddelde concentratie zoals vermeld in Tabel 5 en 2,5 miljoen beladen containers wordt 50 kg methylbromide Nederland ingebracht, exclusief de hoeveelheid die nog kan uitdampen uit producten. Bij 28% bedraagt dit 500 kg. Dit is 1 tot 10% van de emissie in Nederland (zie Bijlage B1.2).

Methylbromide komt in containers als gevolg van bewust inbrengen voor begassing. Bij gassing wordt een hoeveelheid methylbromide ingebracht zodat een concentratie van 40 tot 50 g m⁻³ ontstaat. Indien 6% van de containers - het getal van de a-selecte steekproef - die Nederland binnenkomen met methylbromide behandeld is dan houdt dit een verbruik van methylbromide in van 6% * 5 miljoen TEU containers * volume van een TEU container (33 m³) * 45 g = 300 ton methylbromide.

Dit betekent dat voor het vervoer van containers naar Nederland een 50 maal hogere emissie ontstaat dan de huidige emissie in Nederland. Zelfs de emissie in Nederland voordat er stringent beleid op methylbromide kwam (71 ton in 1990) is een factor vier kleiner dan de hoeveelheid die nu gebruikt wordt om producten voor Nederland te ontsmetten.

Methylbromide is een ozonlaag aantastende stof waarvoor met onder andere het protocol van Montreal afspraken gemaakt zijn om de emissies te beperken. De toepassing voor de behandeling van stuw- en pakhout is van dit protocol uitgesloten. Als echter bedacht wordt dat hele containers behandeld worden, terwijl alleen het stuwhout éénmalig behandeld hoeft te worden, dan kan dit verbruik (en dus emissies) voor een goed deel worden voorkomen.

5.3.4 Vracht 1,2-dichloorethaan en chloorpicrine

De emissies van 1,2-dichloorethaan naar de lucht in Nederland bedraagt 38 ton per jaar (zie Bijlage B1.4). Door het vrijkomen van lucht uit containers zou daar 1 ton per jaar (2 tot 3%) bij kunnen komen. Het is niet te verwachten dat door deze emissie problemen ontstaan met de normen voor de luchtkwaliteit.

Voor chloorpicrine zijn er geen gegevens over de milieukwaliteit of normen om de geschatte emissie aan te refereren.

6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de beschikbare gegevens over de stoffen en de optredende concentraties in importcontainers heeft het RIVM de gegevens beoordeeld en gebruikt voor een risicobeoordeling voor mens en milieu. Het RIVM had geen opdracht de arbeidsrisico's, dus de risico's voor werknemers, in beeld te brengen en heeft zich daar ook niet op gericht in deze risicobeoordeling. Het RIVM komt tot de volgende conclusies voor de onderzoeksvragen.

6.1 Risico's voor omstanders

Onderzoeksvraag 1: Vormen de stoffen in de concentraties zoals geconstateerd in de monitoring van importcontainers, een acuut gevaar voor burgers indien zij hieraan onverwacht, kortstondig en zonder beschermingsmiddelen bij het openen van een container worden blootgesteld?

Conclusies: De huidige risicobeoordeling geeft aan dat de hoge concentraties bestrijdingsmiddelen in containers een acuut gezondheidsrisico vormen voor burgers die daaraan bloot staan. Dit risico lopen zij als zij zich in of zeer dicht bij een pas geopende container begeven. De blootstelling kan mede onverwacht en hoog zijn omdat de labeling van met bestrijdingsmiddelen behandelde containers niet plaatsvindt. Slechts 2% van de behandelde containers heeft labels (Knol- de Vos, 2003).

Als worst case verwachten we van methylbromide voor omstanders bij blootstelling aan concentraties die in containers voorkomen, daadwerkelijke neurologische symptomen, van 1,2-dichloorethaan mogelijk lichte acute neurologische afwijkingen (niet met volledige zekerheid te bepalen), van chloorpicrine irritatie van ogen, neus en luchtwegen en voor chloormethaan neurologische afwijkingen van waarschijnlijk matig-ernstige aard en mogelijk een effect op ontwikkeling en reproductie. Voor benzeen, toluen en xylenen verwachten we geen effecten voor omstanders op basis van de aangetroffen maximum waarden.

6.2 Risico's voor consumenten

Onderzoeksvraag 2: In welke mate vormen de stoffen in de producten zoals geconstateerd in de monitoring van importcontainers, een risico voor de gezondheid van burgers? Hierbij is een uitspraak gewenst voor welke stoffen het risico boven of onder het Maximaal Toelaatbaar Risico ligt en/of boven of onder het Verwaarloosbaar Risiconiveau.

Conclusies: De beschikbare gegevens over nalevering uit consumentenproducten zijn zeer beperkt. Voor de *orale* route wijzen de eerder beoordeelde gegevens (Knol et al., 2005b) niet op een gezondheidsrisico voor de aangetroffen residuen aan methylbromide en bromide-ion. Voor andere producten en andere stoffen ontbreken op dit punt allerlei gegevens over de mate van blootstelling. Voor sommige producten zou sabbelen een relevante route van orale blootstelling kunnen zijn. Vanwege het ontbreken van gegevens zijn hierover geen uitspraken over het optredende risico mogelijk.

Hetzelfde geldt voor de *dermale* route, die met name voor sommige producten die intensief in contact komen met de transpirerende huid, relevant kan zijn.

Zoals al aangegeven in de eerdere rapportage door Knol et al. (2005b) beschouwen we matrassen als een *worst case* product voor nadere beschouwing vanwege de intensieve en langdurige potentiële blootstelling. Ook voor matrassen zijn de beschikbare gegevens met betrekking tot de optredende blootstelling beperkt. Slechts twee gecontamineerde matrassen uit de grote hoeveelheid geïmporteerde

matrassen zijn onderzocht op nalevering. De representativiteit van deze matrassen is onbekend. Definitieve uitspraken over de risico's door uitdamping binnenshuis bij consumenten zijn bijgevolg niet mogelijk in het huidige rapport.

Het mogelijke gezondheidsrisico door nalevering van methylobromide uit een matras is beoordeeld in de eerdere rapportage door Knol et al. (2005b). Voor dat matras als worst caseproduct luidde de conclusie dat geen gezondheidsrisico verwacht werd bij de gemeten nalevering. Deze conclusie werd getrokken op basis van slechts één bemonsterd matras. Nieuwe gegevens zijn beperkt tot één ander matras verkregen uit een container waarin hoge concentraties aanwezig waren van 1,2-dichloorethaan en verschillende oplosmiddelen. Op basis van de uitgevoerde metingen schatten we als worst case dat voor zes contaminanten afkomstig uit dit matras de concentraties in de ruimte waarin het matras zich bevindt, enkele dagen groter zijn dan de waarde voor het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR-waarde). Dit geldt vooral voor de concentraties 1,2-dichloorethaan. Nadere toxicologische beoordeling hiervan wees uit dat gezondheidseffecten niet te verwachten zijn omdat de duur van de hoge blootstelling relatief gering is. Het berekende extra kankerrisico per leven voor 1,2-dichloorethaan lag in de range van wat binnen het gangbare risicobeleid onder het verwaarloosbare risiconiveau wordt verstaan. Voor overige aangetroffen contaminanten luidde eveneens de conclusie dat geen actueel gezondheidsrisico wordt verwacht als gevolg van nalevering uit het bemonsterde matras.

De beoordeling van beide bemonsterde matrassen wijst erop dat nalevering uit consumentenproducten uit gecontamineerde/begaste containers kan leiden tot concentraties in de binnenlucht die korte tijd aanzienlijk boven de MTR-waarde liggen. Omdat de blootstellingsduur gering is in vergelijking tot de tijd waarvoor de MTR geldt, zijn er geen gezondheidsrisico's boven het verwaarloosbare risiconiveau voor deze twee matrassen te verwachten. Of deze conclusie doorgetrokken kan worden naar matrassen in zijn algemeenheid en naar andere begassings- en oplosmiddelen is niet te zeggen. Meer zekerheid op dit punt vraagt aanvullend onderzoek. In de aanbevelingen (paragraaf 6.9) komt het RIVM op de noodzaak en mogelijkheden van meer onderzoek.

6.3 Extra emissies in Nederland

Onderzoeksvraag 3: Hoe groot is de hoeveelheid stoffen die op deze manier in Nederland geïmporteerd wordt en hoe verhoudt deze emissie zich tot de in Nederland bekende emissies (volgens de Nederlandse Emissieregistratie)?

Conclusie: uitgaande van de aangetroffen hoeveelheden in de containerlucht geldt dat de vracht aan vluchtige organische stoffen die zo Nederland in gebracht wordt, klein is ten opzichte van de nationale en lokale emissies. Vooral voor stoffen die in het productieproces worden gebruikt, was het niet mogelijk in de kwantificering rekening te houden met de hoeveelheden die in de producten zitten en daar langzaam uit uitdampen. Dit is mogelijk veel meer dan wat er in de lucht zit. Toereikende gegevens hierover ontbreken. De hoeveelheid in producten zou 100x zo veel moeten zijn als in de lucht, wil de extra hoeveelheid vluchtige organische stoffen een paar procent van de bestaande emissie worden.

6.4 Milieueffecten door emissies

Onderzoeksvraag 4: In welke mate leiden deze stoffen in de bij 3 bepaalde hoeveelheden tot effecten in het milieu, i.c. de natuur?

Conclusie: Uitgaande van de hoeveelheid containers waarin methylbromide is aangetoond, is de hoeveelheid methylbromide gekwantificeerd die voor het behandelen van de containers gebruikt is. Voor de containers die Nederland binnenkomen, is een hoeveelheid methylbromide bij het gassen gebruikt die vele malen groter is dan de nationale emissie nu (300 ton om 6 ton). Methylbromide is een ozonlaagaantastende stof waarvan het verbruik via het Protocol van Montreal aan banden is gelegd. Het behandelen van stuw- en pakkingshout is een toegelaten toepassing, maar de manier waarop dit internationaal toegepast wordt, leidt tot extra emissies. Het hout hoeft slechts eenmalig behandeld te worden en het is onnodig hele containers te behandelen.

Van het vrijkomen van andere stoffen uit de containers zijn geen effecten te verwachten op basis van de omvang ten opzichte van de nationale emissie en de plaats van vrijkomen (industriële omgeving).

6.5 Europese en Nederlandse beleid

Onderzoeksvraag 5: Wat is het Nederlandse en Europese beleid ten aanzien van de stoffen voor Nederlandse, Europese of internationale producenten?

In Europa en ook in Nederland is de veiligheid van consumentenproducten geregeld in de Europese Richtlijn Algemene Productveiligheid. De kern van deze richtlijn is de verplichting voor bedrijven om uitsluitend veilige producten te verhandelen. Bedrijven zijn dus verantwoordelijk voor het in de handel brengen van veilige producten. Zij moeten bewaken en beoordelen of hun producten voldoen aan de wettelijke eisen. Bovendien geeft de wetgeving referentiekaders aan, aan de hand waarvan beoordeeld kan worden of een product veilig is zoals de niet verplichte Europese en nationale normen. Een producent heeft invloed op de veiligheidskenmerken van het product, een distributeur veelal niet. Fabrikanten en hun vertegenwoordigers binnen de Europese Unie of de eerste importeurs binnen de Europese Unie worden als producent gezien.

Het beleid ten aanzien van het behandelen van verpakings- en stuwhout is verwoord in de International Standardized Phytosanitary Measures (ISPM) 15. Hierin staat dat dit hout een hittebehandeling moet hebben ondergaan dan wel behandeld moet zijn met methylbromide om internationaal transport van ongedierte te voorkomen.

6.6 Inspanningen die teniet gedaan worden

Onderzoeksvraag 6: In welke mate worden de inspanningen door Nederlandse en Europese producenten teniet gedaan?

Conclusie: Maatregelen uit het verleden tegen stoffen waarvan het gebruik uit gezondheids- dan wel milieu-oogpunt ongewenst of gevaarlijk is, kunnen door gebrek aan vergelijkbare (zelf)regulering voor producenten in andere werelddelen ondergraven worden. In de afgelopen periode zijn er incidenten geweest die wijzen op een mogelijk breder probleem met de veiligheid van importproducten als gevolg van contaminaties tijdens productieprocessen, deels samenhangend met gebruik van stoffen die in westerse landen uitgefaseerd zijn. Ook kunnen stoffen gebruikt worden voor onvoorziene toepassingen, zoals de waarschijnlijke domping van schoenen in tolueen zoals vermeld in het huidige rapport. Een systematische analyse van dit probleem ontbreekt echter zodat de omvang ervan vooralsnog onbekend is.

6.7 Gevolgen voor het binnenmilieu

Onderzoeksvraag 7: In welke mate dragen de goederen met de geconstateerde concentraties van bestrijdings- en productiemiddelen bij aan de concentraties in het binnenmilieu, waarbij dit gerelateerd wordt aan de in Nederlandse woningen gevonden concentraties?

Conclusie: voor het vergelijken met geconstateerde concentraties in het binnenmilieu of de advieswaarden hiervoor zijn er te weinig gegevens. Er zijn enkele gegevens over de uitdamping van methylbromide uit enkele producten, maar de representativiteit van deze gegevens voor vergelijkbare of andere producten ontbreekt. Daarnaast zouden voor het berekenen van de situatie in het binnenmilieu scenario's beschikbaar moeten komen over de in de beschouwing mee te nemen bronnen. Dergelijke scenario's zijn er niet en leveren ook weinig aanvullende informatie op ten opzichte van de beschouwing van de effecten van nalevering bij onderzoeksvraag 2.

6.8 Te voorziene ontwikkelingen

Onderzoeksvraag 8: Zijn er op basis van de geconstateerde trends verwachtingen ten aanzien van toekomstige ontwikkelingen?

Conclusie: de trends geven aan dat de ontwikkelingen niet voorspelbaar zijn. Er is geen uitgebreid onderzoek gedaan naar waarom de concentraties van vluchtige organische stoffen zijn toegenomen. Er zijn ook geen duidelijke redenen gesignaleerd en het lijkt alsof dan de ene stof meer wordt gebruikt en dan de andere. Ondanks de kleine steekproeven zijn de signaleringen over containers in de Rotterdamse en de Hamburgse haven opmerkelijk overeenstemmend.

Op basis van de monitoringsgegevens signaleert het RIVM dat de situatie in kort tijdsbestek (orde: enkele jaren) kan wijzigen. Sinds 2006 lijken er meer oplos- of productiemiddelen in de containers te zitten zonder dat hier een aanwijsbare reden voor is. De gebruikte middelen lijken ook te veranderen zonder aanwijsbare redenen.

Het RIVM signaleert een actuele discussie over de tijgermug in containers. De tijgermug kan tropische ziekten van mens tot mens overbrengen. De mug, larven of eitjes ervan overleven in containers in een waterige omgeving. Het RIVM beveelt VWS aan indien in internationale gremia onderhandeld wordt over maatregelen tegen de verspreiding van de tijgermug en indien gedacht wordt aan gassing, deze gremia te voorzien van informatie over de mogelijke consequenties van gassing. Doel zou moeten zijn een goede werkwijze ter voorkoming van verspreiding van de tijgermug zonder andere consequenties.

6.9 Opties ter vermindering van de risico's

Onderzoeksvraag 9: Welke maatregelen kunnen leiden tot vermindering van verhoogde risico's?

Het RIVM signaleert gezondheidsrisico's bij het openen van containers. Er is tevens sprake van een toenemende blootstelling aan milieugevaarlijke stoffen door uitdamping (nalevering) uit importproducten. Hiervoor zijn geen gezondheidsrisico's aangetoond maar het RIVM kan deze ook niet uitsluiten. Onderstaand zijn verschillende opties ter vermindering van de blootstelling gegeven.

Optie: reductie bij de bron, start met analyse handelsketen

Mogelijk is de meest praktische aanpak het treffen van maatregelen bij de bron. Maatregelen bij de bron hebben effect op de hele keten en leiden tot een verminderde blootstelling bij burgers en

werknemers. Optie is daartoe de handelsketen te analyseren op mogelijkheden om met producenten en importeurs te komen tot een vermindering van het gebruik van milieugevaarlijke stoffen. Zij immers kunnen eisen stellen aan de stoffen bij de ontsmetting van containers of bij de productie.

De aanbeveling om producenten aan te spreken om het gebruik te minderen is eerder gedaan (Knol et al., 2005b). Op basis van de toenemende trend moet geconcludeerd worden dat dit onvoldoende effect heeft. Waar in de keten de belemmeringen zitten, heeft het RIVM niet onderzocht. Mogelijk biedt het beleid te weinig handvatten om de situatie aan te pakken. Er zijn immers nog geen onacceptabele risico's voor afzonderlijke producten aangetoond en dan zijn er weinig gronden om producenten aan te spreken op hun verantwoordelijkheid om veilige producten op de markt te brengen. Mogelijk ontbreekt het aan kennis over de problematiek en is voorlichting nodig, of zijn er andere (economische) belemmeringen. Met een analyse van de handelsketen gericht op een evaluatie van de beleids- en handhavinginstrumenten, bijvoorbeeld volgens methodieken zoals de Tafel van 11 methode (Van Reenen, 2000), komen dit soort belemmeringen waarschijnlijk naar boven.

Optie: maatregelen op de korte termijn

De bovenstaande optie kan op langere termijn tot verbetering leiden. Waarschijnlijk leidt het niet op korte termijn tot een verbetering. Vooral wanneer burgers zich in containers begeven en aan de soms hoge concentraties worden blootgesteld, treden gezondheidsrisico's op. Er zijn verschillende opties om hierop in te spelen.

In 2007 heeft het RIVM een rapport uitgebracht over te hanteren *zones* bij het openen van importcontainers waarbinnen mensen alleen met adembescherming mogen komen (Schols en van Putten, 2007). Dit zou van toepassing verklaard kunnen worden waar burgers bij het openen van containers aanwezig zijn. Uitzonderingen kunnen die containers zijn waarvan zeker is dat ze niet met ontsmettingsmiddelen behandeld zijn. Dit kan op dit moment overigens alleen door metingen worden vastgesteld. Blootstelling aan hoge concentraties van uitdampende productiemiddelen of bestanddelen is dan nog mogelijk maar daarvan zijn nog geen acute risico's aangetoond.

Andere optie is het *intensiveren van controle* van containers, door bedrijven of door overheidsinstanties. Het RIVM signaleert echter dat er sprake is van grote aantallen containers, zeer verschillende goederen en een telkens veranderende situatie. Onderzoek naar differentiatie van risicovolle containers op basis van aard van de goederen of herkomst van de container heeft geen resultaten opgeleverd. Meer controle op containers zal enkele incidenten kunnen voorkomen, maar slechts met een grote inspanning zal dit de risico's kunnen beheersen.

Optie: monitoren van de ontwikkelingen

Om trends te signaleren en de effectiviteit van eventuele afspraken met producenten en importeurs vast te stellen, is monitoring een optie. Dit kan door regelmatig een a-selecte steekproef uit te voeren. De monitoring zou zich niet alleen moeten richten op een gedefinieerd aantal stoffen maar ook op trends in nieuw gebruikte stoffen. Samenwerking in Europees verband, onder andere met Hamburgse autoriteiten, is een goede mogelijkheid.

Referenties

- Bauer, X., T. Ollesch, B. Poschadel, L.T. Budnik, S. Finger, G. Matz, 2007. Begasungsmittelrückstände und toxische Industriechemikalien in Import-Container. Ordinariat und Zentralinstitut für Arbeitsmedizin, Hamburg.
- CBS, 2007. www.cbs.nl, geraadpleegd oktober 2007.
- DCMR, 2007. Emissies naar lucht van koolwaterstoffen door grote bedrijven in het Rijnmondgebied. Geraadpleegd november 2007 via www.dcmr.nl.
- Dusseldorp A., M. van Bruggen, J. Douwes, P.J.C.M. Janssen, G. Kelfkens, 2004. Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu. RIVM rapport 609021029. RIVM, Bilthoven.
- EC, 2002. Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, Final Report July 2002. Prepared for the European Commission (EC) by Entec UK Limited. Beschikbaar via: <http://ec.europa.eu/environment/air/background.htm#transport>
- Emissieregistratie, 2007. Realisatie Milieudoelen voortgangsrapport 2007, bijlage 1 tabellen.doc. Verkregen via www.mnp.nl, november 2007.
- Groot, G.M. de, 2007. Trendanalyse schadelijke gassen in containers. RIVM rapport 609321001. RIVM, Bilthoven.
- Knol-de Vos, T., 2003. Gasmetingen in importcontainers. RIVM rapport 609021024. RIVM, Bilthoven.
- Knol, T., M.H. Broekman, E.M. van Putten, J.W. Uiterwijk, M.R. Ramlal, H.J.T. Bloemen, 2005a. Nalevering van bestrijdingsmiddelen uit containergoederen. RIVM rapport 609021032. RIVM, Bilthoven.
- Knol, T., E. Schols, H.J.T. Bloemen en M.T.M. van Raaij, 2005b. De risico's voor consumenten en werknemers als gevolg van gassing van importcontainers met bestrijdingsmiddelen. RIVM rapport 609021035. RIVM, Bilthoven.
- RIVM, 2007. http://www.rivm.nl/rvs/stoffen/prio/totale_prior_stoffenlijst.jsp, geraadpleegd oktober 2007
- Reenen, P. van (red.), 2000. De Tafel van Elf, SDU Uitgevers, Den Haag.
- Schols, E. en E.P. van Putten, 2007. De verspreiding van gassingsmiddelen rond containers. RIVM rapport 609021040. RIVM, Bilthoven.
- VROM-Inspectie, 2005. Gasvrij III, Handhaving gegaste ladingen in 2002 en 2003, VROM-Inspectie regio Zuid-West.

Bijlage 1 Milieubeleid ten aanzien van specifieke stoffen

De beschikbare informatie over het nationale en Europese beleid, normen en emissies voor de bij dit onderzoek betrokken stoffen staat hierna per stof afzonderlijk vermeld. Voor de eenduidigheid begint de beschrijving met informatie over het beleid voor vluchtige organische verbindingen (VOS), waartoe al deze stoffen behoren. Een deel van deze informatie is afkomstig uit de Factsheets van de stoffen voorkomend op de Nederlandse prioritaire stoffenlijst (RIVM, 2007). De specifieke kenmerken en problematiek rondom begassing en waarvoor een aantal stoffen wordt gebruikt, zijn apart beschreven in paragraaf B1.11.

B1.1 Milieubeleid vluchtige organische stoffen (VOS)

Voor vluchtige organische stoffen gelden Europese afspraken over de te behalen emissiereductie per land. De te behalen reductie gebeurt deels via productenbeleid en deels via emissiebeleid. Voorbeelden van regelgeving waarmee men de reductie wil bereiken, zijn het Oplosmiddelenbesluit (EG-VOS-richtlijn 1999/13/EG), het Besluit organische oplosmiddelen in verven en vernissen Wms (EG-richtlijn verfproducten 2004/42/EG) en de Europese richtlijn betreffende de beheersing van de uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOS) als gevolg van de opslag van benzine en de distributie van benzine vanaf terminals naar benzinestations (94/63/EG). Deze laatste richtlijn is in Nederland geïmplementeerd via het Besluit tankstations milieubeheer, de Regeling op-, overslag en distributie benzine milieubeheer en de Regeling benzinevervoer in mobiele tanks. Ook zijn VOS-maatregelen opgenomen in de 8.40 AMvB's (Algemene Maatregel van Bestuur onder de Wet milieubeheer). Een belangrijk deel van de uitvoering van de maatregelen verloopt via convenanten met de doelgroepen en via de vergunningverlening onder gebruikmaking van de emissie-eisen zoals vastgelegd in de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NeR).

In 1999 is in Gothenburg in het kader van de UN-ECE een akkoord bereikt over emissieplafonds per land voor SO₂, NO_x, NH₃ en VOS, te bereiken in 2010. Hierin is voor Nederland een maximale emissie voor VOS van 191 miljoen kg opgenomen. In 2001 is vervolgens de NEC-richtlijn vastgesteld, waarin voor Nederland vanaf 2010 een emissieplafond voor VOS van 185 miljoen kg is opgenomen (richtlijn 2001/81/EG).

B1.2 Milieubeleid methylobromide

Beleid

Conform het Protocol van Montreal (1987) is het gebruik van methylobromide in 2001 met minimaal 50% verminderd ten opzichte van 1991 en vanaf 2005 verboden, met uitzondering van kritische toepassingen.

Een aanvulling op het Montreal protocol is de verordening 2037/2000 betreffende ozonlaag-afbrekende stoffen. Hierin zijn afspraken vastgelegd met betrekking tot productie, import, export, gebruik en uitzondering voor kritische toepassingen. De kritische toepassingen zijn onder andere toepassingen bij goederenopslag en -vervoer. Zo is bijvoorbeeld in Commissie-Besluit 2001/219/EC bepaald dat hout afkomstig uit bepaalde landen behandeld moet zijn tegen

ongedierte. Deze behandeling kan plaatsvinden door middel van hitte of gassing. Deze laatste methode is goedkoper.

De toelating van methylbromide als biocide en bestrijdingsmiddel valt onder de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden (de opvolger van de Bestrijdingsmiddelenwet). Alle toelatingen voor methylbromide zijn per december 2001 vervallen en vervangen door een nieuwe toelating (toelatingsnummer 6476 N). De toelatingen betreffen pre-shipment toepassingen (export toepassingen), quarantaine toepassingen (import toepassingen) en de kritische toepassing conform de criteria van het Protocol van Montreal en de Verordening (EG) 2037/2000.

Normen en emissies

Er zijn geen milieukwaliteitsnormen voor methylbromide beschikbaar. Die komen naar verwachting wel binnenkort beschikbaar.

In Nederland worden de emissies naar de lucht door gebruik van methylbromide geïnventariseerd in de Emissieregistratie. In 2003 lag het gebruik op circa 5 ton per jaar (doelgroep handel, diensten en overige). Door de VROM-Inspectie wordt verwacht dat het gebruik voor de quarantaine toepassingen bij goederenopslag en vervoer in de (container)scheepvaart en voor begassing van scheepsruimten de komende jaren zal toenemen naar een emissieniveau tot mogelijk 30 ton per jaar (VROM-Inspectie, 2005)

Tabel B1.1 Emissie van methylbromide naar lucht in de periode 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroep	1990	2001	2002	2003	2004
Industrie (chemische en overige)	6,9	6,4	3,9	1,4	1,7
Handel, diensten en overige	64	6,0	4,1	5,0	4,5
Totaal	71	12	8,0	6,4	6,4

B1.3 Milieubeleid Fosfine

Beleid

De toelating van fosfine als biocide en gewasbeschermingsmiddel valt in Nederland onder de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Voor fosfine is de volgende wet en regelgeving van toepassing:

- o het wettelijke gebruiksvoorschrift inzake aflevering en gebruik van Degesch Plates (toelatingsnummer 8418 N),
- o het wettelijke gebruiksvoorschrift inzake aflevering en gebruik van Magtoxin Pellets (toelatingsnummer 8420 N),
- o het wettelijke gebruiksvoorschrift inzake aflevering en gebruik van Detia gas-Ex-B (toelatingsnummer 9485 N)

Fosfine staat op de 'Niet-limitatieve lijst voor toxische en extreem toxische stoffen' in de beleidsregel Arbo/AIS 0174663 van de Arbeidsomstandighedenwetgeving.

Normen en emissies

Voor zover bekend zijn er geen milieukwaliteits- en emissiegegevens voor fosfine beschikbaar.

B1.4 Milieubeleid 1,2-dichloorethaan

Beleid

1,2-Dichloorethaan is een zwartelijststof (76/464/EG) en valt in Nederland onder de regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren van de Wet Milieubeheer en onder de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC).

Voor lozingen van afvalwater met deze stof geldt de richtlijn 90/415/EEG.

Het op de markt brengen en de toepassing van 1,2-dichloorethaan als gewasbeschermingsmiddel of biocide is verboden of beperkt volgens richtlijn 87/181/EEG.

Normen en emissies

De milieukwaliteitsnormen van 1,2-dichloorethaan zijn vermeld in Tabel B1.2.

Tabel B1.2 Milieukwaliteitsnormen voor 1,2-dichloorethaan

Lucht		Water		Bodem
Maximaal Toelaatbaar Risico (ng/m ³)	Streefwaarde (ng/m ³)	Maximaal Toelaatbaar Risico (µg/l)	Streefwaarde (µg/l)	Streefwaarde (mg/kg)
100	1	700	7	0,02

Emissies van 1,2-dichloorethaan vinden plaats naar alle compartimenten en zijn vrijwel geheel afkomstig van de doelgroep industrie. De emissie in 2004 naar de lucht bedroeg circa 38 ton (zie Tabel B1.3).

Tabel B1.3 Emissie van 1,2 dichloorethaan naar lucht in de periode 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroep	1990	2001	2002	2003	2004
Industrie (Chemische)	1 228	60	76	53	37
Handel, Diensten en Overigen	18	1	1	1	1 ¹
Totaal	1 246	60	77	54	38

1) *Verwachte waarde op basis van de emissie in 2003*

B1.5 Milieubeleid chloorpicrine

Beleid

Als biocide is chloorpicrine in Nederland niet toegestaan. De stof wordt genoemd in de Verordening (EG) Nr. 2032/2003 waarin de eisen vermeld staan voor het op de markt brengen van biociden.

Normen en emissies

Voor zover bekend zijn er geen milieukwaliteitsgegevens van chloorpicrine beschikbaar.

B1.6 Milieubeleid chloormethaan

Beleid

Chloormethaan is een vluchtige organische stof waarvoor het in paragraaf B1.1 genoemde beleid geldt. Er is voor chloormethaan geen specifiek nationaal of internationaal beleid.

Normen en emissies

Voor zover bekend zijn er geen milieukwaliteits- en emissiegegevens van chloormethaan beschikbaar.

B1.7 Milieubeleid tetrachloormethaan

Beleid

Tetrachloormethaan (tetra) is een zwarte-lijststof (76/464/EG) en valt in Nederland onder de regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren van de Wet Milieubeheer alsmede onder de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC).

Het gebruik van tetra is per 1 januari 1995 aan banden gelegd binnen de Europese Unie in het kader van het Montreal Protocol. Overigens mag door recycling verkregen tetra na 1 januari 1995 nog worden toegepast (EG-verordening 3093/94). Indien de onmisbaarheid van deze stof voor een productieproces kan worden aangetoond kan dispensatie worden verleend (EC Verordening 2037/2000).

Tetrachloormethaan valt onder de Richtlijn 76/769/EEG inzake de beperking van het op de markt brengen en van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten. De stof mag niet worden gebruikt in concentraties van 0,1 massaprocent of meer in stoffen en preparaten die in de handel worden gebracht voor verkoop aan het grote publiek en/of voor toepassingen waarbij de betrokken stoffen vervluchtigen, zoals oppervlaktereiniging en het reinigen van textiel. Op de verpakking van stoffen en preparaten met meer dan 0,1 massaprocent van deze stoffen moet worden vermeld: 'Uitsluitend bestemd voor gebruik in industriële installaties'. Laatstgenoemd voorschrift geldt niet voor geneesmiddelen en cosmetische producten (94/60/EG; 96/55/EG). De bepalingen van Richtlijn 94/60 betreffende gechlореerde koolwaterstoffen zijn in eerste instantie in Nederlandse regelgeving omgezet door middel van een wijziging in de Warenwetregeling algemene chemische productveiligheid. Bij de omzetting van Richtlijn 96/55 zijn de betreffende regels voor deze stoffen overgebracht naar het Besluit implementatie EEG-stoffenrichtlijn Wet milieugevaarlijke stoffen (dat in 1998 is omgedoopt tot Besluit implementatie EG-verbodsrichtlijn Wms).

Normen en emissies

De milieukwaliteitsnormen van tetra zijn vermeld in Tabel B1.4.

Tabel B1.4 Milieukwaliteitsnormen voor tetrachloormethaan

Lucht		Water		Bodem
Maximaal Toelaatbaar Risico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Streefwaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximaal Toelaatbaar Risico ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Streefwaarde ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Streefwaarde (mg/kg)
60	1	1100	11	0,4

Emissies van tetrachloormethaan vinden plaats vooral naar lucht en zijn in hoofdzaak afkomstig van de doelgroep Industrie, zie Tabel B1.5.

Tabel B1.5 Emissie van tetrachloormethaan naar lucht in de periode van 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroep	1990	2001	2002	2003	2004
Industrie	307	12	5,6	2,8	3,1
Handel, Diensten en Overigen	6				
Totaal	313	12	5,6	2,8	3,1

B1.8 Milieubeleid benzeen

Beleid

Benzeen is een vluchtige organische stof waarvoor het in paragraaf B1.1 genoemde beleid geldt. In Europees verband worden steeds strengere eisen gesteld aan de samenstelling van brandstoffen (onder andere aan het gehalte aan aromaten en de uitstoot van deze stoffen). Deze eisen zijn gesteld in de Europese emissiereglementering voor nieuwe lichte voertuigen (personenwagens en lichte bedrijfsvoertuigen) welke is vastgelegd in Richtlijn 70/220/EEC.

Op basis van de EU-Kaderrichtlijn lucht is in november 2000 een dochterrichtlijn (2000/69/EG) van kracht geworden met voor benzeen een grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde, te bereiken in 2010.

Op grond van Richtlijn 82/806 mag speelgoed of onderdelen van speelgoed in de EU-lidstaten niet op de markt worden gebracht indien de concentratie aan vrij benzeen groter is dan $5 \text{ mg}/\text{kg}$.

Richtlijn 89/677 voegt hieraan toe dat benzeen niet wordt toegelaten in concentraties gelijk aan of hoger dan 0,1 gewichtsprocent in stoffen en preparaten die op de markt worden gebracht, met uitzondering van brandstoffen en afvalstoffen, alsmede stoffen en preparaten die bestemd zijn om te worden gebruikt in industriële procedés waarbij geen grotere benzeenemissie kan plaatsvinden dan is voorzien in de bestaande wetgeving.

De eisen ten aanzien van benzeen in speelgoed uit Richtlijn 82/806 zijn verwerkt in het Warenwetbesluit Speelgoed. De bepalingen betreffende benzeen uit Richtlijn 89/677 zijn in het Nederlandse recht omgezet door middel van een wijziging van het Besluit implementatie EEG-stoffenrichtlijn Wms (thans: Besluit implementatie EG-verbodsrichtlijn Wms). Laatstgenoemde omzetting is niet tijdig geschied, onder meer als gevolg van onzekerheid omtrent de juiste interpretatie van een van de Richtlijnbeoordelingen.

Benzeen staat op Annex I van richtlijn 67/548/EEG betreffende de indeling, de verpakking en het kenmerken van gevaarlijke stoffen. Benzeen valt ook onder de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC),

waarbij eisen gesteld worden aan de maximaal toegestane concentraties in oppervlakte water en sediment.

Op nationaal niveau zijn er in KWS-2000 project afspraken gemaakt over een emissiereductie binnen de aardolieketen (op- en overslag van aardolie en brandstoffen) en in de grafische industrie (beperking van gebruik aromaten).

Normen en emissies

De milieukwaliteitsnormen van benzeen zijn vermeld in Tabel B1.8.

Tabel B1.6 Milieukwaliteitsnormen voor benzeen

Lucht		Water		Bodem
Maximaal Toelaatbaar Risico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Streefwaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximaal Toelaatbaar Risico (mg/l)	Streefwaarde (mg/l)	Streefwaarde (mg/kg)
30	1	240	2	0,01

De meeste emissies worden veroorzaakt door de doelgroepen verkeer, industrie, consumenten en handel, diensten en overige (zie Tabel B1.9) .

Tabel B1.7 Emissie van benzeen naar lucht in de periode 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroepnaam	1990	2001	2002	2003	2004
Verkeer en vervoer	5.830	2.384	2.221	2.116	1.956
Consumenten	703	540	527	514	513
Handel, diensten en overige	605	81	94	97	156
Industrie	940	137	126	135	148
Zeescheepvaart	64	75	77	80	80
Energiesector	39	49	21	28	50
Landbouw	44	38	38	38	38
Raffinaderijen	203	19	20	18	33
Afvalverwijderingsbedrijven	11	11	7	6	9
Bouw	2	1	2	2	1
Drinkwaterbedrijven	0	0	0	0	0
Totaal	8.442	3.336	3.133	3.034	2.983

B1.9 Milieubeleid toluen

Beleid

Tolueen is een vluchtige organische stof waarvoor het in paragraaf B1.1 genoemde beleid geldt. Tolueen is vermeld in Annex I van richtlijn 67/548/EEG betreffende de indeling, de verpakking en het kenmerken van gevaarlijke stoffen. Zowel nationaal als internationaal is er de wens en investering voor reductie van de emissies, maar is er geen specifiek beleid voor.

Normen en emissies

De milieukwaliteitsnormen van toluen zijn vermeld in Tabel B1.10.

Tabel B1.8 Milieukwaliteitsnormen voor toluen

Lucht		Water		Bodem
Maximaal Toelaatbaar Risico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Streefwaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximaal Toelaatbaar Risico ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Streefwaarde ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Streefwaarde (mg/kg)
300	3	730	7	0,01

De totale emissie van toluen voor het jaar 2004 was bijna 8.000 ton waarvan 55% uitgestoten door de doelgroep verkeer en vervoer, zie Tabel B.1.11.

Tabel B1.9 Emissie van toluen naar lucht in de periode 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroepnaam	1990	2001	2002	2003	2004
Verkeer en vervoer	14.565	5.503	5.026	4.736	4.325
Industrie	18.436	2.100	2.619	1.493	1.696
Consumenten	1.374	602	597	543	568
HDO	2.913	486	506	471	485
Bouw	1.482	462	453	369	332
Afvalverwijderingsbedrijven	189	119	112	105	101
Zeescheepvaart	47	55	56	58	58
Energiesector	108	39	45	65	47
Landbouw	44	38	38	37	37
Raffinaderijen	1.330	355	151	240	20
Drinkwaterbedrijven	0	0	0	0	0
Totaal	40.488	9.759	9.605	8.118	7.857

B1.10 Xyleen

Beleid

De isomeren van xyleen zijn vluchtige organische stoffen waarvoor het in paragraaf B1.1 genoemde beleid geldt.

Normen en emissies

Voor xylenen zijn er geen specifieke milieukwaliteitsnormen.

De belangrijkste emissiebronnen zijn de doelgroepen bouw en verkeer & vervoer, zie Tabel B1.10.

Tabel B1.10 Emissie van xylenen naar lucht in de periode 1990-2004 in ton per jaar

Doelgroepnaam	1990	2001	2002	2003	2004
Verkeer en vervoer	9.409	3.753	3.490	3.300	3.027
Bouw	4.252	1.506	1.469	1.132	1.001
Consumenten	3.045	881	795	568	695
HDO	2.065	440	489	497	499
Overige industrie	3.188	269	386	273	407
Chemische Industrie	534	111	117	90	106
Zeescheepvaart	64	75	77	80	80
Afvalverwijderingsbedrijven	0	0	0	0	4
Energiesector	2	0	1	0	0
Landbouw	0	0	0	0	0
Raffinaderijen	2	0	0	0	0
Totaal	22.562	7.035	6.823	5.940	5.817

B1.11 Inzet van middelen voor gassingsdoeleinden

Gassingsmiddelen kunnen zowel voor het ontsmetten van transporten worden ingezet als voor het ontsmetten van opslagplaatsen van voedingsmiddelen en/of goederen. Het vrijkomen van deze middelen worden als emissies naar de lucht in de Emissieregistratie geregistreerd. In de Emissieregistratie staan voor deze stoffen emissies uit vemen en pakhuizen geregistreerd. Deze emissies hebben geen betrekking op gassing maar zijn waarschijnlijk gerelateerd aan de opslag van deze chemicaliën bij op- en overslagbedrijven. Dit geldt waarschijnlijk ook voor de emissies van 1,2-dichloorethaan en tetrachloormethaan welke bekend staan om in combinatie te worden gebruikt voor het ontsmetten van voedingsmiddelen (zoals granen en noten).

Voor het ontsmetten van transporten worden in de Emissieregistratie alleen emissies van methylbromide gerapporteerd. Emissies van fosfine voor ontsmettingsdoeleinden zijn niet opgenomen in de Emissieregistratie. Eveneens zijn er voor fosfine geen recente emissiegegevens van andere bronnen in de Emissieregistratie opgenomen. Alleen voor methylbromide worden de emissies voor het ontsmetten van transporten gerapporteerd. In 1990 was de geëmitteerde hoeveelheid methylbromide ongeveer 65.000 kilogram. In 2004 was dit teruggebracht tot 4.500 kilogram.

Tabel B1.11 Emissies van stoffen volgens de Emissieregistratie van de doelgroep waaronder de activiteit gassing valt (kg per jaar)

Stof	Vemen en pakhuizen (SBI 63.1)		Ontsmetten transporten	
Jaar	1990	2004	1990	2004
Benzeen	400.630	74.988		
Methylbromide			64.470	4.500
1,2-dichloorethaan	17.816			
Formaldehyde	0,1			
Tetrachloormethaan	5.879			
Tolueen	1.576.923			
Xylenen	21.011			

Bijlage 2 Toxicologische profielen

B2.1 Toxicologische gegevens methylbromide

Methylbromide is uitgebreid onderzocht in talloze studies naar de acute, subacute en (semi)chronische toxiciteit. Ook zijn gegevens beschikbaar over genotoxiciteit, carcinogeniteit, reproductietoxiciteit en teratogeniteit. Beoordelingen van deze gegevens zijn uitgevoerd door RIVM (1987) en ATSDR (1992) en recenter door OEHHA (1999) en US-EPA/AEGL (2004). Deze beide laatste beoordelingen waren gericht op het afleiden van acute grenswaarden voor lucht. Momenteel loopt een uitgebreide evaluatie voor de stof als bestrijdingsmiddel (fumigant) in EU-kader.

Voor methylbromide worden voor rat en muis inhalatoire LC_{50} -waarden gerapporteerd van 300 tot 480 ppm (4 of 8 uur expositie) (1.185 tot 1.896 mg/m^3). Uit het acute toxiciteitsonderzoek blijkt een zeer steile dosisresponscurve voor sterfte, dat wil zeggen dat er een scherpe overgang is van concentraties die geen effect produceren naar concentraties die 100% sterfte veroorzaken. De belangrijkste symptomen in proefdieren zijn neurologisch van aard. Daarnaast induceert de stof ook schade in de luchtwegen, met name in het olfactoire slijmvlies in de neus.

In de literatuur is een groot aantal gevallen beschreven van vergiftigingen met methylbromide. Het gaat hier om het per ongeluk inademen van hoge concentraties methylbromide door werknemers of omwonenden van bedrijven waar de stof gebruikt werd (het betreft hier naar de huidige maatstaven onoordeelkundig gebruik). Deze gegevens verschaffen een schetsmatig beeld van de dosis-effectrelatie voor methylbromide in de mens. Sterfte bij de mens heeft zich voorgedaan bij concentraties van 33.000 mg/m^3 en hoger (duur van de blootstelling onbekend). Bij deze fatale intoxicaties treedt weefselbeschadiging in de hersenen op. Andere vergiftigingsverschijnselen kunnen zich al bij veel lagere concentraties voordoen. Bij de mens zijn symptomen gerapporteerd vanaf een concentratie van 390 mg/m^3 . De belangrijkste toxische effecten doen zich hierbij voor op het zenuwstelsel (verdoovingsverschijnselen, tremoren, toevallen, coördinatiestoornissen), longen (irritatie, oedeem, ontsteking) en nieren. Ook oog- en neusirritatie en aantasting van het gezichtsvermogen komen voor. Het optreden van de symptomen kan vertraagd zijn: pas na enkele uren zonder klachten openbaren zich de schadelijke gevolgen van de blootstelling. Voor letaliteit als eindpunt leidde US-EPA/AEGL (2004) een drempel af van 300 ppm (1.185 mg/m^3) als waarde beschermend voor de gehele menselijke populatie bij blootstelling gedurende één uur (AEGL-3 waarde). In dezelfde beoordeling werd een één-uursdrempel voor bescherming tegen ernstige zenuwstelseffecten (AEGL-2) van 210 ppm (817 mg/m^3) voorgesteld, gebaseerd op een NOAEL van 200 ppm voor neurotoxiciteit in rat en muis met eenmalige blootstelling gedurende 4 uur.

Neurotoxiciteit is het gevoeligste effect bij acute inhalatie. Het geldende MTR-uurgemiddelde van 10 mg/m^3 zoals gehanteerd door het Ministerie van VROM is gebaseerd op een marginaal-effect-niveau voor neurologische effecten van 70 mg/m^3 in een 4-weken inhalatie-experiment in ratten, zoals vermeld in RIVM (1987). In de recentere boordeling door de OEHHA (1999) werd een LOAEL voor neurologische effecten (anorexia, misselijkheid, hoofdpijn) van 35 ppm uit een arbeidstoxicologische studie bij de mens gebruikt in de afleiding van een één-uursgrenswaarde van 3,9 mg/m^3 .

De semichronische inhalatoire toxiciteit van methylbromide is beoordeeld door het RIVM ten behoeve van de eerdere interim-rapportage over methylbromide (Knol-de Vos, 2005a). In de beschikbare studies bleken twee effecten het gevoeligst: beschadiging van neusslijmvlies, een lokaal effect, en

neurotoxiciteit, een systemisch effect. Op basis van een NOAEL voor beide effecten van 233 mg/m³ uit een 13-wekenstudie in de rat, resulteerde een semichronische humane grenswaarde van 0,3 mg/m³.

De beschikbare studies laten geen carcinogene werking door methylbromide zien. Genotoxiciteitsdata wijzen wel op een mogelijk risico voor dit eindpunt (RIVM, 1987, US-EPA/AEGL, 2004).

In inhalatoir chronisch toxiciteitsonderzoek bleek het effect op het neusslijmvlies kritisch. De laagste testconcentratie van 11,7 mg/m³ was het marginaal-effect-niveau. Op basis hiervan stelde het RIVM (1987) een chronische grenswaarde voor van 0,1 mg/m³. Deze waarde is door het ministerie van VROM vastgesteld als jaargemiddeld MTR.

Voor methylbromide geldt een MAC-waarde van 1 mg/m³. Deze waarde is afgeleid op basis van een chronische NOAEL van 11,7 mg/m³. Dit is dezelfde NOAEL als waarop het jaargemiddelde MTR van 0,1 mg/m³ is gebaseerd.

In orale studies (semichronisch, chronisch) bleek hyperplasie in de voormaag het kritische effect. Hiervoor is een semichronische NOAEL beschikbaar van 1,4 mg/kg lg/dag. Op basis hiervan heeft het RIVM een semichronische grenswaarde van 0,014 mg/kg lg/dag voorgesteld (RIVM, 2005).

Voor de dermale route zijn geen proefdiergegevens beschikbaar. Humane data wijzen erop dat accidenteel dermaal contact met zeer hoge concentraties kan leiden tot irritatie van de huid, speciaal op plekken waar transpiratie aanwezig is (oksels, liezen, genitalia, onder broeksband) (IPCS, 1995). Verdere gegevens ontbreken.

Referenties

ATSDR (1992) Toxicological profile for Bromomethane.

OEHHA (1999) Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants - Methyl Bromide. (geraadpleegd op 26-09-2007).

RIVM (1987) Samenvatting humaan-toxicologie: Methylbromide. Geaccordeerd door Adviesgroep Toxicologie 9 januari 1987.

RIVM (2005) Blootstellingschatting en risico-evaluatie methylbromide en broom in foelie. RIVM-SIR adviesrapport dd. 25-05-2005.

US-EPA/AEGL (2004) Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for methyl bromide (CAS reg. no. 74-83-9). NAC/Draft 1: 03/2004

VROM (1999) Stoffen en Normen – Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid. Directoraat-Generaal Milieubeheer Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

B2.2 Toxicologische gegevens fosfine

De toxicologie van fosfine is onderzocht in vele studies. Beoordelingen van deze gegevens zijn uitgevoerd door RIVM (1987, 1996), US-EPA (1995) en US-EPA/AEGL (2007). Fosfine (synoniem: waterstoffosfide) is een gas met een krachtige respiratoir giftige werking. Met de stof zijn geen orale toxiciteitsstudies uitgevoerd.

Fosfine is een primair een stofwisselingsgif: het werkt in op belangrijke enzymen in het ademhalingssysteem van lichaamscellen met als gevolg inwendige verstikking. Bovendien kan bij inhalatie een plaatselijke werking verwacht worden op de luchtwegen.

In proefdieren is de acute toxiciteit van fosfine relatief uitgebreid onderzocht. De 4-uurs-LC₅₀ in ratten bedraagt 15,5 mg/m³. In een serie experimenten uit de jaren zestig werd in diverse proefdiersoorten het verband onderzocht tussen sterfte en blootstellingsduur (dosis-reponsrelatie). Bij concentraties groter dan 7 mg/m³ bleek de letale concentratie lineair af te nemen bij het verlengen van de expositie. Bij concentraties die lager waren dan 7 mg/m³ bleek echter geen sterfte op te treden, hoe lang ook werd blootgesteld. De symptomen bij letale concentraties zijn: verlaging van de bloeddruk en collaps. Bij iets lagere concentraties doet zich longoedeem voor dat ook letaal kan zijn. Verder kunnen zich bij acute intoxicaties ernstige afwijkingen voordoen in hersenen, hart, lever en nieren. Voor letaliteit als eindpunt leidde US-EPA/AEGL (2007) een grens af van 5,1 mg/m³ als waarde beschermend voor de menselijke populatie bij blootstelling gedurende één uur (AEGL-3 waarde).

De beschikbare gegevens over de toxische effecten bij de mens omvatten *case studies* van vergiftigingen en enige arbeidstoxicologische studies. Precies bij welke concentraties (en blootstellingsduren) zich bij de mens de eerste acute symptomen zullen voordoen is niet exact bekend. Rapportages over vergiftigingsgevallen bij de mens na gebruik van fosfine als voorraadbeschermer suggereren dat al bij lage concentraties (1,1 tot 1,4 mg/m³) acute ademhalingsproblemen op kunnen treden. De betrouwbaarheid van deze gegevens is echter beperkt. In een arbeidstoxicologisch onderzoek uit 1994 bij werknemers die al jaren werkten met fosfine werden geen gezondheidseffecten gevonden bij concentraties tot 3,3 mg/m³/uur (blootstelling gedurende 8 uur/dag). Voor acute exposities aan fosfine met een duur van maximaal 24 uur leidde het RIVM (1996) een grenswaarde voor de algemene bevolking af van 0,02 mg/m³. Deze waarde is gebaseerd op de NOAEL van 3,3 mg/m³/uur uit bovengenoemde studie bij werknemers. Omgerekend naar continue blootstelling kwam deze NOAEL overeen met 0,2 mg/m³. Vervolgens werd deze concentratie gedeeld door een factor van 10 voor bescherming van gevoelige groepen in de bevolking.

De beschikbare toxiciteitsgegevens wijzen erop dat voor fosfine de acute toxiciteit de kritische factor is. Voor zover bij herhaalde toediening toxische effecten werden gevonden zijn deze terug te voeren tot het mechanisme dat ook verantwoordelijk is voor de acute toxische werking. In een 13-weekenstudie in muizen (toediening 6 uur/dag, 5 dagen/week was groeivertraging bij 6,3 mg/m³ (de hoogste testconcentratie) het enige effect terwijl er bij 1,4 mg/m³ geen afwijkingen waren. De groeivertraging is waarschijnlijk het resultaat van de werking als celgif. In een subchronisch experiment in ratten met testconcentraties tot 4,2 mg/m³ (toediening 6 uur/dag, 5 dagen/week gedurende 13 weken) was helemaal geen nadelig effect waarneembaar. In een chronisch experiment in ratten, ook met 4,2 mg/m³ als hoogste testconcentratie (toediening 6 uur/dag, 5 dagen/week gedurende 2 jaar), werden eveneens geen nadelige effecten waargenomen. Een speciaal onderzoek naar effecten op de ontwikkeling van de ongeboren vrucht bij ratten liet alleen bij de hoogste testconcentratie van 10,4 mg/m³ effecten zien (sterfte onder de moederdieren en resorpties van embryo's) terwijl bij 7,0 mg/m³ en lager geen schadelijke effecten optraden. Het uitgevoerde genotoxiciteitsonderzoek in proefdieren (*in vivo*) wijst niet op een toxische werking op erfelijk materiaal. Een speciaal onderzoek naar de werking op het

zenuwstelsel (13-wekenstudie in ratten) tenslotte, liet geen effect zien bij concentraties tot 4,2 mg/m³ (hoogste testconcentratie).

Voor blootstellingen aan fosfine met een duur van maximaal 2 weken leidde het RIVM een grenswaarde voor de algemene bevolking af van 0,017 mg/m³. Deze waarde is gebaseerd op een NOAEL afkomstig uit een kortdurende proefdierstudie (teratogeniteitsstudie in ratten). Deze NOAEL bedroeg 7 mg/m³. Omgerekend naar 24 uur, 7 dagen/week komt deze NOAEL overeen met 1,7 mg/m³. Vervolgens werd deze concentratie gedeeld door een factor van 100, 10 voor extrapolatie van proefdier naar mens en 10 voor bescherming van gevoelige groepen in de bevolking.

Voor chronische blootstellingen aan fosfine (tot levenslang) stelde het RIVM een grenswaarde voor de algemene bevolking vast van 0,00025 mg/m³, gebaseerd op een NOAEL van 1,4 mg/m³ uit het 13-wekenexperiment in muizen (studie boven genoemd). Omgerekend naar continue blootstelling komt de NOAEL overeen met 0,25 mg/m³. Deze concentratie werd vervolgens gedeeld door een factor van 1000 (10 voor extrapolatie van proefdier naar mens, 10 voor bescherming van gevoelige groepen in de bevolking, 10 voor beperkte duur van de studie). Toen deze grenswaarde werd afgeleid was het resultaat van de chronische rattenstudie nog niet bekend. De NOAEL uit deze laatste studie biedt een betere basis voor de afleiding van een chronische grenswaarde en zou leiden tot een hogere grenswaarde van 0,0075 mg/m³.

De MAC-waarde voor fosfine is 0,4 mg/m³ (8-uursgemiddelde) met een bijhorende piekwaarde voor 15-minuten van 1,5 mg/m³. Deze waarde is gebaseerd op geschatte geen-effectniveaus voor acute toxiciteit in proefdieren.

Referenties

RIVM (1987) Samenvatting van de toxicologische gegevens voor fosfine. RIVM/CSR TOXBANK-samenvatting d.d. 9 januari 1987.

RIVM (1996) Containerontsmettingen met fosfine - Afleiding van inhalatoire grenswaarden. Ad hoc-advies RIVM/CSR, d.d. april 1996.

US-EPA (1995) IRIS-file voor phosphine. Derivation of RfC, last revised 07/01/95.

US-EPA (1999) Pesticide Fact Sheet – Phosphine. Date Issued: December 1999. US-EPA Office of Pesticide Programs. Document beschikbaar op <http://www.epa.gov/pesticides/>

US-EPA/AEGL (2007) Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for phosphine (CAS reg. no. 7803-51-2).

WGD (1984) Werkgroep van deskundigen van de Nationale MAC-Commissie. Rapport inzake grenswaarde FOSFINE. Rapport no. 1/80.

B2.3 Toxicologische gegevens 1,2-dichloorethaan

De toxiciteit van 1,2-dichloorethaan (ethyleendichloride) is onderzocht in een aantal studies in proefdieren, voornamelijk met inhalatie als toedieningsroute. Humane data zijn relatief schaars. Toxicologische evaluaties zijn uitgevoerd door Gezondheidsraad (1997), WHO (1998), IARC (1999), WHO (2000), RIVM (2001) en ATSDR (2001).

De doelorganen bij acute inhalatie van zeer hoge concentraties zijn het zenuwstelsel, lever en nieren. In proefdieren werden LC_{50} -waarden gevonden van $\geq 1060 \text{ mg/m}^3$ (6 of 7 uur expositie). Na inademing van subletale concentraties gedurende 6 dagen (7 uur/dag) deden zich in ratten, konijnen, cavia's, honden en varkens degeneratie en necrose voor in lever en nieren in combinatie met bloedingen in longen en bijnieren (WHO 1998, 2000). Voor 1,2-dichloorethaan is voor het eindpunt letaliteit een Nederlandse interventiewaarde voor calamiteiten afgeleid van 2000 mg/m^3 (één uur blootstelling) (VROM, 2005).

De beschikbare inhalatiegegevens maken niet geheel duidelijk welk effect het gevoeligst is bij acute inademing. In de Nederlandse beoordeling ten behoeve van Interventiewaarden voor calamiteitsituaties werd een grenswaarde (VRW) voorgesteld van 200 mg/m^3 , gebaseerd op geur (één uur blootstelling) (VROM, 2005).

In kortdurende inhalatietesten in rat, muis en cavia deden zich vanaf 730 mg/m^3 effecten voor op lever en nieren. Bij een concentratie van 430 mg/m^3 werden in deze studies geen schadelijk effecten meer waargenomen. Een beperkte inhalatiestudie in rat met een duur van één tot anderhalf jaar liet veranderingen wijzend op levertoxiciteit zien bij een concentratie van 602 mg/m^3 (geen effect bij 202 mg/m^3). Overall, zo concludeerde WHO (2000), wijzen deze studies op NOAEL van 400 mg/m^3 en een LOAEL voor levereffecten van 700 mg/m^3 . Op basis van deze LOAEL leidde WHO (2000) een grenswaarde af voor lucht van $700 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. ATSDR (2001) stelde een chronische grenswaarde voor lucht voor $3000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ op basis van een NOAEL voor levereffecten van 250 mg/m^3 uit een beperkte 2-jaarsproef in ratten (slechts één testconcentratie).

Beoordeling van carcinogeniteitsgegevens voor 1,2-dichloorethaan door IARC (1999) leidde tot classificatie op groep 2B (mogelijk carcinogeen voor de mens). Orale studies in rat en muis lieten verhoogde tumorincidenties zien, onder andere in voormaag, longen, lever en lymfeklieren. Beschikbare inhalatiestudies kenden beperkingen. Genotoxiciteitsdata wijzen op activiteit in vitro en ook in vivo. Zoals geconcludeerd door onder andere Gezondheidsraad (1997) en RIVM (2001) dient 1,2-dichloorethaan beschouwd als een genotoxisch werkend carcinogeen. Deze beide instanties hebben voor lucht kwantitatieve kankerrisicoschattingen gemaakt op basis van het orale experiment in ratten. RIVM (2001) stelde aldus een risico-specifieke concentratie voor één op tienduizend (MTR) voor van $48 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ uitgaand van levenslange blootstelling.

In orale proeven was levertoxiciteit het kritische effect. Semichronische experimenten lieten verhoogde levergewichten zien bij doseringen $\geq 49\text{--}82 \text{ mg/kg lg/dag}$ (WHO 1998). RIVM (2001) berekende voor de orale route een risico-specifieke dosis voor één op tienduizend (MTR) van $14 \text{ } \mu\text{g/kg lg/dag}$ op basis van een orale studie in ratten.

De MAC-waarde voor 1,2-dichloorethaan bedraagt 7 mg/m³ (8-uursgemiddelde). Deze waarde is gebaseerd op een kwantitatieve kankerrisicoschatting op basis van een orale studie in ratten (Gezondheidsraad, 1997).

Voor de dermale route ontbreken bruikbare toxiciteitsgegevens.

Referenties

ATSDR (2001) Toxicological Profile for 1,2-dichloorethane. September 2001.

Gezondheidsraad (1997) 1,2-Dichloroethane: Health-based calculated occupational cancer risk values. Report of the Dutch Expert Committee on Occupational standards, rapport nr. 1997/01 WGD, Rijswijk, Nederland.

IARC (1999) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – vol 71.

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025

VROM (2005) Interventiewaarden Gevaarlijke Stoffen – 2006. VROM Stafafdeling Crisismanagement.

WHO (1998) 1,2-Dichloroethane. WHO/IPCS, CICAD nr. 1.

WHO (2000) Air Quality Guidelines for Europe – Second edition.
http://www.euro.who.int/document/aiq/5_6dichloroethane.pdf (Geraadpleegd op 09-10-2007).

B2.4 Toxicologische gegevens chloorpicrine

De toxiciteit van chloorpicrine is onderzocht in een aantal studies in proefdieren. Anecdotische humane data zijn beschikbaar vanwege gebruik van deze sterk irriterende stof als strijdgas in de Eerste Wereldoorlog. Toxicologische evaluaties zijn uitgevoerd door OEHHA (1999, 2001), ERPG (1999) en WHO (2003).

Chloorpicrine is een vluchtige stof die bij inademing sterk irriterend is voor ogen, neus, keel en ademhalingswegen. Opvallend is de traanopwekkende werking. Inademing van chloorpicrine kan verder misselijkheid en braken veroorzaken. Longbeschadiging treedt vooral op in de middelgrote en kleine bronchiën; longoedeem is meestal de sterfte-oorzaak. Expositie kan ook leiden tot inhalatoire sensibilisatie. Voor rat en muis zijn LC₅₀-waarden van respectievelijk 96 en 66 mg/m³ bekend. Voor sterfte is door ERPG (1999) een één-uursdempel afgeleid van 10 mg/m³. Inademing van deze concentratie zou naar verwachting zeer ernstige irritatie veroorzaken maar niet dodelijk zijn (ERPG, 1999).

Voor de traanopwekkende werking door chloorpicrine wordt een drempel geschat van 2 mg/m³ (10 minuten blootstelling). Op basis hiervan werd bij de Nederlandse afleiding van een Interventiewaarde voor chloorpicrine (VRW) ingeschat dat de oogirritatie minimaal zou zijn bij een niveau van 200 µg/m³ (blootstellingsduur 1 uur) (GGD, 2000). Op basis van dezelfde geschatte drempel van 2 mg/m³ stelde ERPG (1999) een één-uursdrempel voor van 2 mg/m³ voor ernstige oogirritatie bij de humane populatie.

De (semi)chronische inhalatietoxicologie van chloorpicrine is onderzocht in ratten en muizen. In deze studies was irritatie van luchtwegen het gevoeligste effect met een NOAEL in zowel rat als muis van 0,67 mg/m³ (LOAEL 3,4 mg/m³). In de chronische experimenten werd geen aanwijzing van een carcinogene werking gevonden. Op basis van een BMDL₀₅ uit deze studies van 2,8 mg/m³ leidde OEHHA (2001) een chronische grenswaarde voor lucht af van 0,4 µg/m³ af (OEHHA, 2001). Voor chloorpicrine is geen MTR vastgesteld.

Voor de dermale route zijn geen gegevens beschikbaar.

Voor chloorpicrine gold voorheen een MAC-waarde van 700 µg/m³ (onderbouwing ACGIH). Per 1-1-2007 is deze waarde echter vervallen.

Referenties

ERPG (1999) Emergency Response Planning Guidelines – Chloropicrin. Document revised 1999. AIHA Press 1999.

GGD (2000) Beknopte stofdocumenten interventiewaarden gevaarlijke stoffen: Chloorpicrine (versie 2000, pagina 84). GGD Rotterdam.

OEHHA (1999) Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants March 1999: Chloropicrin (*trichloronitromethane*; *nitrochloroform*; *nitrochloromethane*) CAS Registry Number: 76-06-2.

OEHHA (2001) Determination of Noncancer Chronic Reference Exposure Levels Batch 2B December 2001: Chloropicrin (*trichloronitromethane*; *nitrochloroform*; *nitrochloromethane*) CAS Registry Number: 76-06-2.

WHO (2003) Chloropicrin in drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/52.

B2.5 Toxicologische gegevens benzeen

De toxicologische eigenschappen van benzeen zijn onderzocht in alle talloze studies. Reviews van deze grote hoeveelheid gegevens zijn uitgevoerd door OEHHA (1999), RIVM (2001), US-EPA (2003), US-EPA/AEGL (2003) en ATSDR (2005).

Het kritische effect bij acute inhalatie van benzeen is neurotoxiciteit. Irritatie van ogen en slijmvliezen doet zich pas hogere concentraties voor. Voor benzeen zijn LC₅₀-waarden bekend van $\geq 31.000 \text{ mg/m}^3$ (4 tot 6 uur blootstelling). Dit wijst op relatief geringe acute inhalatoire toxiciteit voor deze stof. Voor letaliteit als eindpunt stelde US-EPA/AEGL (2003) een één-uursdrempel voor van 12990 mg/m^3 als waarde beschermend voor de menselijke populatie (AEGL-3 waarde). Voor ernstige neurotoxiciteit (AEGL-2) schatte dezelfde organisatie een één-uursdrempel van 2590 mg/m^3 gebaseerd op afwezigheid van ernstige dermpressei van het zenuwstelsel bij 12960 mg/m^3 in proefdieren bij 4 uur blootstelling.

Benzeen is bekend om de toxische werking op het bloedvormende systeem van het lichaam. Dit effect kan zich al voordoen na kortdurende inhalatoire expositie. ATSDR (2005) geeft 10 ppm ($32,4 \text{ mg/m}^3$) als laagste concentratie waarbij dit effect zich begint voor te doen bij muizen (blootstellingsduur 6 uur/dag, 6 dagen). Kortdurende inhalatie van benzeen kan ook verstrend werken op de ontwikkeling *in utero*. Hiervoor leidde OEHHA (1999) een NOAEL in de rat af van 40 ppm (129 mg/m^3) (blootstellingsduur 6 uur/dag, 5 dagen).

Bij langdurige blootstelling is het belangrijkste schadelijke effect van benzeen op het bloedvormende systeem van het lichaam. De stof verstoort de beenmergfunctie, leidend tot ernstige bloedafwijkingen. Dit leidt ook tot leukemie (bloedkanker). Een verhoogd voorkomen van deze vorm van kanker is aangetoond bij industriewerknemers die waren blootgesteld aan hoge benzeenconcentraties. Op basis hiervan is benzeen door de Wereldgezondheidsorganisatie geclassificeerd als een bewezen kankerverwekker voor de mens. De beschikbare humane gegevens waren van voldoende kwaliteit voor een kwantitatieve kankerrisicoschatting. RIVM (2001) berekende een risico-specifieke concentratie voor één op tienduizend (MTR) van $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ uitgaand van levenslange blootstelling.

Voor de orale route zijn de toxicologische gegevens relatief schaars. De voor benzeen aangetoonde systemische effecten na inhalatie (hematotoxiciteit, genotoxiciteit, carcinogeniteit) zullen naar verwachting ook optreden na orale opname. RIVM (2001) heeft op basis van de inhalatoire MTR van $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ een voorlopige orale MTR voorgesteld van $3,3 \text{ } \mu\text{g/kg lg/dag}$.

Voor de dermale route is bekend dat benzeen huidirritatie kan veroorzaken bij hoge concentraties. De gegevens over de dosis-repons voor dit effect zijn echter zeer beperkt (ATSDR, 2005).

De MAC-waarde voor benzeen bedraagt $3,25 \text{ mg/m}^3$ (8-uursgemiddelde). Deze waarde is gebaseerd op een kwantitatieve kankerrisicoschatting op basis van een epidemiologische studie met inhalatoire blootstelling (SER, 1994).

Referenties

ATSDR (2005) Toxicological profile for benzene. Draft for Public Comment September 2005.

OEHHA (1999b) Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants March 1999 – Benzene. http://www.oehha.ca.gov/air/acute_rels/pdf/71432A.pdf Geraadpleegd op 9-10-2007.

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

SER (1994) Wettelijke grenswaarde voor benzeen, ethyleenoxide en PVC-stof. Brief van SER-Subcommissie MAC-waarden aan de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. MAC/530 98-23 73-19 139-13, d.d. 8 december 1994.

US-EPA (2003) IRIS-file voor benzeen. Oral RfD Assessment, last revised 04/17/2003, Inhalation RfC Assessment, last revised 04/17/2003, Carcinogenicity Assessment, last revised 01/09/2000.

US-EPA/AEGL (2003) Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for Benzene (CAS Reg. No. 71-43-2). NAC/AEGL proposed 1: october 2003.

B2.6 Toxicologische gegevens toluen

De toxicologie van toluen is onderzocht in een groot aantal studies in proefdieren en mensen. De recentste evaluaties zijn die door OEHHA (1999), ATSDR (2000), RIVM (2001) US-EPA/AEGL (2002), EU-RAR (2003) en US-EPA (2005).

Toluen is bij acute inhalatie neurotoxisch. Bij letale concentraties volgt de sterfte op ernstige depressie van het centrale zenuwstelsel. Voor de rat zijn 2-uurs-NOAELs voor sterfte bekend van 5.000 en 6.250 ppm (18.750 en 23.400 mg/m³). Op basis van deze waarden stelde US-EPA/AEGL (2002) voor letaliteit als eindpunt een één-uursdrempel voor van 10.875 mg/m³ als waarde beschermend voor de menselijke populatie (AEGL-3 waarde). Voor geringe neurologische effecten werd op basis van humane vrijwilligerstudies een één-uursdrempel geschat van 750 mg/m³ (AEGL-1).

Met toluen is een groot aantal vrijwilligerstudies uitgevoerd met kortdurende inhalatoire blootstelling. Neurotoxiciteit al dan niet begeleid met geringe sensorische irritatie bleek het kritische effect in deze studies. OEHHA (1999), ATSDR (2000) en EU-RAR (2003) concludeerden dat 40 ppm (150 mg/m³) de 6-uurs-NOAEL was uit deze studies. ATSDR (2000) stelde op basis van deze NOAEL een 2-wekengrenswaarde voor lucht voor van 3,8 mg/m³.

De beschikbare studies laten geen carcinogene werking door toluen zien. Genotoxiciteitsdata wijzen op afwezigheid van activiteit voor dit eindpunt (EU-RAR 2003).

Ook bij chronische inhalatoire opname is neurotoxiciteit het kritische effect. In arbeidstoxicologische studies werden variabele NOAELs/LOAELs gevonden voor neurologische veranderingen na toluenblootstelling. In de recentste analyse van al deze studies concludeerde US-EPA dat de gemiddelde NOAEL 34 ppm bedroeg (128 mg/m³). Na correctie voor beperkte blootstellingsduur in de studie en toepassing van een veiligheidsfactor van 10 resulteerde een chronische luchtnorm van

5000 µg/m³ (US-EPA 2005). Eerder stelde het RIVM een chronische grenswaarde voor lucht voor van 400 µg/m³, gebaseerd op een LOAEL van 332 mg/m³ afkomstig uit een arbeidstoxicologische studie.

Voor de orale route zijn aanzienlijk minder gegevens beschikbaar dan voor de inhalatoire. Kritische effecten zoals naar voren komend uit proefdierstudies zijn nier- en levertoxiciteit. Verhoogd lever- en niergewicht deed zich in een semi-chronische orale studie voor bij doseringen vanaf 223 mg/kg lg/dag (LOAEL). Op basis van deze LOAEL stelde RIVM (2001) een TDI voor van 223 µg/kg lg/dag.

Voor de dermale route zijn er slechts weinig gegevens. In kwalitatieve zin is bekend dat toluen bij hoge concentraties irriterend kan werken op de huid. Nadere gegevens over de dosis-repons voor dit effect ontbreken echter.

De MAC-waarde voor toluen bedraagt 40 ppm (150 mg/m³) (8-uursgemiddelde). Deze waarde is gebaseerd op arbeidstoxicologische studies (verdere details ontbreken) (SER, 1994).

Referenties

ATSDR (2000) Toxicological profile for Toluene. September 2000.

EU-RAR (2003) European Union Risk Assessment Report – Volume 30. European Commission - Joint Research Centre. Report no. EUR 20539 EN

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

OEHHA (1999) Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants March 1999 C - 325 – Toluene (*methyl benzene, methyl benzol, phenyl methane, toluol*) CAS Registry Number: 108-88-3. http://www.oehha.ca.gov/air/acute_rels/pdf/108883A.pdf (Geraadpleegd op 16-10-2007)

SER (1994) <http://www.ser.nl/nl/grenswaarden/toluene.aspx> (Geraadpleegd op 16-10-2007).

US-EPA (2005) IRIS-file Toluene. Oral RfD Assessment, last revised 09/23/2005, Inhalation RfC Assessment, last revised 09/23/2005, Carcinogenicity Assessment, last revised 09/23/2005.

US-EPA/AEGL (2002) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for toluene (CAS reg. no. 108-88-3). NAC/Draft 5: 11/2002.

B2.7 Toxicologische gegevens xyleen

De toxicologie van xylenen (3 isomeren) is onderzocht in een aantal studies in proefdieren en mensen. De recentste evaluaties van de gegevens zijn die door WHO (1997), OEHHA (1999), US-EPA/AEGL (2000), RIVM (2001), US-EPA (2003) en ATSDR (2005).

Bij acute inhalatoire blootstelling van proefdier en mens bleken hoge concentraties xyleen tot neurotoxiciteit en irritatie van ademhalingswegen te leiden. Bij letale concentraties ontstaat ernstige depressie van centrale zenuwstelsel (narcose) gevolgd door sterfte. Voor rat en muis zijn LC₅₀-waarden gepubliceerd van 3900 ppm (16960 mg/m³) en hoger (4 of 6 uur blootstelling). Op basis van een concentratie van 2800 ppm (12150 mg/m³) (4 uur blootstelling) als in de rat leidend tot ernstige

depressie van het centrale zenuwstelsel, stelde US-EPA/AEGL (2000) voor letaliteit als eindpunt een één-uursdrempel voor van 4000 mg/m^3 als waarde beschermend voor de menselijke populatie (AEGL-3).

In een groot aantal vrijwilligerstudies is het effect van kortdurende inhalatie van xyleen onderzocht. In deze experimenten bleek irritatie van de ademhalingswegen het kritische effect. Waargenomen neurologische effecten waren van slechts lichte aard of geheel afwezig. US-EPA/AEGL (2000) geeft voor lichte oogirritatie een LOAEL van 400 ppm (1736 mg/m^3) voor 30 minuten blootstelling. Op basis van dit niveau schatte deze organisatie een één-uursdrempel van 560 mg/m^3 voor geringe irritatie-effecten bij de humane populatie (AEGL-1). Voor een blootstellingsduur tot 2 weken selecteerde ATSDR (2005) een LOAEL van 50 ppm voor geringe irritatie en lichte neurologische symptomen uit een acute vrijwilligerstudie (blootstellingsduur tot 2 uur). Op basis van dit niveau leidde ATSDR een grenswaarde voor 2 weken af van 2 ppm ($8,68 \text{ mg/m}^3$).

Langdurige inhalatie van xyleen heeft in werknemers geleid tot verhoogde frequenties van neurologische klachten. Op basis van een arbeidstoxicologische studie heeft ATSDR (2005) hiervoor een LOAEL geïdentificeerd van 61 mg/m^3 . Een ander effect dat zich kan voordoen na xyleeninhalatie is verstoring van de ontwikkeling van de ongeboren vrucht. In ratten deed zich vanaf 500 mg/m^3 verminder foetgewicht en vertraagde verbening voor. In een verdere studie werden na blootstelling van drachtige ratten aan 870 mg/m^3 gedragsversnaderingen bij de nakomelingen waargenomen. Op basis van de ze LOAEL stelde WHO (1997) een chronische grenswaarde voor van 870 µg/m^3 . RIVM (2001) heeft deze benadering overgenomen.

De beschikbare studies laten geen carcinogene werking door xyleen zien. Genotoxiciteitsdata wijzen op afwezigheid van activiteit voor dit eindpunt (RIVM, 2001; US-EPA, 2003).

Bij orale toediening induceert xyleen schade aan nieren en lever en bij hoge doseringen ook neurotoxiciteit. De beschikbare studies voor de orale route zijn beperkt doordat geen volwaardige chronische studie beschikbaar is. Op basis van een marginale LOAEL van $150 \text{ mg/kg lg./dag}$ uit een 90-dagenstudie met toediening via maagsonde stelde RIVM (2001) een chronische orale grenswaarde voor van $150 \text{ µg/kg lg./dag}$.

Onverdund xyleen is irriterend voor de huid, zo blijkt uit ervaringen bij toepassing van de stof als industrieel oplosmiddel en uit proefdierstudies. Verdere gegevens over de dosis-respons voor dit effect ontbreken echter.

Voor xyleen geldt een MAC-waarde van 210 mg/m^3 50 ppm (8-uursgemiddelde). Deze waarde is gebaseerd op kortdurende vrijwilligerstudies waaruit een NOAEL van 100 ppm werd afgeleid die vervolgens door 2 gedeeld werd vanwege het grotere ademvolume per uur in de werkomgeving (WGD 1990).

Referenties

ATSDR (2005) Toxicological profile for Xylenes. Draft for public comment, September 2005.

OEHHA (1999) Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants March 1999 C - 354 – Xylenes (technical xylene (o-, m-, p-), xylol) (o-xylene, ortho-xylene, 1,2-dimethylbenzene, 2-xylene) (m-xylene, meta-xylene, 1,3-dimethylbenzene, 3-xylene)(p-xylene, para-xylene, 1,4-dimethylbenzene, 4-xylene) CAS Registry Numbers: 1330-20-7 (technical), 95-47-6 (o-), 108-38-3 (m-), 106-42-3 (p-). http://www.oehha.ca.gov/air/acute_rels/pdf/XylenesA.pdf (geraadpleegd op 17-10-27).

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

US-EPA (2003) IRIS-file Xylenes. Oral RfD Assessment, last revised 02/21/2003, Inhalation RfC Assessment, last revised 02/21/2003, Carcinogenicity Assessment, last revised 02/21/2003.

US-EPA/AEGL (2000) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for xylenes (CAS reg. no. 108-88-3). NAC/Draft 1: 12/2000.

WGD (1990) Health-based recommended occupational exposure limit for Xylene. Dutch expert Committee for occupational standards.

WHO (1997) Environmental Health Criteria no. 190 – Xylenes. WHO, IPCS.

B2.8 Toxicologische gegevens chloormethaan

Toxicologische beoordelingen voor deze stof zijn uitgevoerd door ATSDR (1998), IARC (1999), WHO (2000), US-EPA (2001) en US-EPA/AEGL (2003). De enige beoordeling door het RIVM dateert uit 1988 (RIVM 1988).

Bij acute inhalatoire blootstelling veroorzaakt chloormethaan (ook methylchloride genoemd) bij voldoende hoge concentraties neurologische afwijkingen. De enige beschikbare LC_{50} -waarden zijn voor de muis maar, zoals US-EPA/AEGL (2003) aangeeft, is deze species waarschijnlijk niet representatief voor de mens. De reden daarvoor is het hogere ademvolume en de hogere glutathionniveaus bij de muis (de neurotoxiciteit van methylchloride hangt samen met glutathion-conjugatie, zo is bepaald in mechanistisch onderzoek). Bij blootstelling over een periode van 5 dagen (6 uur/dag) was 5000 ppm de NOAEL voor sterfte in de rat, concludeerde US-EPA/AEGL (2003). Voor letaliteit als eindpunt schatte deze organisatie een grens van >2000 ppm (4140 mg/m^3) als drempel waarboven de menselijke populatie bij blootstelling gedurende één uur risico loopt (AEGL-3 waarde). Voor ernstige neurologische effecten schatte men voor de humane populatie een één-uursdrempel van 500 ppm (1035 mg/m^3) (AEGL-2).

In diverse kortdurende inhalatiestudies met vrijwilligers zijn concentraties tot 200 ppm getest. In deze studies werden geen aanwijzingen voor neurologische of andere effecten waargenomen. Op basis van deze studies stelde US-EPA/AEGL (2003) een één-uursdrempel voor van 100 ppm (207 mg/m^3) (AEGL-1). Voor het afleiden van een 2-wekengrenswaarde voor lucht gebruikte ATSDR daarentegen een NOAEL uit een muizenproef. De muis als gevoelige species met name bij continue blootstelling werd beschouwd als geschikt model voor de mens. Op basis van een NOAEL van 50 ppm voor motorcoördinatie en celbeschadiging in de hersenen, stelde ATSDR een 2-wekengrenswaarde voor van 0,5 ppm (1.035 mg/m^3) (ATSDR (1998)).

Ook bij langdurige blootstelling is het zenuwstelsel het doelorgaan van methylchloride. In een chronisch inhalatie-experiment in muizen deed zich al vanaf 50 ppm histopathologische schade in het ruggemerg voor, geeft WHO (2000) aan. Degeneratie van het cerebellum deed zich pas voor bij 1000 ppm in deze studie. US-EPA (2001) concludeert dat cerebellumschade het kritische effect is voor methylchloride en dat de muizenstam in deze chronische studie relatief ongevoelig is voor dat effect. Zij gebruiken daarom een NOAEL van 50 ppm zoals gevonden in een 11-dagenstudie met een andere

muizenstam (LOAEL 100 ppm) voor afleiding van een chronische inhalatienorm. Dit is dezelfde studie als de ATSDR gebruikte voor de afleiding van de 2-wekensgrenswaarde. US-EPA (2001) berekende zodoende een chronische grenswaarde voor lucht van $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Methylchloride is toxisch voor de reproductie en verstoort de ontwikkeling, zo geven proefdierstudies aan. In een chronisch experiment in de rat deed zich bij 1000 ppm ($2064 \text{ mg}/\text{m}^3$) testesbeschadiging voor. Voor reproductietoxiciteit is een NOAEL bekend van 150 ppm ($310 \text{ mg}/\text{m}^3$). In muizenexperimenten met toediening gedurende de dracht bleek methylchloride hartafwijkingen bij de nakomelingen te induceren. De NOAEL voor ontwikkelingstoxiciteit bedroeg 100 ppm ($206 \text{ mg}/\text{m}^3$) (WHO, 2000).

Voor wat betreft carcinogeniteit werden in de beschikbare chronische studies in rat en muis alleen in de niercortex van mannelijke muis tumoren gevonden in combinatie met hyperplasie en karyomegalie in de niercortex. Genotoxiciteitsgegevens wijzen op duidelijke activiteit in vitro maar in vivo gegevens wijzen op ten hoogste een zwakke potentie (WHO, 2000).

Adequate orale toxiciteitsgegevens zijn niet beschikbaar voor methylchloride (US-EPA, 2001). Methylchloride is niet irriterend voor de huid. Contact met de vloeistof echter kan leiden tot huidschade door locale bevrozing (DECOS, 1995).

De MAC-waarde voor methylchloride bedraagt $52 \text{ mg}/\text{m}^3$ (8-uursgemiddelde) maar deze waarde is per 1-1-2007 vervallen. De basis voor deze waarde is een chronische NOAEL van 224 ppm ($464 \text{ mg}/\text{m}^3$) in rat en muis (DECOS, 1995).

Referenties

ATSDR (1998) Toxicological Profile for Chloromethane. December 1998

DECOS (1995) Methyl chloride - Health-based recommended occupational exposure limit. Dutch expert Committee for occupational standards.

IARC (1999) Volume 71 Re-Evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide.

RIVM (1988) Methylchloride - Korte evaluatie humane toxiciteit. RIVM/ACT Bijlage bij brief Bijlage bij brief 736/88 ACT Kn/aol d.d. 23 juni 1988.

US-EPA (2001) IRIS-file Methyl chloride. Oral RfD Assessment, last revised 07/17/2001, Inhalation RfC Assessment, last revised 07/17/2001, Carcinogenicity Assessment, last revised 07/17/2001.

US-EPA/AEGL (2003) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for methyl chloride (CAS Reg. No. 74-87-3). NAC/Draft 1: 11/2003

WHO (2000) Concise International Chemical Assessment Document 28: Methyl chloride.

B2.9 Toxicologische gegevens trichlooretheen

De toxicologie van trichlooretheen is onderzocht in talloze studies in proefdier en mens. Beoordelingen zijn uitgevoerd door ATSDR (1997), RIVM (2001) en US-EPA/AEGL (2002).

Trichlooretheen heeft bij acute inhalatoire blootstelling een neurotoxische werking. Inademing van zeer hoge concentraties kan leiden tot ernstige depressie van het centrale zenuwstelsel, leidend tot narcose en coma en ten slotte sterfte. US-EPA/AEGL (2002) concludeerde dat 4.600 ppm (24.700 mg/m³) de NOAEL was voor sterfte in proefdieren (blootstellingsduur 4 uur). Op basis van deze NOAEL stelde deze organisatie een één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie voor van 3.800 ppm (20.400 mg/m³). Eenmalige blootstelling aan lagere concentraties leidt tot mildere effecten op zenuwstelsel. Voor de één-uursdrempel voor ernstige acute effecten (AEGL-2) gebruikte US-EPA/AEGL (2002) het resultaat van een acute vrijwilligerstudie waarin bij 1.000 ppm duizeligheid, draaierigheid en lethargie werd waargenomen (blootstellingsduur 2 uur). Op basis hiervan was de geschatte één-uursdrempel 450 ppm (2.400 mg/m³) (AEGL-2). Voor geringe neurologische effecten kwam uit vrijwilligerstudies een acute NOAEL van 300 ppm (2 uur blootstelling). Dit niveau werd gebruikt voor de afleiding van een één-uursdrempel voor geringe neurologische effecten in de humane populatie van 130 ppm (700 mg/m³) (EPA/AEGL (2002)). In een inhalatoire vrijwilligerstudie met blootstelling gedurende 7 uur/dag over een periode van 5 dagen was de LOAEL 200 ppm (1.074 mg/m³). Op basis hiervan stelde ATSDR (1997) een grenswaarde voor exposities tot 14 dagen van 10,8 mg/m³.

Trichlooretheen wordt op basis van het uitgevoerde onderzoek naar carcinogeniteit en genotoxiciteit beschouwd als een genotoxisch carcinogeen maar voor de specifieke genotoxische activiteit die het induceert (numerische chromosoomaberraties) wordt een werkingsdrempel aangenomen (RIVM, 2001).

In inhalatiestudies in proefdieren van langere duur waren effecten op zenuwstelsel en lever het gevoeligst. Hiervoor leidde RIVM (2001) een LOAEL af van 200 mg/m³. De voorgestelde chronische grenswaarde (MTR) voor lucht op basis hiervan bedroeg 200 µg/m³ (RIVM, 2001).

Voor de orale route zijn effecten op de lever het gevoeligst. Hiervoor is de subchronische NOAEL 50 mg/kg lg/dag. Op basis hiervan is een chronische orale grenswaarde (MTR) van 0,05 mg/kg lg/dag vastgesteld (RIVM, 2001).

Voor de dermale route zijn slechts zeer beperkte gegevens beschikbaar. De onverdunde stof werkt irriterend op de huid en de ogen. Dermaal contact met de onverdunde vloeistof droeg bij aan de interne blootstelling bij de gerapporteerde gevallen van arbeidsintoxicaties met trichlooretheen. Verdere gegevens ontbreken (ATSDR, 1997).

Referenties

ATSDR (1997) Toxicological Profile for Trichloroethylene. September 1997.

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

US-EPA/AEGL (2002) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for trichloroethylene (CAS Reg. No. 71-43-2). Proposed 01.

B2.10 Toxicologische gegevens chlooretheen (vinylchloride)

De toxicologie van vinylchloride is onderzocht in studies in proefdier en mens. Beoordelingen zijn uitgevoerd door RIVM (2001), US-EPA/AEGL (2004) en ATSDR (2006).

Vinylchloride is vooral bekend om zijn humaan-carcinogene werking (inductie leverangiosarcomen bij werknemers in de PVC-industrie). Bij acute expositie aan hoge concentraties heeft de stof een vergelijkbare werking met andere chlooralifaten met effecten op lever, nieren, zenuwstelsel en hart (cardiale sensibilisatie). Acute expositie in proefdieren leidde tot narcotische effecten, cardiale sensibilisatie en hepatotoxiciteit. In proefdieren werd een NOAEL voor sterfte na behandeling met norepinefrine (test op cardiale sensibilisatie) van 50.000 ppm (blootstellingsduur 5 minuten) gebruikt voor het afleiden van een één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie van 4.800 ppm (12.000 mg/m³). De één-uursdrempel voor ernstige effecten (AEGL-2) werd gebaseerd op prenarcotische effecten zoals waargenomen humane vrijwilligerstudies. Op basis van een LOAEL van 12.000 ppm resulteerde een AEGL-2 van 1.200 ppm (3.100 mg/m³) (1 uur). De één-uursdrempel voor lichte effecten (AEGL-1) werd gebaseerd op een concentratie van 491 ppm waarbij vrijwilligers lichte hoofdpijn rapporteerden na expositie gedurende 3,5 of 7,5 uur. De geschatte één-uursdrempel bedroeg 250 ppm (650 mg/m³) (US-EPA/AEGL, 2004). Het kritische effecten voor subacute blootstelling is het effect op het nageslacht, concludeerde ATSDR (2006). Op basis van een NOAEL van 50 ppm (130 mg/m³) voor de inductie van vertraagde foetale ontwikkeling bij de muis werd een grenswaarde voor blootstelling gedurende maximaal 14 dagen afgeleid van 0,5 ppm (1,3 mg/m³) (ATSDR, 2006).

Vinylchloride is zoals gezegd een bewezen humaan carcinogeen. Uit de uitgevoerde genotoxiciteitstudies blijkt een genotoxisch werkingsmechanisme. Kwantitatieve schatting van carcinogene risico leidde tot een risiconiveau van één op tienduizend per leven (=MTR) van 3,6 µg/m³ voor de inhalatoire route. Voor de orale route werd op vergelijkbare wijze een MTR geschat van 0,6 µg/kg lg/dag (extra kankerrisico van 1 op tienduizend per leven).

Voor de dermale route zijn slechts zeer beperkte gegevens beschikbaar. De onverdunde stof werkt zeer sterk irriterend op de huid en de ogen. Verdere gegevens ontbreken (ATSDR, 2006).

Referenties

ATSDR (2006) Toxicological Profile for Vinyl chloride. September 2006.

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

US-EPA/AEGL (2004) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for vinyl chloride (CAS Reg. No. 75-01-4). PROPOSED 2: 03/2004.

B2.11 Toxicologische gegevens dichloormethaan

De toxicologie van dichloormethaan (methyleenchloride) is onderzocht in talloze studies in proefdier en mens. Beoordelingen zijn uitgevoerd door ATSDR (2000), RIVM (2001) en US-EPA/AEGL (2005).

Dichloormethaan heeft bij acute inhalatoire blootstelling een neurotoxische werking. Daarnaast induceert de stof als gevolg van metabole omzetting de vorming van COHb (koolmonoxide-binding aan hemoglobine). Dit laatste effect is hetzelfde als bij de bekende koolmonoxidevergiftiging. Inademing van zeer hoge concentraties kan leiden tot ernstige depressie van het centrale zenuwstelsel, leidend tot narcosen en coma en ten slotte sterfte of tot hartstilstand als gevolg van de COHb-vorming. US-EPA/AEGL (2005) concludeerde dat 11.000 ppm (38.830 mg/m³) de NOAEL was voor sterfte in proefdieren (blootstellingsduur 4 uur). Op basis van deze NOAEL stelde deze organisatie een één-uursdrempel voor sterfte in de humane populatie voor van 24.375 mg/m³. Eenmalige blootstelling aan lagere concentraties leidt tot mildere effecten op zenuwstelsel en COHb. Voor de één-uursdrempel voor ernstige acute effecten (AEGL-2) gebruikte US-EPA/AEGL (2005) een toelaatbare stijging in COHb van 4%. Met behulp van een model werd uitgerekend bij welke niveau van inhalatoire inademing deze toename in COHb bereikt werd, zowel voor normale individuen als voor de gevoelige groep van de zgn. *non-conjugators*. De uitkomst was een geschatte één-uursdrempel van 560 ppm (1977 mg/m³) (AEGL-2). In een eerdere beoordeling door het RIVM (1997) stelde deze organisatie een acute grenswaarde voor 4 uur blootstelling voor van 25 mg/m³, gebaseerd op de waarneming uit arbeidstoxicologische studies dat voor niet-rokers blootstelling aan ongeveer 13 mg/m³ gedurende 8 uur leidt tot een 0,1% toename in CoHb. Ook het MTR voor dichloormethaan is gebaseerd op een geaccepteerde toename van 0,1% CoHb. Het MTR werd geëxtrapoleerd vanuit de arbeidstoxicologische bevinding dat blootstelling van werknemers aan 90 mg/m³ gedurende 7,5 uur leidde tot een toename in COHb van 1%. De uitkomst was een MTR van 3 mg/m³ (RIVM, 2001).

Voor dichloormethaan wordt op basis van het uitgevoerde onderzoek naar carcinogeniteit en genotoxiciteit niet beschouwd als een genotoxisch carcinogeen (RIVM, 2001).

Voor de orale route zijn effecten op de lever het gevoeligst. Hiervoor is de chronische NOAEL 6 mg/kg lg/dag. Op basis hiervan is een chronische orale grenswaarde (MTR) van 0,06 mg/kg lg/dag vastgesteld (RIVM, 2001).

Voor de dermale route zijn slechts zeer beperkte gegevens beschikbaar. De onverdunde stof werkt irriterend op de huid en de ogen. Dermaal contact met de onverdunde vloeistof droeg bij aan de interne blootstelling bij de gerapporteerde gevallen van arbeidsintoxicaties met dichloormethaan. Verdere gegevens ontbreken (ATSDR, 2000).

Referenties

ATSDR (2000) Toxicological Profile for Methylene Chloride. September 2000.

RIVM (1997) Dichloormethaan - reactie op door industrie geleverde gegevens. Brief van Dr. W.H. Könemann (RIVM/CSR) aan Ir. M. Bovenkerk (VROM) d.d. 15 januari 1997.

RIVM (2001) Re-evaluation of human-toxicological Maximum Permissible Risk levels. RIVM-rapport 711701025.

US-EPA/AEGL (2003) Acute exposure guideline levels (AEGLs) for methylene chloride (CAS Reg. No. 75-09-2). NAC/AEGL Proposed 1: 01/2005.