



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

## **Luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen**

Herziening van milieukwaliteitsnormen

RIVM Briefrapport 2014-0039

C.E. Smit | M.P.M. Janssen



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

## **Luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen**

Herziening van milieukwaliteitsnormen

RIVM Briefrapport 2014-0039

C.E. Smit | M.P.M. Janssen

## Colofon

© RIVM 2014

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.

C.E. Smit  
M.P.M. Janssen

Contact:  
Els Smit  
Centrum voor Veiligheid van Stoffen en Producten  
[els.smit@rivm.nl](mailto:els.smit@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van de opdracht "Nationaal stoffenbeleid".

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen - Herziening van milieukwaliteitsnormen**

Het RIVM doet voorstellen voor nieuwe luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). De overheid heeft extra aandacht voor deze stoffen omdat ze kankerverwekkend zijn of de voortplanting verstoren. Ook stoffen die slecht afbreken in het milieu, zich ophopen in organismen en giftig zijn (persistent, bioaccumulerend en toxisch, oftewel PBT-stoffen) worden aangemerkt als ZZS. In vergunningen worden eisen opgenomen om de uitstoot van ZZS naar lucht te verminderen. De nieuwe milieukwaliteitsnormen kunnen hiervoor als uitgangspunt worden gebruikt.

De voorstellen zijn gemaakt omdat een deel van de huidige luchtnormen was afgeleid met een methode die niet meer wordt gebruikt. Voor een aantal stoffen circuleerden meerdere getallen en was er onduidelijkheid over de juiste norm. De voorstellen zijn gebaseerd op nationaal en internationaal gepubliceerde gezondheidskundige risicogrenzen. Deze waarden geven aan hoeveel mensen tijdens hun leven van een stof mogen inademen zonder daar nadelige effecten van te ondervinden.



## Abstract

### **Air quality standards for substances of high concern - Revision of environmental quality standards**

RIVM presents a proposal for updating the air quality standards for Dutch priority substances. The government pays special attention to these substances because they cause cancer, influence reproduction or are persistent, bioaccumulative and toxic (PBT). The new standards can be used to set criteria for emission control in discharge permits.

New standards are proposed because the current ones were derived using a methodology that is not use anymore. Besides, clarification was needed for some compounds because multiple values have been published over the years. The proposed values are based on published national and international human toxicological risk limits, which represent safe levels for inhalation of a compound.



## Inhoudsopgave

### **1 Inleiding – 9**

- 1.1 Beleid voor Zeer Zorgwekkende Stoffen – 9
- 1.2 Inventarisatie van luchtnormen – 9
- 1.3 Risiconiveau – 9
- 1.4 Aanpassing van de indicatieve methodiek: afscheid van HUMANEX – 10
- 1.5 Afleiding van de Geschatte Humane Limietwaarde (GHL) – 15
- 1.6 Indicatief of gedegen – 16
- 1.7 Europese luchtnormen – 16
- 1.8 Reikwijdte van dit rapport – 17

### **2 Werkwijze – 19**

- 2.1 Gebruikte informatie – 19
- 2.2 Afleiding van het indicatief MTR en VR voor lucht – 19

### **3 Normvoorstellen per stof – 21**

- 3.1 Overzicht van nieuw afgeleide waarden – 21
- 3.2 Metalen en metaalverbindingen – 24
- 3.3 Gehalogeneerde koolwaterstoffen – 26
- 3.4 Polycyclische Aromatische – Koolwaterstoffen 30
- 3.5 Bestrijdingsmiddelen – 31
- 3.6 Overige organische verbindingen – 34
- 3.7 Overige verbindingen – 36

### **4 Samenvatting en conclusies – 39**

#### **Dankwoord – 40**

#### **Literatuur – 41**

#### **Bijlage 1. Overzicht van nieuwe voorstellen voor MTR en VR voor lucht – 45**

#### **Bijlage 2. ZZS waarvoor de indicatieve luchtnorm nog moet worden herzien – 53**





# 1 Inleiding

## 1.1 **Beleid voor Zeer Zorgwekkende Stoffen**

Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is in 2011 begonnen met de herziening van het nationale beleid voor Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) [1]. Deze stoffen worden door de overheid met voorrang aangepakt omdat zij zeer gevaarlijk zijn. Doel van het beleid is ZZS te weren uit onze leefomgeving. Onder het vroegere beleid was er een lijst van zo'n 200 stoffen die als "prioritair" werden aangeduid. Het nieuwe beleid voor ZZS kent geen limitatieve lijst, maar werkt met een aantal criteria om te beoordelen of een stof als zodanig moet worden aangemerkt [2]. De criteria zijn ontleend aan de Europese of wereldwijde beleidskaders voor prioritering van chemische stoffen, zoals REACH, Kaderrichtlijn water (Krw) en het verdrag van Stockholm. Voorbeelden van ZZS zijn stoffen die kankerverwekkend of mutageen zijn of de voortplanting aantasten (CMR-stoffen<sup>1</sup>). Ook stoffen die slecht afbreken in het milieu, zich ophopen in organismen en giftig zijn (persistent, bioaccumulerend en toxisch, oftewel PBT-stoffen) worden aangemerkt als ZZS [2]. In vergunningen zullen eisen worden opgenomen om de uitstoot van deze stoffen te verminderen. Hiervoor zijn normen nodig. Dit rapport gaat over de normen voor lucht.

## 1.2 **Inventarisatie van luchtnormen**

Op de website Risico's van Stoffen staan luchtnormen voor ruim 200 stoffen die onder de oude systematiek als "prioritaire stof" werden aangemerkt. Een deel daarvan geldt onder het nieuwe beleid als ZZS. Deze luchtnormen zijn beleidsmatig vastgesteld en betreffen voor het overgrote deel indicatieve normen die in 2004-2006 zijn afgeleid met de toen geldende systematiek [3,4]. In 2010 heeft het RIVM in het rapport "Luchtnormen geordend" een inventarisatie gemaakt van de verschillende luchtnormen die er in Nederland voor diverse stoffen bestaan [5]. Er bleken niet alleen veel verschillende typen luchtnormen te zijn, ook circuleren voor eenzelfde type norm verschillende getalswaarden. Voor een aantal stoffen was niet duidelijk wat de geldende milieukwaliteitsnorm is. Het RIVM heeft in dat rapport aanbevelingen gedaan om voor een aantal stoffen tot een eenduidige norm te komen. Een tweede rapport over luchtnormen uit 2011 [6] gaat specifiek in op 31 stoffen van de "oude" prioritaire stoffenlijst. Van deze stoffen waren de normen opgenomen in de notitie "Reductiedoelstellingen prioritaire stoffen" uit 2001, maar nog niet vastgesteld. De vaststelling is vervolgens met voorrang gebeurd. Voor een aantal van deze stoffen is in 2011 aangegeven dat een evaluatie van de normen nodig was [6]. Dit rapport is mede een resultaat van die aanbevelingen.

## 1.3 **Risiconiveau**

Een deel van de voorgestelde herzieningen had te maken met de discussie over welk risiconiveau moet worden gehanteerd bij de afleiding van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) voor genotoxisch carcinogenen. Voor deze groep stoffen wordt het MTR van oudsher gekoppeld aan een kankerrisico van 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling, het Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR) aan een risico van 1 op 1.000.000 per leven [7-9]. De Krw hanteert bij het afleiden van de waternorm voor chronische blootstelling van mensen via vis een kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven voor genotoxisch carcinogenen [10].

<sup>1</sup> Carcinogeen, Mutageen of Reprotoxisch

Op basis van deze keuze binnen de Krw, is in de RIVM-handleidingen voor het afleiden van normen voor de andere compartimenten ook uitgegaan van een risiconiveau van 1 op 1.000.000 per leven voor het MTR [11,12]. Inmiddels heeft het ministerie van IenM echter aangegeven dat voor de compartimenten lucht en bodem de eerdere definitie van het MTR gehandhaafd blijft. Dit betekent dat een aantal door het RIVM afgeleide luchtnormen zal moeten worden aangepast aan het geldende risiconiveau.

#### 1.4 **Aanpassing van de indicatieve methodiek: afscheid van HUMANEX**

Naast de aanpassing van het risiconiveau, is een andere reden voor herziening dat bij het afleiden van de indicatieve normen voor de "oude" lijst van prioritair stoffen gebruik is gemaakt van het programma HUMANEX [13,14]. Dit programma werd gebruikt om de risicogrenzen voor de compartimenten lucht, (grond)water, sediment en bodem op elkaar af te stemmen door middel van evenwichtspartitie. Het idee hierachter is dat stoffen zich verdelen tussen de verschillende milieucompartimenten. De milieukwaliteitsnorm die geldt in het ene compartiment mag niet zo hoog zijn dat die in een ander compartiment tot problemen leidt. De harmonisatie tussen compartimenten was lange tijd gebruikelijk in het Nederlandse normstellingsbeleid, maar is losgelaten toen de methodiek van normstelling werd afgestemd met de Europese werkwijze. HUMANEX wordt in de huidige methodiek dan ook niet meer gebruikt. Het loslaten van HUMANEX leidt in de meeste gevallen tot een aanzienlijke aanpassing van de normen. Om dit beter te kunnen onderbouwen wordt hieronder meer uitleg gegeven over het programma en de redenen dat het niet meer wordt gebruikt.

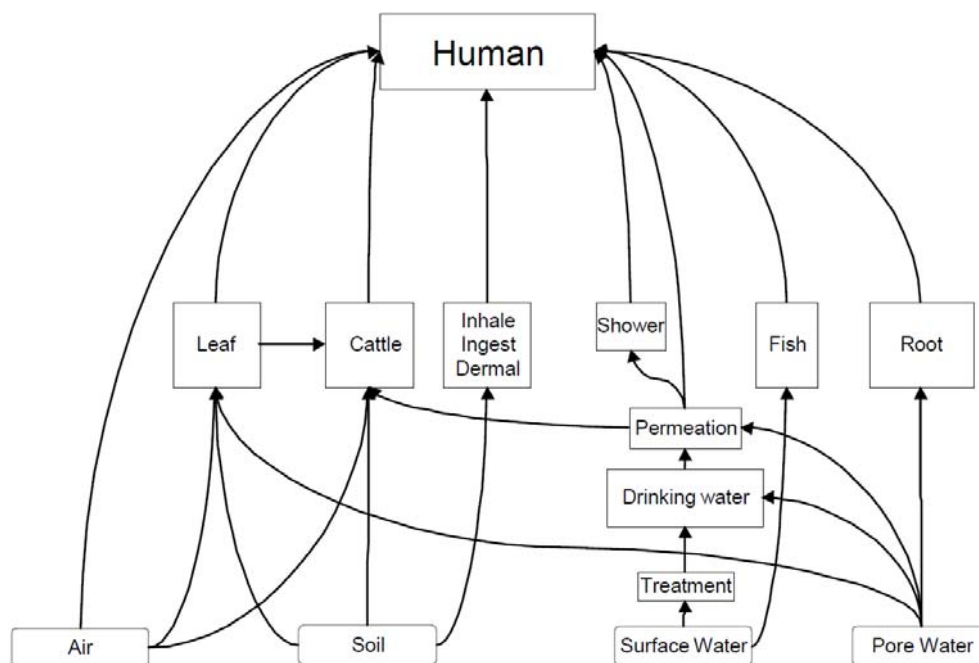
##### 1.4.1 *HUMANEX: berekenen van MTR-waarden voor humane blootstelling*

HUMANEX is ontwikkeld in 2004-2005 vanuit de gedachte dat mensen via verschillende routes worden blootgesteld aan stoffen in het milieu. Gelijktijdige blootstelling via verschillende routes, ook wel aangeduid als geaggregeerde blootstelling ("aggregated exposure" in het engels<sup>2</sup>) is zondermeer een belangrijk onderwerp dat in verschillende kaders in de belangstelling staat [15]. Bij de Amerikaanse EPA is geaggregeerde blootstelling een vast onderdeel van de toelatingsbeoordeling van bestrijdingsmiddelen [16]. Binnen het EU onderzoeksprogramma "Acropolis" worden methoden ontwikkeld om bij de risicobeoordeling van bestrijdingsmiddelen blootstelling aan verschillende bronnen mee te nemen (<http://www.acropolis-eu.com/>).

Voor het schatten van de geaggregeerde blootstelling is inzicht in de bijdrage van de verschillende routes cruciaal. Binnen HUMANEX werd daarvoor gebruik gemaakt van het verspreidingsmodel SIMPLEBOX, dat is opgenomen in het computer programma EUSES (the European Union System for the Evaluation of Substances). Vanuit een fictieve emissie van een stof naar water, bodem of lucht werden met dit model de concentraties in water, bodem, grondwater, oppervlaktewater en sediment berekend. Met deze voorspelde concentraties (*Predicted Environmental Concentrations*, PEC) werd vervolgens uitgerekend hoeveel een mens zou binnenkrijgen via directe of indirecte blootstelling vanuit deze compartimenten, bijvoorbeeld via het inademen van lucht, het eten van groente die wordt gekweekt op grond waar de stof in zit, douchen met drinkwater dat uit grondwater of oppervlaktewater wordt gewonnen en direct

<sup>2</sup> Naast de term "aggregated exposure" wordt ook vaak gesproken over "cumulative exposure". Volgens de definitie van de US EPA is cumulative exposure de gelijktijdige blootstelling via alle relevante routes aan een groep stoffen met eenzelfde werking, zie <http://www.epa.gov/pesticides/glossary/>. Aggregated exposure heeft betrekking op de verschillende blootstellingsroutes van een enkele stof.

contact met de bodem via het inademen, inslikken en aanraken van gronddeeltjes. Zie voor een schematische weergave Figuur 1.



Figuur 1 Schematische weergave van de opnameroutes in HUMANEX (figuur overgenomen uit [13]).

Op basis van de berekende (fictieve) concentraties in de compartimenten lucht, bodem, water en grondwater werd vervolgens de totale inname via alle hierboven beschreven routes berekend en vergeleken met de acceptabele dagelijkse inname voor mensen (de *Tolerable Daily Intake*, TDI). De ratio van TDI en totale berekende inname werd vervolgens gebruikt om de voorspelde concentraties in de afzonderlijke compartimenten proportioneel te verlagen of te verhogen, zodat de totale inname precies het niveau van de TDI had bereikt. De aangepaste concentraties voor de verschillende compartimenten werden vervolgens overgenomen als het  $MTR_{\text{humaan}}$  voor het betreffende compartiment. Als volgende stap werd nog gecontroleerd of de berekende maximaal toelaatbare concentratie in lucht groter was dan de humaan-toxicologische waarde voor inhalatietoxiciteit, de *Tolerable Concentration in Air* (TCA). Was dat het geval, dan werd de TCA gebruikt als MTR voor lucht, en werden de MTR-waarden voor de andere compartimenten proportioneel verlaagd. Ter illustratie staan hieronder twee tabellen die zijn overgenomen uit een rapport waarin HUMANEX wordt toegepast op een aantal voorbeeldstoffen [17].

Table 4. Example  $MPC_{HUMAN}$  calculations for diethylene glycol.  $PEC_{REG}$  is initially based on a standard emission (100,000 t/a) and adjusted with the TDI/MRE ratio.

EUSES derived $PEC_{REG}$ s for the compartments	$PEC_{REG}$ of the compartment	Conc.	Units
Water – initial estimate	Surface water	9.46E+01	µg/L
Air – initial estimate	Air	5.10E-05	µg/m <sup>3</sup>
Agricultural soil – initial est.	Soil	1.63E-01	µg/kg wwt
Sediment – initial estimate	Sediment	5.86E+01	µg/kg wwt
Agricultural pore water – initial estimate	Pore water	1.21E+00	µg/L
<b>Calculated Total Exposure</b>	MRE	2.73E+00	µg /kg bw/d
<b>Tolerable Daily Intake</b>	TDI	4.00E+02	µg /kg bw/d
<b>Tolerable Conc. In Air</b>	TCA	N.A.	µg/m <sup>3</sup>
	TDI/MRE	1.46E+02	-/-
<b>Maximum Permissible Concentrations for adult humans</b>	$MPC_{human, surface\ water}$	1.39E+04	µg/L
	$MPC_{human, air}$	7.47E-03	µg/m <sup>3</sup>
	$MPC_{human, soil}^*$	7.82E+01	µg/kg dwt
	$MPC_{human, sediment}^*$	2.63E+04	µg/kg dwt
	$MPC_{human, pore\ water}$	1.77E+02	µg/L

\* Includes conversion from wwt to dwt according to Janssen *et al.* (2004).

Figuur 2 Voorbeeld van een berekening van het MTR voor water, lucht, bodem en sediment op basis van humane blootstelling (overgenomen uit [17]).

Table 5. Correction when  $MPC_{air}$  is higher than the TCA, illustrated for tetrahydrothiophene.

		Tetrahydrothiophene	Units
<b>Maximum Permissible Concentrations for adult humans</b>	$MPC_{surface\ water}$	9.95E+01	µg/L
	$MPC_{air}$	2.11E+03	µg/m <sup>3</sup>
	$MPC_{soil}$	4.71E+00	µg/kg dwt
	$MPC_{pore\ water}$	4.87E+00	µg/L
<b>TCA for tetrahydrothiophene</b>		1.80E+2	µg/m <sup>3</sup>
<b><math>MPC_{air}</math> higher than TCA?</b>		yes	-/-
<b><math>MPC_{air} = TCA</math></b>	$MPC_{air}$	1.8E+2	µg/m <sup>3</sup>

Figuur 3 Voorbeeld van een correctie van het MTR voor water, lucht, bodem en sediment op basis van de TCA (overgenomen uit [17]).

#### 1.4.2 Harmonisatie tussen MTR-waarden voor humane blootstelling en ecotoxicologie

Naast de berekende MTR-waarden voor humane blootstelling, werden voor water, bodem en grondwater en sediment ook MTR-waarden afgeleid op basis van directe ecotoxiciteit. Per compartiment werd de meest kritische waarde overgenomen als het uiteindelijke MTR [14]. In de rapporten waarin HUMANEX wordt beschreven [13,17] werd de vergelijking tussen het MTR voor de humane route en voor ecotoxicologie niet toegepast voor lucht: het MTR voor lucht werd dus alleen bepaald door de hierboven beschreven berekeningen voor humane blootstelling.

Voor de stoffen waarvoor de indicatieve luchtnormen rond 2004 zijn afgeleid en gerapporteerd in RIVM rapport 601782012 [4], is het MTR lucht voor humane blootstelling echter wel gecorrigeerd voor ecotoxicologische effecten. Als het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route, werd het humane MTR voor lucht evenredig verlaagd en dit leverde dan het MTR lucht voor de route ecotoxicologie. Als dit MTR lucht het meest kritische was, werd dit overgenomen als uiteindelijk MTR voor lucht.

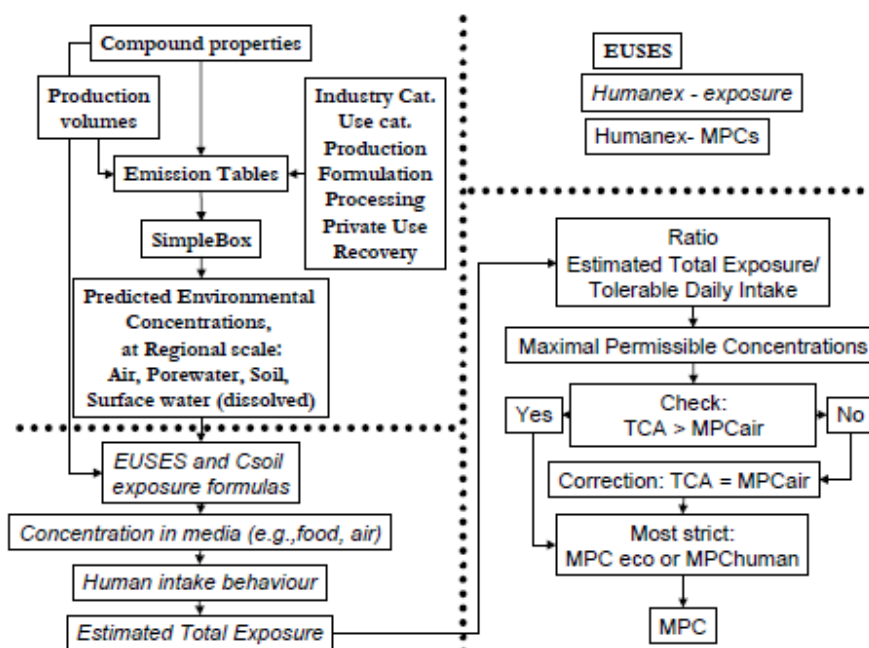
Figuur 4 geeft een voorbeeld van zo'n integratiestap voor de stof hexachloorbutadieen. Het MTR water op basis van ecotoxicologie is 0,237 maal lager dan op basis van de humane route en dus is het humane MTR voor lucht ook met een factor 0,237 verlaagd tot  $3,9 \times 10^{-3}$  µg/m<sup>3</sup>. Deze waarde staat in de resultatentabel als MTR voor lucht op basis van ecotoxicologie, maar is eigenlijk een humaan MTR voor lucht dat is aangepast aan de lagere waternorm. Waarschijnlijk is deze correctiestap ook uitgevoerd bij de in 2005 en 2006

afgeleide indicatieve MTR-waarden uit RIVM rapport 601570001 [3], maar helemaal duidelijk is dat niet.

#### Output Humanex-resultaten

hexachloorbutadien	TDI ( $\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{d}$ )	TCA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Corrected for TCA:		
	1.30E-02	N.A.	NO		
	Surface water ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Groundwater ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Soil ( $\mu\text{g}/\text{kg dwt}$ )	Sediment ( $\mu\text{g}/\text{kg dwt}$ )
MPC eco	4.00E-03	4.00E-03	3.90E-03	2.20E+00	2.20E+00
MPC human	1.69E-02	1.21E-02	1.65E-02	6.55E+00	0.00E+00
Ratio MPC eco/MPC human	2.37E-01	3.32E-01	2.37E-01	3.36E-01	#DIV/0!
Critical MPC	4.00E-03	4.00E-03	3.90E-03	2.20E+00	0.00E+00
% importance of total exposure	47.093	15.757	36.984	0.166	
Dominant route of exposure	fish				
% of dominant route	47.093				

Figuur 4 Voorbeeld van een correctie van het MTR voor lucht op basis van de verhouding tussen het ecotoxicologische en humane MTR voor water (overgenomen uit [4]).



Figuur 5 Schematische weergave van de verschillende stappen voor het berekenen van het MTR voor humane blootstelling volgens HUMANEX (overgenomen uit [13]).

In Figuur 5 staat het hele proces van normafleiding schematisch weergegeven. Het uiteindelijke resultaat van deze exercities is dat als de berekende concentratie van een stof in een bepaald compartiment verhoudingsgewijs laag is, de norm evenredig wordt verlaagd. Dit betekent dat terwijl de blootstelling via het desbetreffende compartiment minimaal is, er toch (of, daarom) een heel lage norm wordt afgeleid. Voor zowel het MTR lucht op basis van humane blootstelling als het MTR lucht gecorrigeerd voor ecotoxicologie zijn er met HUMANEX heel lage luchtnormen afgeleid als stoffen zich niet of nauwelijks naar lucht bewegen. Dit heeft geleid tot MTR-waarden voor lucht die vele

ordegroottes lager zijn dan de humaan-toxicologische normen voor inhalatie. Naarmate het aandeel van lucht als blootstellingsroute voor de mens belangrijker wordt, wordt het verschil tussen het indicatieve MTR op basis van HUMANEX en de TCA kleiner.

#### 1.4.3 Redenen om HUMANEX niet meer toe te passen

Het meenemen van verschillende blootstellingsroutes is belangrijk voor het inschatten van de risico's van stoffen. Aan de werkwijze van HUMANEX kleeft echter een aantal fundamentele bezwaren:

- Het programma EUSES is bedoeld als een beoordelingsinstrument om vooraf een inschatting te kunnen maken van de potentiële risico's na emissie van een stof bij een bepaald omschreven industrieel gebruik. De verdeling tussen compartimenten en daarmee de berekende PEC verschilt al naar gelang de stof in eerste instantie naar bodem, water of lucht wordt uitgestoten. In HUMANEX betekent dit dus dat de keuze van het eerste ontvangende compartiment mede bepaalt hoe hoog de norm wordt.
- HUMANEX rekent de gecombineerde blootstelling uit voor alle mogelijke routes en neemt daarmee aan dat alle routes overal en altijd van belang zijn. Het is de vraag of dit op een bepaalde locatie / in een bepaalde situatie daadwerkelijk zo is.
- De verschillende routes maken gebruik van aannames die als *worst case* kunnen worden gezien voor elk van de routes. Zo bestaat het standaarddieet uit 115 gram vis per dag, is de vleesconsumptie 300 gram per dag, de consumptie van wortelgewassen bijna 400 gram per dag en die van bladgroenten en granen 1,2 kilogram per dag. Bij het berekenen van gecombineerde blootstelling moet ervoor worden gezorgd dat de optelsom van aannames nog steeds realistisch is en dat is nu niet het geval.
- Alle berekeningen voor de humane route zijn gebaseerd op de TDI. De TDI is gebaseerd op opname via voedsel en is niet per definitie geschikt om effecten via inhalatie te beoordelen. In de regel wordt dit alleen gedaan als er geen TCA beschikbaar is. In de HUMANEX-methodiek speelt de TCA alleen een rol als het berekende MTR voor lucht hoger is dan deze waarde.
- Door de verdeling in het milieu als uitgangspunt te nemen, levert HUMANEX zeer lage normen op voor juist die compartimenten die nauwelijks bijdragen aan de totale blootstelling. Als de blootstelling via een route marginaal is ten opzichte van de andere routes, heeft een hogere concentratie nauwelijks effect op de totale inname en zou de norm dus misschien juist wel hoger kunnen zijn.
- Het MTR voor lucht op basis van ecotoxicologische effecten wordt berekend door het humane MTR lucht te corrigeren als het ecotoxicologische MTR voor water lager is dan dat op basis van humane blootstelling. In feite is dit dan ook niet een ecotoxicologisch MTR voor lucht, maar een aangepast humaan MTR voor lucht. Ook hier geldt dat met deze methode zeer lage luchtnormen worden berekend, juist voor stoffen waarvoor water het belangrijkste ontvangende compartiment is.

De ecotoxicologische effecten die kunnen optreden na blootstelling via water zijn niet rechtstreeks te vertalen naar een bijbehorende concentratie in lucht. Soms zijn er aanwijzingen dat er ecotoxicologische effecten optreden bij blootstelling via lucht, bijvoorbeeld uit proeven met planten. Als dit het geval is, kan dit wel worden meegenomen in de afleiding van de luchtnorm door de kritische concentraties te vergelijken met die voor de mens.

Om een uitspraak te kunnen doen over de mogelijke risico's van een specifieke stof, moet rekening worden gehouden met alle mogelijke routes waardoor mensen hiermee in aanraking kunnen komen. Bij het beoordelen van een specifiek gebruiksscenario of een actuele risicobeoordeling voor een specifieke locatie of situatie kan per stof worden bekeken welke routes van belang zijn en moet de bijdrage van die routes worden gekwantificeerd. Het is echter de vraag of en hoe geaggregeerde blootstelling moet worden verwerkt in generieke milieukwaliteitsnormen. Onder de Krw wordt bij het afleiden van waterkwaliteitsnormen gekeken of blootstelling van mensen via het eten van vis relevant is gezien de stoffeigenschappen. Als dat zo is, wordt er bij het afleiden van de norm rekening mee gehouden dat deze route slechts 10% van de TDI mag "opvullen" en dat men via andere routes 90% binnenkrijgt. Iets soortgelijks gebeurt bij het vaststellen van richtlijnen voor drinkwaterkwaliteit, waar wordt aangenomen dat drinkwater voor 20% bijdraagt aan de totale inname van een stof [18]. Deze methode zou in principe ook voor lucht kunnen worden toegepast. Wel moet worden bedacht dat als je voor verschillende compartimenten / blootstellingsroutes een vaste (lage) fractie toepast, dit voor elk compartiment neerkomt op een *worst-case* aanname. Als de concentratie in elk compartiment voldoet aan de norm, is de totale blootstelling niet meer gerelateerd aan de TDI, maar aan een fractie daarvan. In feite levert deze %-benadering dus ook een stapeling van *worst-case* aannames. Nadeel is ook dat er relatief lage normen worden afgeleid, ook (juist) als de bijdrage aan de totale blootstelling relatief klein is. De conclusie van het bovenstaande is in ieder geval dat HUMANEX niet het juiste instrument is voor het meenemen van geaggregeerde blootstelling in de normstelling.

Voor het compartiment lucht is de directe blootstelling van mensen het meest relevant. Voor sommige stoffen kan er sprake zijn van effecten op het ecosysteem bij concentraties die lager zijn dan de humaan-toxicologische risicogrenzen. Voorbeelden zijn tetrachloorethyleen en etheen, waarvoor gedegen ecotoxicologische risicogrenzen voor lucht zijn afgeleid die aanzienlijk lager zijn dan de humaan-toxicologische normen [19]. In deze gevallen moet er wetenschappelijk advies worden ingewonnen en kunnen beleidsmatige overwegingen meespelen in de uiteindelijke keuze van de norm [5]. Een dergelijke gedegen evaluatie valt echter buiten de reikwijdte van een indicatieve normafleiding. Tegenwoordig wordt daarom de indicatieve norm voor lucht gelijkgesteld aan een geschatte humaan-toxicologische risicogrens voor inhalatie. In paragraaf 1.5 staat in het kort beschreven hoe deze waarde wordt afgeleid.

### **1.5 Afleiding van de Geschatte Humane Limietwaarde (GHL)**

De Geschatte Humane Limietwaarde (GHL) wordt alleen bij het afleiden van indicatieve milieurisicogrenzen bepaald. De GHL is een pragmatische norm gebaseerd op een snelle beoordeling van beschikbare humaan-toxicologische informatie. Voor inhalatietoxiciteit is de GHL een schatting van de toelaatbare concentratie in lucht (*Tolerable Concentration in Air*; TCA). Reguliere TCA's zijn



het resultaat van een gedegen beoordeling van inhalatoire humaan-toxicologische gegevens. De GHL wordt bij voorkeur gebaseerd op reeds bestaande (inter)nationaal afgeleide waarden die vergelijkbaar zijn met de TCA. Andere instanties leiden dergelijke normen af, bijvoorbeeld de US EPA met de *Reference Concentration* (RfC). Dergelijke bestaande luchtnormen zijn direct bruikbaar als GHL.

Voor genotoxisch carcinogenen wordt voor de GHL uitgegaan van het inhalatoire kankerrisico (*Cancer Risk*;  $CR_{\text{inhalatie}}$ ). Deze risicogrenzen worden afgeleid door middel van de zogenoemde non-threshold extrapolatie (QCRA, *quantitative cancer risk assessment*). Hierbij wordt het optreden van tumoren in proefdierexperimenten (soms bij de mens) uitgedrukt in procenten en geëxtrapolerd naar de kans dat er bij 1 op 10.000 of 1 op 1.000.000 mensen kanker optreedt bij levenslange blootstelling. Op basis van (inter)nationaal beschikbare  $CR_{\text{inhalatie}}$ -waarden kan een GHL geschat worden, daarbij gebruik makend van het geëigende kankerrisico-niveau (1 op 10.000 voor MTR of of 1 op 1.000.000 voor VR).

Als er geen TCA of  $CR_{\text{inhalatie}}$  beschikbaar is, kan de GHL voor inhalatie worden berekend door middel van *route-to-route* extrapolatie [11,12]. Hierbij worden risicogrenzen voor orale toxiciteit zoals bijvoorbeeld de *Tolerable Daily Intake* (TDI), *Acceptable Daily Intake* (ADI) of *Reference Dose* (RfD) omgerekend naar een waarde voor inhalatie. Dit kan echter alleen onder bepaalde voorwaarden. Voor het vaststellen van de GHL wordt geput uit eerdere normafleidingen van het RIVM en uit een aantal databestanden, bijvoorbeeld van Amerikaanse overheidsinstanties of de Wereldgezondheidsorganisatie. Als er geen bestaande normafleiding beschikbaar is, kan in de (secundaire) literatuur worden gezocht naar humaan-toxicologische gegevens om daaruit op pragmatische wijze een GHL af te leiden. Is geen GHL afleidbaar dan kan voor een indicatieve norm worden teruggevallen op standaardwaarden (defaults). Meer informatie is te vinden in de handreiking voor het afleiden van indicatieve normen [11].

## 1.6 Indicatief of gedegen

Naast indicatieve normen bestaan er ook gedegen normen. In grote lijnen maakt de gedegen afleiding gebruik van humane risicogrenzen voor inhalatie die worden afgeleid zoals hierboven beschreven voor de GHL. In tegenstelling tot de indicatieve normafleiding worden echter voor een gedegen norm de onderliggende studies geëvalueerd en wordt naar aanvullende literatuur gezocht. Als er geen of onvoldoende betrouwbare gegevens zijn, wordt er geen norm afgeleid en wordt er in principe niet teruggevallen op defaultwaarden. Verder wordt bij een gedegen normafleiding voor lucht ook gezocht naar gegevens over effecten op het ecosysteem, met name op planten. Bij de indicatieve normen die hier worden besproken is ervan uitgegaan dat deze gegevens er niet zijn.

## 1.7 Europese luchtnormen

Onder de Europese Kaderrichtlijn luchtkwaliteit [20-22] zijn voor een aantal stoffen luchtnormen vastgesteld. Europa kent grenswaarden en streefwaarden, dit zijn wettelijke normen die in Nederland zijn geïmplementeerd via de Wet Milieubeheer. De grenswaarde is een niveau dat binnen een bepaalde termijn moet worden bereikt en, als het eenmaal is bereikt, niet meer mag worden overschreden. De streefwaarde is een concentratie in de lucht die zo veel mogelijk binnen een gegeven periode dient te worden bereikt. Bij de afleiding van Europese grens- en streefwaarden wordt rekening gehouden met de *Air Quality Guidelines* van de WHO [23] en de Europese normen zijn niet 1-op-1 te koppelen aan de Nederlandse risicogrenzen MTR en VR. Voor de stoffen

waarvoor Europese wetgeving bestaat, wordt in dit rapport geen apart MTR of VR voorgesteld.

### **1.8 Reikwijdte van dit rapport**

In dit rapport worden alleen ZZS besproken waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens voor inhalatie beschikbaar is of kan worden afgeleid op basis van orale toxiciteitsnormen of waarvoor een Europese luchtnorm beschikbaar is. Voor de overige stoffen moet volgens de handreiking eerst worden onderzocht of er gegevens zijn om een norm af te leiden, bijvoorbeeld in het desbetreffende REACH-dossier. Deze stoffen zijn in deze herziening niet meegenomen. Als er vanuit de vergunningverlening behoefte is aan normen, kunnen op aanvraag nieuwe indicatieve normen worden afgeleid.



## 2 Werkwijze

### 2.1 Gebruikte informatie

Van de prioritaire stoffen waarvoor tussen 2004 en 2006 een indicatief MTR (i.MTR) voor lucht is afgeleid, zijn de rapportageformulieren van de indicatieve afleiding doorgenomen en is er gekeken of er een humaan-toxicologische risicogrens voor inhalatietoxiciteit (TCA,  $CR_{inhalatie}$ , etc.) of orale toxiciteit (TDI, ADI, RfD) is gerapporteerd (zie 1.5). Deze informatie is vergeleken en aangevuld met de gegevens die recentelijk zijn verzameld voor de toxicologische evaluatie van grensmassastromen [24]. Hiervoor is onder meer gebruik gemaakt van humane risicogrenzen die in het verleden zijn afgeleid door het RIVM [25-28]. Voor een klein aantal stoffen was in de tussentijd een gedegen MTR voor lucht afgeleid. Daarnaast zijn databestanden met normen geraadpleegd via ITER [29], dat beschikbaar is via TOXNET [30]. ITER bevat ondermeer gegevens van de US EPA [31], de US Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR; [32]) en het International Programme on Chemical Safety van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO).

Voor het rapport over grensmassastromen zijn ook gegevens verzameld voor enkele ZZS waarvoor eerder nog geen indicatieve norm was vastgesteld. Dit gaat vooraal over specifieke verbindingen waarop een al bestaande norm voor een groep stoffen van toepassing is. Voor deze stoffen wordt nu ook een normvoorstel gepresenteerd. Zoals in 1.1 is aangegeven, worden ZZS geïdentificeerd aan de hand van een aantal criteria. Er worden verschillende informatiebronnen gebruikt, zoals de Classificatie en Labelling (C&L) inventaris<sup>3</sup> en stoffenlijsten onder verschillende internationale richtlijnen of verdragen. De naamgeving in die bronnen is niet een op een gelijk. Zo zijn "chrom(VI)-verbindingen met uitzondering van bariumchromaat" op basis van hun classificatie aangemerkt als ZZS, maar er zijn ook diverse individuele chrom(VI)-verbindingen die vanwege hun classificatie in de C&L inventaris gelden als ZZS. In dit geval kan de bestaande norm voor chrom ook worden gebruikt voor de verschillende individuele ZZS.

### 2.2 Afleiding van het indicatief MTR en VR voor lucht

Een bestaande TCA,  $CR_{inhalatie}$  of vergelijkbare waarde wordt rechtstreeks overgenomen als i-MTR voor lucht. Het i-VR wordt vervolgens afgeleid als 1/100 van het i-MTR. Het kan voorkomen dat er voor een stof zowel een TCA voor niet-carcinogene effecten beschikbaar is, als een  $CR_{inhalatie}$  voor carcinogene effecten. Alleen voor genotoxisch werkende carcinogenen wordt voor de GHL gerekend met de  $CR_{inhalatie}$ . Als er voor een genotoxische stof echter een TCA beschikbaar is die lager is dan de  $CR_{inhalatie}$  bij 1 op 10.000 per leven, wordt de TCA als GHL gebruikt [24].

Als er geen TCA,  $CR_{inhalatie}$  of vergelijkbare waarde bekend is, maar wel een orale risicogrens (TDI, ADI, RfD,  $CR_{oraal}$ , etc.), kan deze worden gebruikt om met *route-to-route* extrapolatie een GHL voor lucht af te leiden, rekening houdend met de voorwaarden die daarvoor zijn aangegeven in de huidige systematiek [11]. Extrapolatie tussen opnameroutes is niet geschikt voor stoffen die een lokaal effect veroorzaken dat afhankelijk is van de opnameroute. In het

<sup>3</sup> De C&L inventaris is een database die informatie bevat over de classificatie en etikettering van stoffen volgens de CLP Verordening 1272/2008/EC.

algemeen is *route-to-route* extrapolatie zinvol als er voor een stof geen inhalatiegegevens zijn omdat anders moet worden teruggevallen op een standaardwaarde [24]. Daarom wordt in concrete gevallen er vaak voor gekozen om de orale toxiciteitsgegevens te gebruiken voor het afleiden van i-MTRs voor lucht. De herberekening van orale toxiciteit naar inhalatietoxiciteit wordt uitgevoerd op basis van een lichaamsgewicht van 70 kg, een inhalatievolume van 20 m<sup>3</sup> per dag en 100% absorptie [33].

In formule:  $GHL_{\text{inhalatie}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = GHL_{\text{oraal}} (\mu\text{g}/\text{kg lg per dag}) \times 70 / 20$ .

## 3 Normvoorstellen per stof

### 3.1 Overzicht van nieuw afgeleide waarden

In Tabel 1 staan de voorstellen voor indicatieve normen samengevat voor de stoffen waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens voor inhalatie beschikbaar was of een GHL kon worden afgeleid via *route-to-route* extrapolatie op basis van orale toxiciteitsnormen. De stoffen zijn op alfabetische volgorde per stofgroep gerangschikt. Tabel 2 bevat de stoffen waarvoor in het verleden een gedegen luchtnorm is afgeleid door het RIVM. Deze gedegen MTR-waarden vervangen eventueel nog aanwezige i-MTRs. Voor twee stoffen, trichlooretheen en vinylchloride, wordt voorgesteld het huidige gedegen MTR te vervangen door een nieuwe waarde, op basis van eerdere aanbevelingen [5,34]. Tabel 3 bevat de stoffen waarvoor in Europees verband luchtnormen zijn voorgeschreven. Huidige i-MTRs waarvoor een Europese norm bestaat vervallen. In de paragrafen onder de tabellen staat een korte toelichting per stof(groep). In Bijlage 1 staan alle stoffen en stofgroepen met de nieuw voorgestelde normwaarden gesorteerd op naam en CAS-nummer. Voor 48 ZZS kon de huidige indicatieve luchtnorm niet direct worden vervangen door een nieuwe waarde, omdat er geen gepubliceerde humaan-toxicologische risicogrens beschikbaar is (zie 1.5). Deze stoffen staan in Bijlage 2.

*Tabel 1. Overzicht van huidige indicatieve MTR-waarden en nieuwe voorstellen voor indicatieve MTR en VR voor lucht voor ZZS waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens beschikbaar is. In lijn met de handreiking zijn de indicatieve normen zoveel mogelijk in twee significante cijfers gegeven. Waar nodig vermeldt de voetnoot op welke basis de norm is uitgedrukt.*

CAS	Naam	huidig	voorstel	
		i-MTR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	i-MTR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	i-VR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
metalen				
1304-56-9	berylliumoxide	-	0,02 <sup>a</sup>	0,00020
7440-41-7	beryllium en beryllium- verbindingen	-	0,02 <sup>a</sup>	0,00020
7758-01-2	kaliumbromaat	-	0,49 <sup>b</sup>	0,0049
10124-43-3	kobaltsulfaat	-	0,50 <sup>c</sup>	0,0050
7646-79-9	kobaltdichloride	-	0,50 <sup>c</sup>	0,0050
513-79-1	kobaltcarbonaat	-	0,50 <sup>c</sup>	0,0050
71-48-7	kobaltacetaat	-	0,50 <sup>c</sup>	0,0050
10141-05-6	kobaltnitraat	-	0,50 <sup>c</sup>	0,0050
chloorbenzenen				
87-61-6	1,2,3-trichloorbenzeen	3,86	50	0,50
120-82-1	1,2,4-trichloorbenzeen	10,3	50	0,50
108-70-3	1,3,5-trichloorbenzeen	9,24	50	0,50
608-93-5	pentachloorbenzeen	0,071	2,8	0,028
118-74-1	hexachloorbenzeen	$1,16 \times 10^{-4}$	0,75	0,0075

Tabel 1. (vervolg)

CAS	Naam	huidig	voorstel	
		i-MTR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	i-MTR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	i-VR [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
chloornaftalenen				
1321-65-9	trichloornaftaleen	$1,87 \times 10^{-3}$	1,0 <sup>d</sup>	0,010
1335-88-2	tetrachloornaftaleen	$7,46 \times 10^{-5}$		
1321-64-8	pentachloornaftaleen	$2,88 \times 10^{-5}$		
1335-87-1	hexachloornaftaleen	$5,05 \times 10^{-5}$		
2234-13-1	octachloornaftaleen	$1,64 \times 10^{-5}$		
32241-08-0	heptachloornaftaleen	$2,3 \times 10^{-5}$		
overige gehalogeneerde koolwaterstoffen				
100-44-7	chloormethylbenzeen (benzylchloride; alfa-chloortolueen)	$1,65 \times 10^{-5}$	2,8	0,028
87-68-3	hexachloorbutadien	$3,9 \times 10^{-3}$	5,0	0,050
32534-81-9	pentabroombifenylether	-	7,0	0,070
87-86-5	pentachloorfenol	$3,07 \times 10^{-5}$	11	0,11
98-07-7	trichloormethylbenzeen	$1,49 \times 10^{-4}$	0,028	0,00028
593-60-2	vinylbromide	10,4	3,0	0,030
bestrijdingsmiddelen				
309-00-2	aldrin	$3,63 \times 10^{-5}$	0,35	0,0035
57-74-9	chlooraan	$9,86 \times 10^{-4}$	0,020	0,00020
143-50-0	chloordecon	$2,16 \times 10^{-11}$	1,1	0,011
60-57-1	dieldrin	$5,22 \times 10^{-5}$	0,35	0,0035
50-29-3	DDT, 4,4'-isomeer	$4,32 \times 10^{-6}$	1,8	0,018
115-29-7	endosulfan	0,043	0,020	0,00020
72-20-8	endrin	$1,07 \times 10^{-4}$	0,70	0,0070
96-45-7	ethyleenthioureum (ETU)	$6,89 \times 10^{-9}$	18	0,18
76-44-8	heptachloor	$8,41 \times 10^{-5}$	0,50	0,0050
608-73-1	hexachloorcyclohexaan	$2,52 \times 10^{-5}$	0,20	0,0020
58-89-9	$\gamma$ -hexachloorcyclohexaan (lindaan)	$2,19 \times 10^{-4}$	0,14	0,0014
72-43-5	methoxychloor	0,019	18	0,18
2385-85-5	mirex	$5,73 \times 10^{-3}$	0,70	0,007
36643-28-4	tributyltin; tributyltin-kation	0,02	0,020 <sup>e</sup>	0,00020
	tributyltinverbindingen	-	0,020 <sup>e</sup>	0,00020
900-95-8	trifenylnitroacetaat	$3,72 \times 10^{-9}$	0,020 <sup>e</sup>	0,00020
76-87-9	trifenylnitrohydroxide (fentinhydroxide)	$1,31 \times 10^{-7}$	0,020 <sup>e</sup>	0,00020
1582-09-8	trifluraline	$2,62 \times 10^{-3}$	26	0,26
8001-35-2	toxafeen	$4,0 \times 10^{-6}$	0,070	0,00070

Tabel 1. (vervolg)

CAS	Naam	huidig	voorstel	
		i-MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	i-MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	i-VR [µg/m <sup>3</sup> ]
overige verbindingen				
117-81-7	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	7,24 x 10 <sup>-3</sup>	14	0,14
85-68-7	butylbenzylftalaat	1,75	1750	17,50
68-12-2	N,N-dimethylformamide	3,52 x 10 <sup>-4</sup>	30	0,30
110-80-5	2-ethoxyethanol	5,87 x 10 <sup>-3</sup>	200	2,0
109-86-4	2-methoxyethanol	0,0124	200	2,0
95-53-4	2-methylbenzeenamine (o-toluidine)	3,9 x 10 <sup>-4</sup>	32	0,32
121-14-2	2,4-dinitrotolueen	2,01 x 10 <sup>-6</sup>	7,0	0,070
606-20-2	2,6-dinitrotolueen	3,79 x 10 <sup>-5</sup>	0,35	0,0035
79-46-9	2-nitropropaan	0,044	20	0,20
55525-54-7	3,3'-(ureyleendi-methyleen)bis (3,5,5-trimethylcyclohexyl) diisocynaat	9,28 x 10 <sup>-8</sup>	0,050	0,00050
302-01-2	hydrazine	2,35 x 10 <sup>-5</sup>	0,070	0,00070

a: als beryllium; b: als bromaat; c: als kobalt; d: geldt voor de som van chloornaftalenen; e: geldt voor de som van organotinverbindingen

Tabel 2. Overzicht van huidige (indicatieve) MTR-waarden en nieuwe voorstellen voor gedegen MTR en VR voor lucht voor ZZS waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens beschikbaar is.

CAS	Naam	huidig	voorstel	
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	VR [µg/m <sup>3</sup> ]
107-13-1	acrylonitril	10	10	0,10
106-93-4	1,2-dibroomethaan	3,83 x 10 <sup>-5</sup>	0,20	0,0020
107-06-2	1,2-dichloorethaan (ethyleendichloride)	100	48	1
106-89-8	chloormethyloxiraan (epichloorhydrine)	0,189	80	0,80
1333-82-0	chrom(VI)oxide	-	0,0025 <sup>a</sup>	0,000025
18540-29-9	chrom(VI)-verbindingen	-	0,0025 <sup>a</sup>	0,000025
7738-94-5	chromzuur	-	0,0025 <sup>a</sup>	0,000025
14977-61-8	chromylchloride	-	0,0025 <sup>a</sup>	0,000025
7778-50-9	kaliumdichromaat	-	0,0025 <sup>a</sup>	0,000025
106-99-0	1,3-butadieen	0,03	3,0	0,030
75-21-8	ethyleenoxide (oxiraan)	3	3,0	0,030
91-94-1	3,3'-dichloorbenzidine	6,81 x 10 <sup>-9</sup>	0,020	0,00020
75-01-4	vinylchloride	100	3,6	0,036
79-01-6	trichlooretheen	5000	200	2,0

a: als chrom(VI)



Tabel 3. Stoffen waarvoor een Europese luchtnorm geldt.

CAS	Naam	huidig i-MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	EU- norm [µg/m <sup>3</sup> ]	Toelichting
1303-28-2	arseenpentoxide	-	0,006	streefwaarde As
1327-53-3	arseentrioxide	-	0,006	
7778-39-4	arseenzuur en-zouten	-	0,006	
7778-44-1	calciumarsenaat	-	0,006	
7784-40-9	loodarsenaat	-	0,006	
1335-32-6	loodacetaat	-	0,5	grenswaarde
301-04-2	looddiacetaat	-	0,5	Pb
	nikkel en nikkelverbindingen	-	0,02	streefwaarde Ni
14708-14-6	nikkelbis(tetrafluorboraat)	-	0,02	
12619-90-8	nikkelboride	-	0,02	
65229-23-4	nikkelboorfosfide	-	0,02	
1313-99-1	nikkeloxide	-	0,02	
16812-54-7	nikkelsulfide	-	0,02	
12007-00-0	dinikkelboride	-	0,02	
1314-06-3	dinikkeltrioxide	-	0,02	
13463-39-3	tetracarbonylnikkel	-	0,02	
	cadmium en cadmium- verbindingen	-	0,005	streefwaarde
7790-79-6	cadmiumfluoride	-	0,005	Cd
1306-23-6	cadmiumsulfide	-	0,005	
120-12-7	anthraceen	1,59	0,001	streefwaarde PAKs, gemeten als BaP
205-99-2	benzo[b]fluorantheen	$6,73 \times 10^{-6}$		
205-82-3	benzo[j]fluorantheen	$3,61 \times 10^{-6}$		
207-08-9	benzo[k]fluorantheen	$2,12 \times 10^{-6}$		
192-97-2	benzo[e]pyreen	$4,82 \times 10^{-7}$		
191-24-2	benzo[g,h,i]peryleen	$1,81 \times 10^{-4}$		
53-70-3	dibenzo[a,h]anthraceen	$2,25 \times 10^{-7}$		
192-65-4	dibenzo[a,e]pyreen	$3,23 \times 10^{-7}$		
189-64-0	dibenzo[a,h]pyreen	$2,71 \times 10^{-7}$		
189-55-9	dibenzo[a,i]pyreen	$9,67 \times 10^{-10}$		
191-30-0	dibenzo[a,l]pyreen	$3,00 \times 10^{-7}$		
206-44-0	fluorantheen	$1,21 \times 10^{-3}$		
193-39-5	indeno[1,2,3-cd]pyreen	$1,01 \times 10^{-6}$		

### 3.2 Metalen en metaalverbindingen

Hieronder worden luchtnormen voorgesteld voor een aantal metaalverbindingen. De genoemde normen zijn uitgedrukt op basis van het metaalion.

#### *kobalt*

Op de lijst van ZZS staan diverse kobaltverbindingen: kobaltsulfaat, kobaltdichloride, kobaltcarbonaat, kobaltacetaat en kobaltnitraat. Kobaltsulfaat en kobaltdichloride stonden ook op de "oude" prioritaire stoffenlijst, maar er zijn geen luchtnormen voor vastgesteld. Er is in 2001 een TCA voor kobalt afgeleid van  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25]. Deze is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht voor de als ZZS geïdentificeerde kobaltverbindingen. De norm is uitgedrukt als kobalt.

*beryllium*

Berylliumoxide en de stofgroep beryllium en berylliumverbindingen gelden als ZZS. Er is momenteel geen luchtnorm voor beryllium. De US EPA heeft een  $CR_{\text{inhalatie}}$  en TCA afgeleid van respectievelijk van 0,04 en 0,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [31]. De  $CR_{\text{inhalatie}}$  is gebaseerd op een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 per leven. De TCA is het laagste van deze twee en wordt voorgesteld als indicatief MTR voor beryllium en berylliumverbindingen.

*lood*

De stoffen loodacetaat en looddiacetaat zijn geïdentificeerd als ZZS. Er zijn momenteel geen MTRs voor deze afzonderlijke loodverbindingen op de website Risico's van Stoffen. Voor deze stoffen wordt verwezen naar de EU-grenswaarde voor lood van 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [21].

*arseen*

De volgende arseenverbindingen gelden als ZZS: arseenpentoxide, arseentrioxide, arseenzuur en -zouten, calciumarsenaat en loodarsenaat. Er zijn momenteel geen MTRs voor deze afzonderlijke stoffen op de website Risico's van Stoffen. Voor arseen zijn een MTR en VR van respectievelijk 0,5 en 0,005  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vermeld. Deze waarden stammen uit 1990 en staan vermeld in het overzicht van stoffen en normen uit 1999, beter bekend als het Groene Boekje [36]. Het MTR van 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  werd afgeleid in het RIVM Basisdocument voor arseen uit 1990 [37]. In het rapport over de 31 prioritaire stoffen [6] staat dat de factor 100 voor de streefwaarde moet worden overwogen. Die opmerking kwam voort uit de onderliggende discussie welk kankerrisico moet worden gehanteerd voor het MTR. In 2001 is er door het RIVM een luchtnorm afgeleid van 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [25], deze is opgenomen in de Circulaire bodemsanering [35]. De WHO heeft een *air quality guideline* van 0,00066  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid bij een kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven, dit zou overeenkomen met een waarde van 0,066  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bij 1 op 10.000 per leven [23]. Rekening houdend met deze WHO waarde heeft de EU voor arseen in lucht een streefwaarde van 0,006  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vastgesteld in Richtlijn 2004/107/EG [22]. Zoals aangegeven in paragraaf 1.7, is ervoor gekozen om aan te sluiten bij de EU-waarden en daarom wordt de EU-streefwaarde wordt gekozen als maatgevend. Voor loodarsenaat wordt eveneens verwezen naar de EU-streefwaarde voor arseen, omdat deze kritischer is dan de Europese grenswaarde voor lood.

*chrom*

De stoffen en groepen chroom(VI)oxide, chroom(VI)-verbindingen, chroomzuur, chromylchloride en kaliumdichromaat zijn aangemerkt als ZZS. Er is momenteel geen MTR lucht voor deze afzonderlijke chroomverbindingen. Er is wel een gedegen MTR lucht voor hexavalent chroom van 0,0025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , het VR is 0,000025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Het MTR is in 2001 door het RIVM gepubliceerd [25] en is gebaseerd op een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 voor chroom VI. De website Risico's van Stoffen vermeldt in een voetnoot bij het MTR en VR dat deze normen in herziening zijn, dit heeft te maken met de discussie over het te hanteren risiconiveau (zie 1.2.2). Voorstel is het MTR van 0,0025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  te laten gelden voor alle chroom(VI)verbindingen en de voetnoot te verwijderen.

*nikkel*

Onder de ZZS vallen de volgende stoffen en stofgroepen: nikkel en nikkelverbindingen, nikkelbis(tetrafluoroboraat), nikkelboride, nikkelboorfosfide, nikkelloxide, nikkelsulfide, dinikkelboride, dinikkeltrioxide en tetracarbonylnikkel. Er is momenteel geen MTR lucht voor de afzonderlijke nikkelverbindingen. Voor nikkel staan een MTR en VR op de website van respectievelijk 0,25 en

0,0025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze waarden zijn afkomstig uit het Groene Boekje [36], de herkomst is mogelijk een verkennend RIVM-rapport uit 1992 [38]. Het VR komt wel overeen met de norm van 0,0025  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  die door de WHO is afgeleid voor een kankerrisico van 1 op 1.000.000 [23]. In 2001 heeft het RIVM een luchtnorm voorgesteld van 0,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [25], die ook beschermend wordt geacht voor carcinogene effecten. Deze waarde is opgenomen in de Circulaire bodemsanering [35]. Op de website staat ook de EU-streefwaarde van 0,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [22]. Zoals aangegeven in paragraaf 1.7, is ervoor gekozen om aan te sluiten bij de EU-waarden. Voorstel is dan ook om deze laatste waarde als enige norm op de website te vermelden.

#### *cadmium*

De stoffen en stofgroepen cadmium en cadmiumverbindingen, cadmiumfluoride en cadmiumsulfide zijn geïdentificeerd als ZZS. Er is momenteel geen aparte norm voor cadmiumfluoride en -sulfide. Er is een EU-richtwaarde voor cadmium van 0,005  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Zoals eerder opgemerkt wordt aangesloten bij de EU-waarden en het voorstel is de EU-richtwaarde te laten gelden voor alle cadmiumverbindingen.

#### *kaliumbromaat*

Er is momenteel geen norm voor kaliumbromaat. Er is een RfD van 4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag afgeleid voor bromaat door de US EPA [31]. De ITER database geeft ook een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,014  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [29], deze is berekend op basis van de informatie in de evaluatie van de US EPA [31] uitgaande van een additioneel kankerrisico van 1 op 100.000 per leven. Met een risiconiveau van 1 op 10.000 per leven komt deze  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  overeen met een MTR voor lucht van 0,49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **3.3 Gehalogeneerde koolwaterstoffen**

#### *3.3.1 chloorbenzenen*

##### *1,3,5-trichloorbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is 9,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een TDI van 8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25] met een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van ca. 34%. Er is in 2001 ook een TCA van 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid voor trichloorbenzenen [25], maar omdat deze hoger is dan het met HUMANEX berekende MTR lucht, is daar niet voor gecorrigeerd. De TCA is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht.

##### *1,2,4-trichloorbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is 10,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], ook berekend op basis van een TDI van 8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25] en 40% blootstelling via lucht. De TCA van 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [25,35] wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht.

##### *1,2,3-trichloorbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is 3,86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], net als voor de andere trichloorbenzenen op basis van de TDI van 8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25]; de berekende blootstelling via lucht is 14% van het totaal. De TCA van 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [25,35] wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht.

##### *pentachloorbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is 0,071  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], afgeleid op basis van een TDI van 0,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg dag [25] en een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 4%. In de Circulaire Bodemsanering staat een TCA van 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [35]. Dit is de waarde voor de som van chloorbenzenen die in 1991 is afgeleid door het RIVM [39]. Bij de herziening in 2001 werden voor pentachloorbenzeen geen

nieuwe gegevens gevonden [25]. ITER [29] verwijst wel naar TDI's, maar die worden in de onderliggende rapporten niet genoemd. De US EPA geeft een RfD van 0,8 µg/kg lg [31], dit is dezelfde waarde die in de HUMANEX-afleiding is gebruikt. Deze laatste waarde wordt het meest betrouwbaar geacht en leidt met *route-to-route* extrapolatie tot een MTR voor lucht van 2,8 µg/m<sup>3</sup>.

#### *hexachloorbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,16 \times 10^{-4}$  µg/m<sup>3</sup> [4] op basis van een TDI van  $1,6 \times 10^{-3}$  µg/kg lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven (0,16 µg/kg lg per dag bij 1 op 10.000 per leven [25]). Lucht draagt voor ca. 5% bij aan de totale inname. Er is in 2001 een TCA van 0,75 µg/m<sup>3</sup> afgeleid [25], uitgaande van een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 per leven. Deze waarde is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht.

### 3.3.2

#### *chlooraftalenen*

Hieronder volgt een opsomming van de huidige MTR-waarden voor de afzonderlijke chlooraftalenen. In 2001 is een TCA afgeleid van 1 µg/m<sup>3</sup> voor de som van mono-, di-, tri- en tetrachlooraftalenen [25]. In de Circulaire Bodemsanering is deze echter van toepassing verklaard op de som van chlooraftalenen in het algemeen [35]. Voorstel is om deze lijn te volgen en de waarde van 1,0 µg/m<sup>3</sup> over te nemen als indicatief MTR voor de som van chlooraftalenen.

#### *trichlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,87 \times 10^{-3}$  µg/m<sup>3</sup> [4]. Voor de HUMANEX berekeningen is een TDI gebruikt van 0,02 µg/kg lg, deze TDI is bij gebrek aan gegevens berekend met een defaultwaarde van 1,5 pg per persoon per dag. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 4,7%.

#### *tetrachlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $7,46 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup> [4], eveneens op basis van de defaultwaarde van 1,5 pg per persoon per dag. De relatieve bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 5%.

#### *pentachlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,88 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup> [4], net als voor de andere chlooraftalenen berekend met de defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 12,5%.

#### *hexachlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $5,05 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup> [4], wederom op basis van een default TDI en 14,3% blootstelling via lucht.

#### *heptachlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,3 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup> [4], berekend met de default TDI. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 12,2%.

#### *octachlooraftalenen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,64 \times 10^{-5}$  µg/m<sup>3</sup> [3]. De default is hier omgerekend naar 0,021 µg/kg lg per dag en de bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 10,6%.

### 3.3.3 Overige gehalogeneerde koolwaterstoffen

#### *1,2-dibroomethaan*

De huidige indicatieve norm is  $3,83 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De herkomst van dit getal is niet duidelijk [5]. De stof hoort bij de groep van stoffen waarvoor in 2007 gedegen normen zijn afgeleid, omdat er verschillen waren geconstateerd tussen de indicatieve normen van RIVM en het toenmalige RIZA (nu Rijkswaterstaat/WVL). Het normvoorstel uit 2007 is  $0,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [40], gebaseerd op een evaluatie door de US EPA uit 2004. Deze waarde geldt voor een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven. Omdat voor het MTR een kankerrisiconiveau van 1 op 10.000 per leven wordt gehanteerd, is het in 2007 voorgestelde gedegen MTR met een factor 100 verhoogd tot  $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *1,2-dichloorethaan (ethyleen dichloride)*

Op de website staan momenteel een gedegen MTR van  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en VR van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Het MTR komt uit het Groene Boekje [36], maar de herkomst van deze waarde is niet duidelijk. Het VR is waarschijnlijk bepaald door de achtergrondconcentratie [5,25]. De website Risico's van Stoffen vermeldt in een voetnoot bij het MTR en VR dat deze normen in herziening zijn. In het rapport "Luchtnormen geordend" [5] wordt verwezen naar de humaan-toxicologische risicogrens die het RIVM in 2001 (opnieuw) heeft vastgesteld op  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25]. Deze waarde geldt voor een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling [25] en staat ook in de Circulaire Bodemsanering [35]. Met deze waarde voor het MTR zou het VR uitkomen op  $0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In de evaluatie van 2001 worden achtergrondconcentraties vermeld van  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor binnenlucht en  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor buitenlucht; dit zijn gegevens uit 1989 afkomstig uit een rapport van de IPCS [41]. Er wordt opgemerkt dat deze concentraties waarschijnlijk lager zijn geworden, omdat een van de voornaamste emissiebronnen, loodhoudende benzine, niet meer wordt gebruikt [25]. In een evaluatie voor de OECD uit 2002 wordt gemeld dat de stof mogelijk wordt gebruikt in vliegtuigbrandstof, maar er waren geen recentere monitoringsgegevens [42]. Voorstel is om het VR voorlopig te handhaven op  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en het gedegen MTR lucht vast te stellen als  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dit is ongeveer een factor 2 lager dan het huidige MTR.

#### *chloormethylbenzeen (benzylchloride, alfa-chloortolueen)*

De huidige indicatieve norm is  $1,65 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $6 \times 10^{-6} \text{ mg}/\text{kg lg per dag}$  bij een kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven (berekend met gegevens uit [31]). Lucht draagt voor 81% bij aan de totale blootstelling. In RIVM rapport 601714016 [43] kon geen gedegen MTR voor lucht worden afgeleid. Wel is er een indicatieve risicogrens voor inhalatie afgeleid van  $28 \text{ ng}/\text{m}^3$  op basis van bovengenoemde  $\text{CR}_{\text{oraal}}$ , waarbij de aanname is gedaan dat de absorptie bij inhalatie 75% is van die bij orale blootstelling [43]. De overeenkomstige waarde bij een kankerrisico van 1 op 10.000 is  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze waarde wordt voorgesteld als indicatief MTR voor lucht.

#### *chloormethyloxiraan (epichloorhydrine)*

De huidige indicatieve norm is  $0,189 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , afkomstig van het toenmalige RIZA. In 2007 is voor deze stof een gedegen MTR afgeleid. Het normvoorstel uit 2007 is  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [40]. Deze waarde is gebaseerd op een evaluatie door de US EPA uit 1994 [31], uitgaande van een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000. Omdat voor het MTR een kankerrisiconiveau van 1 op 10.000 wordt gehanteerd, is het normvoorstel uit 2007 met een factor 100 naar boven aangepast naar  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*hexachloorbutadieen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,9 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4]. Deze waarde is berekend vanuit een TDI van  $0,013 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven [31]. Lucht draagt voor 37% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. De US EPA heeft een  $\text{CR}_{\text{inhalatie}}$  van  $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [31] voor een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 per leven. Deze waarde wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

*pentabroombifenylother*

Er is momenteel geen luchtnorm voor pentabroombifenylother. De US EPA heeft een orale RfD van  $2 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg afgeleid [31]. Omgerekend levert dit een indicatief MTR lucht van  $7,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*pentachloorfenol*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,07 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een TDI van  $1 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [32]. Lucht draagt voor 0,13% bij aan de totale blootstelling. In 2001 is een TDI afgeleid van  $3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg [25], deze is ook opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35]. Op basis van deze waarde wordt een MTR voor lucht voorgesteld van  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*trichlooretheen*

Op de website staan momenteel een gedegen MTR van  $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en een VR van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze normen zijn afkomstig uit het Groene Boekje [36], maar de herkomst is niet duidelijk [5]. De website Risico's van Stoffen vermeldt in een voetnoot bij het MTR en VR dat deze normen in herziening zijn, dit vanwege de aanbeveling in het rapport "Luchtnormen geordend" [5] om de TCA van  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uit 2001 [25] te gebruiken. Deze waarde is ook opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als nieuw gedegen MTR voor lucht. Dit is een factor 250 lager dan de huidige norm.

*trichloormethylbenzeen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,49 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], op basis van een TDI van  $8,0 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven. De TDI is berekend op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $8,0 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg bij een toegevoegd kankerrisico van 1 op 100.000 per leven [31]. Lucht draagt voor 54% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Bij een risiconiveau van 1 op 10.000 per leven is de  $\text{CR}_{\text{oraal}}$   $0,008 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag. Dit levert een indicatief MTR voor lucht van  $0,028 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*vinylbromide (broomethyleen)*

Het huidige indicatieve MTR is  $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een orale TDI van  $3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag. In het rapportageformulier staat echter alleen een inhalatoire RfC van  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mogelijk is hier een fout gemaakt. Lucht draagt voor 99,5% bij aan de totale blootstelling. De RfC van  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  is afkomstig van de US EPA [31] en deze waarde wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht. Dit is een factor 3 lager dan de huidige norm.

*vinylchloride (chloorethyleen)*

Op de website staat nu een MTR van  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en VR van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uit het Groene Boekje [36]. Het MTR is indertijd vastgesteld op basis van een uit epidemiologische gegevens berekend risico, uitgaande van een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling [39]. In 2001 is een

nieuwe norm van  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid op basis van carcinogeniteit in proefdieren en extrapolatie naar een additioneel kankerrisico van 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling voor mensen [25]. Deze waarde is ook beschermend voor niet-carcinogene effecten en is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35]. In 2009 is op basis van deze waarde een gedegen MTR voorgesteld van  $0,036 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , uitgaande van een kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven [34]. Omdat voor het MTR een kankerrisiconiveau van 1 op 10.000 wordt gehanteerd, is het voorstel om de waarde van  $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  te gebruiken. Dit is bijna 30 keer lager dan de huidige norm.

### 3.4 Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

Hieronder volgt een opsomming van de huidige MTR-waarden voor de afzonderlijke PAKs. Voor PAKs geldt een Europese richtwaarde van  $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gemeten als benz[a]pyreen [22]. Zoals aangegeven in paragraaf 1.7, is ervoor gekozen om aan te sluiten bij de EU-waarden. Voorstel is dan ook om voor alle PAKs deze waarde als enige norm op de website te vermelden.

#### *anthraceen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], berekend op basis van een TDI van  $40 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 3,7%.

#### *benzo[j]fluorantheen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,61 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,98%.

#### *benzo[b]fluorantheen*

Het huidige indicatieve MTR is  $6,73 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , de herkomst is niet duidelijk.

#### *benzo[k]fluorantheen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,12 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een TDI van  $0,05 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 0,07%.

#### *benzo[e]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $4,82 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,13%.

#### *benzo[g,h,i]peryleen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,81 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een TDI van  $30 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25] en een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,03%.

#### *dibenzo[a,h]-anthraceen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,25 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,01%.

#### *dibenzo[a,e]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,23 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,007%.

*dibenzo[a,h]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,71 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,004%.

*dibenzo[a,i]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $9,67 \times 10^{-10} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,08 ng/kg lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven (Amerikaanse gegevens). De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 0,004%.

*dibenzo[a,l]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,00 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend op basis van een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een berekende bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,008%.

*fluorantheen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,21 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerisico van 1 op 1.000.000 per leven (50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij 1 op 10.000 [25]). Lucht draagt voor 2,8% bij aan de totale blootstelling.

*indeno[1,2,3-cd]pyreen*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,01 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerisico van 1 op 1.000.000 per leven (5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij 1 op 10.000 [25]). De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 0,003%.

### 3.5 Bestrijdingsmiddelen

*aldrin*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,63 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een TDI van 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25]. Lucht draagt voor 16% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Op basis van bovengenoemde TDI is in 2001 een TCA van 0,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [25]. Zowel de TDI als de TCA gelden voor de som van aldrin en dieldrin, maar ook voor de afzonderlijke stoffen [25]. De TCA van 0,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als indicatief MTR voor lucht.

*chloordaan*

Het huidige indicatieve MTR is  $9,86 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], berekend op basis van een TDI van 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag die in 1995 is afgeleid door het RIVM [27]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 10,8%. In de rapportage wordt ook de TCA van 0,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  uit 1995 genoemd [27]. Ook wordt een RfC van 0,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  van de US EPA geciteerd. Beide waarden zijn hoger dan het met HUMANEX berekende MTR voor lucht op basis van de TDI en er is geen correctie uitgevoerd. Volgens het rapportageformulier is de RfC van de US EPA beter onderbouwd dan de eerdere RIVM-waarde, maar beide zijn gebaseerd op dezelfde studie. De TCA staat ook in de Circulaire Bodemsanering [35] en de waarde van 0,020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.



*chloordecon*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,16 \times 10^{-11} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], uitgaande van een TDI van  $1,3 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag en een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 0,08%. De TDI is berekend uit een Amerikaanse drinkwaternorm van  $4,4 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{L}$  bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven (Hazardous Substances Databank, via [30]). ITER [29] vermeldt een chronische orale norm van  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag van de ATSDR [32], een RfD van  $0,3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg en een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $0,001 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag, beide op basis van gegevens van de US EPA [31]. Omdat de stof als niet-genotoxisch wordt beschouwd wordt de RfD gebruikt voor *route-to-route* berekening. Dit geeft een indicatief MTR lucht van  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*dieldrin*

Het huidige indicatieve MTR is  $5,22 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], berekend op basis van een TDI van  $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25] en een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 4,6%. Op basis van bovengenoemde TDI is in 2001 ook een TCA afgeleid van  $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25], zowel de TDI als de TCA gelden voor de som van aldrin en dieldrin, maar ook voor de afzonderlijke stoffen. De TCA van  $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

*endosulfan*

Het huidige indicatieve MTR is  $0,043 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], deze waarde is berekend met een TDI van  $0,006 \text{mg}/\text{kg}$  lg per dag die in 1995 door het RIVM is afgeleid [27]. Deze waarde is ook opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 1,1%. ITER [29] meldt een TDI van  $0,002 \text{mg}/\text{kg}$  lg per dag op basis van een evaluatie van de ATSDR uit 2000, de ATSDR zelf meldt in de lijst met normen van juli 2013 een waarde van  $0,005 \text{mg}/\text{kg}$  lg [32]. Dit is vrijwel gelijk aan de waarde van  $0,006 \text{mg}/\text{kg}$  lg per dag die eerder is gebruikt. Ook de JMPR geeft een ADI van  $0,006 \text{mg}/\text{kg}$  lg per dag [44]. Met deze waarde wordt het indicatieve MTR voor lucht via *route-to-route* extrapolatie  $0,020 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

*endrin*

Het huidige indicatieve MTR is  $1,07 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], gebaseerd op de TDI van  $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag die in 2001 door het RIVM is afgeleid [25]. Lucht draagt voor 2% bij aan de totale blootstelling. Er is in 2001 op basis van de TDI ook een TCA afgeleid van  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25]. Deze is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en de waarde van  $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR lucht.

*ethyleanthioureum (ETU)*

Het huidige indicatieve MTR is  $6,89 \times 10^{-9} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een RfD van  $0,08 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag, afkomstig van de US EPA [31]. ETU is een metaboliet van dithiocarbamaten zoals maneb, mancozeb en zineb. In 2001 is voor maneb een TCA voorgesteld van  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25]. Deze waarde is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR lucht voor ETU.

*DDT, 4,4'-isomeer*

Het huidige indicatieve MTR is  $4,32 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een TDI van  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag die in 2001 is afgeleid [25]. Lucht draagt voor 2,6% bij aan de blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. De TDI van  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag is opgenomen in de Circulaire Bodemsanering [35]. Op

basis van deze waarde wordt via *route-to-route* extrapolatie een MTR voor lucht berekend van  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *heptachloor*

Het huidige indicatieve MTR is  $8,41 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], uitgaande van een TDI van  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag van de US EPA [31]. Lucht draagt voor 10% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Er is een voorlopige TCA beschikbaar van  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uit 1995, afgeleid door het RIVM [20]. Deze TCA staat ook in de Circulaire Bodemsanering [25] en de waarde van  $0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *hexachloorcyclohexaan (HCH)*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,52 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4]. De US EPA heeft in 1993 een  $\text{CR}_{\text{inhalatie}}$  van  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid voor technisch HCH [31]. In de Circulaire Bodemsanering [35] staat een waarde van  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor de som van HCH, waarschijnlijk op basis van de evaluatie uit 2001 [25]. Deze waarde wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *$\gamma$ -hexachloorcyclohexaan ( $\gamma$ -HCH, lindaan)*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,19 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3]. Uitgangspunt was een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $0,00056 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven ( $5,6 \times 10^{-6} \text{mg}/\text{kg}$  lg per dag bij 1 op 100.000 per leven [29]). Lucht draagt voor 33% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Er is in 2001 een TCA afgeleid van  $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [25]. Deze waarde staat ook in de Circulaire Bodemsanering [35] en wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *methoxychloor*

Het huidige indicatieve MTR is  $0,019 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], uitgaande van een RfD van  $5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag de US EPA [31]. De ASTDR geeft dezelfde waarde op basis van een andere studie [32]. Lucht draagt voor 13% bij aan de totale blootstelling. De waarde van  $5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag geeft omgerekend een indicatief MTR voor lucht van  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *mirex*

Het huidige indicatieve MTR is  $5,73 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], op basis van een RfD van de US EPA van  $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [31]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 17%. ITER [29] meldt ook een chronische orale grenswaarde van  $0,8 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag van de ATSDR [32]. Met deze laatste waarde wordt het nieuwe indicatieve MTR voor lucht  $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *organotinverbindingen*

De volgende verbindingen zijn geïdentificeerd als ZZS: tributyltin-kation, tributyltin-verbindingen, trifenylnacetaat en trifenylnhydroxide (fentinhydroxide).

Het huidige indicatieve MTR voor tributyltin is  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , uitgedrukt als tributyltinoxide [3]. Het MTR is gelijkgesteld aan de TCA die in 1995 door het RIVM is afgeleid [27], omdat het met HUMANEX berekende MTR voor lucht hoger was dan deze waarde. De TCA van  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  staat ook in de Circulaire Bodemsanering [35].

Het huidige indicatieve MTR voor trifenylacetaat is  $3,72 \times 10^{-9} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], in het rapportageformulier wordt een TDI vermeld van  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag op basis van gegevens van de ATSDR [32]. Lucht draagt voor 1,3% bij aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route.

Voor trifenyltinhydroxide (fentinhydroxide) geldt een indicatief MTR voor lucht van  $1,31 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4]. In het rapportageformulier wordt een orale risicogrens van  $0,02 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag vermeld, in de tabel met HUMANEX-berekeningen staat echter een TDI van  $3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag, mogelijk is dit een fout. De bijdrage van lucht aan de totale opname is 2,3%. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route.

Bij updates voor organotinverbindingen waren er geen nieuwe gegevens beschikbaar en is alleen een nieuwe TDI van  $0,25 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg voorgesteld. In navolging van EFSA [45] is deze groepsnorm van toepassing op de som van dibutyl-, tributyl- en trifenyltinverbindingen. De waarde van  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werd opnieuw vermeld als indicatieve TCA [26,28]. Voor het indicatieve MTR lucht wordt de voorkeur gegeven aan deze waarde voor inhalatie boven de omrekening van een orale TDI naar een MTR voor lucht. In lijn met de benadering van EFSA wordt de waarde van  $0,020 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voorgesteld als indicatief MTR voor de som van organotinverbindingen.

#### *toxafeen*

Het huidige indicatieve MTR is  $4,0 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $9,1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven. Uitgangspunt hiervoor is de waarde in ITER van  $9,1 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij 1 op 100.000 per leven [29], berekend op basis van gegevens van de US EPA [31]. Lucht levert een bijdrage van 90% aan de totale blootstelling. Er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Voor toxafeen is in 2006 een RfD voorgesteld van  $0,02 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [46]. Omdat de stof als niet-genotoxisch wordt beschouwd, kan deze waarde worden gebruikt voor *route-tot-route* berekening. De berekende waarde van  $0,070 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *trifluraline*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,62 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een  $\text{C}_{\text{oraal}}$  van  $0,13 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 6,4% en er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. ITER [29] meldt een RfD van  $7,5 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag en een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $1,3 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag (1 op 100.000; dit is de waarde die ook in de indicatieve afleiding is gebruikt). Beide waarden zijn gebaseerd op gegevens van de US EPA. Omdat de stof is niet genotoxisch is [31], wordt de RfD gebruikt voor *route-to-route* omrekening. Dit leidt tot een indicatief MTR voor lucht van  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **3.6 Overige organische verbindingen**

#### *acrylonitril*

Op de website staat nu een gedegen MTR van  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en een VR van  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze waarden zijn afkomstig uit het Groene Boekje [36]. Het MTR is afgeleid in 1995 en is gebaseerd op een additioneel kankerrisico van 1 op

10.000 bij levenslange blootstelling [27]. De stof is opnieuw beoordeeld in 2009 op basis van een Europese evaluatie. Hierbij is een gedegen MTR voor lucht afgeleid van  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , gebaseerd op een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven [47]. Teruggerekend naar 1 op 10.000 komt het normvoorstel uit 2009 overeen met  $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aan deze waarde ligt dezelfde studie ten grondslag die in 1995 is gebruikt, het verschil heeft waarschijnlijk te maken met afronding. Voorstel is om de huidige normen te handhaven.

#### *bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)*

Het huidige indicatieve MTR is  $7,24 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3] op basis van een TDI van  $4 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [25]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 10,6%. In de Circulaire Bodemsanering staat voor deze stof een waarde van  $25 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag [35], maar dit is waarschijnlijk de waarde die in het rapport uit 2001 voor de som van ftalaten staat vermeld [25]. Op basis van de TDI van  $4 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag wordt een indicatief MTR lucht voorgesteld van  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *1,3-butadieen*

Het huidige gedegen MTR voor 1,3-butadieen is  $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , er is geen VR beschikbaar. Het gedegen MTR komt uit RIVM rapport 601782014 [48]. In dat rapport wordt wel een VR genoemd ( $3 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Het MTR is overgenomen van de US EPA en is gebaseerd op een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven. Omdat voor het MTR een kankerrisiconiveau van 1 op 10.000 per leven wordt gehanteerd, is het voorstel om de norm uit 2009 met een factor 100 naar boven aan te passen tot  $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en het VR toe te voegen.

#### *butylbenzylftalaat*

Het huidige indicatieve MTR voor lucht is  $1,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3], berekend op basis van een TDI van  $500 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag die in 2001 is afgeleid [25]. Lucht draagt voor 7,2% bij aan de totale blootstelling. Op basis van de TDI wordt een indicatief MTR voor lucht voorgesteld van  $1750 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *3,3'-dichloorbenzidine*

Het huidige indicatieve MTR is  $6,81 \times 10^{-9} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De herkomst van dit getal is niet duidelijk. De stof hoort bij de groep van stoffen waarvoor in 2007 gedegen normen zijn afgeleid, omdat er verschillen waren geconstateerd tussen de indicatieve normen van RIVM en het toenmalige RIZA (nu Rijkswaterstaat/WVL). Het gedegen normvoorstel uit 2007 is  $2,0 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [40]. Deze waarde is gebaseerd op een evaluatie voor benzidine door de US EPA uit 1991. Voor deze stof is een  $\text{CR}_{\text{inhalatie}}$  van  $2,0 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid op basis van een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000. Omdat 3,3'-dichloorbenzidine 10 maal minder potent is, werd de Amerikaanse norm voor benzidine met een factor 10 verhoogd. Omdat voor het MTR een kankerrisiconiveau van 1 op 10.000 per leven wordt gehanteerd, is het voorstel uit 2007 met een factor 100 naar boven aangepast tot  $0,020 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *N,N-dimethyl-formamide*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,52 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een defaultwaarde voor humane toxiciteit. Lucht draagt voor 0,9% bij aan de totale blootstelling. De US EPA heeft een TCA van  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [31], die ook in het rapportageformulier wordt genoemd. Deze TCA wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *2-ethoxyethanol*

Het huidige indicatieve MTR is  $5,87 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een defaultwaarde voor humane toxiciteit. Lucht draagt voor 14,2% bij aan de totale

blootstelling. De US EPA heeft een TCA van 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [31]. Deze TCA wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

#### *ethyleenoxide (oxiraan)*

Het huidige MTR is 3,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en het VR is 0,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Er zijn voor deze stof geen nieuwe gegevens beoordeeld, het MTR en VR kunnen worden gehandhaafd.

#### *2-methoxyethanol*

Het huidige indicatieve MTR is 0,0124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een defaultwaarde voor humane toxiciteit en een bijdrage van lucht aan de totale blootstelling van 19%. De US EPA heeft een TCA van 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [31]. Deze TCA wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR.

#### *2-methylbenzeenamine; o-toluidine; 2-aminotolueen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,9 \times 10^{-4}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een TDI van 0,02  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag. Waarschijnlijk is dit de defaultwaarde voor humane toxiciteit. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 1,5% en er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. ITER [29] geeft een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag, afkomstig van NSF International. Deze waarde geldt bij een additioneel kankerrisico van 1 op 100.000 per leven. Bij een risiconiveau van 1 op 10.000 per leven is dit 9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg. Op basis hiervan wordt een MTR lucht voorgesteld van 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *2,4-dinitrotolueen*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,01 \times 10^{-6}$  [4] op basis van een RfD van 0,002 mg/kg lg per dag van de US EPA [31]. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 0,44% en er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Op basis van de RfD is het voorgestelde MTR lucht 7,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *2,6-dinitrotolueen*

Het huidige indicatieve MTR is  $3,79 \times 10^{-5}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4] op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $1,47 \times 10^{-3}$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een toegevoegd kankerrisico van 1 op 1.000.000 per leven voor een mengsel van 2,4- en 2,6-dinitrotolueen. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 0,81%. Volgens het rapportageformulier is de  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  afkomstig van de US EPA [31], maar ITER [29] geeft op basis van de US EPA data een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van 0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 100.000 per leven. Bij een risiconiveau van 1 op 10.000 per leven is dit 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag, dit levert een MTR lucht van 0,35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *2-nitropropaan*

Het huidige indicatieve MTR is 0,044  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een defaultwaarde voor humane toxiciteit. Lucht draagt voor 63% bij aan de totale blootstelling. De US EPA heeft een TCA van 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afgeleid [31]. Deze TCA wordt voorgesteld als nieuw indicatief MTR voor lucht.

### 3.7

#### **Overige verbindingen**

##### *3,3'-(ureyleendi-methyleen)bis(3,5,5-trimethylcyclohexyl)diisocyaanat*

Het huidige indicatieve MTR is  $9,28 \times 10^{-8}$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], berekend met een defaultwaarde voor humane toxiciteit. Lucht draagt voor 0,003% bij aan de totale blootstelling. Deze stof kan worden behandeld als een diisocyaanat. Voor tolueendiisocyaanat is door de OEHA een *Reference Exposure Level* (TCA)

afgeleid van  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [49]. Omgerekend naar deze stof komt dit overeen met  $0,050 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze waarde wordt voorgesteld als indicatief MTR lucht.

*hydrazine*

Het huidige indicatieve MTR is  $2,35 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], op basis van een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $3,3 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag bij een additioneel kankerrisico van 1 op 1.000.000. De bijdrage van lucht aan de totale blootstelling is 12% en er is een correctie uitgevoerd omdat het MTR voor water op basis van ecotoxicologie lager was dan dat voor de humane route. Volgens het rapportageformulier is de  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  afkomstig van de US EPA [31], maar ITER [29] geeft een  $\text{CR}_{\text{oraal}}$  van  $0,002 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag uitgaande van een evaluatie van de US EPA [31]. Deze waarde geldt bij een additioneel kankerrisico van 1 op 100.000 per leven. Bij een risiconiveau van 1 op 10.000 per leven is dit  $0,02 \mu\text{g}/\text{kg}$  lg per dag. *Route-to-route* omrekening van deze dosis leidt tot een concentratie in lucht van  $0,070 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Deze waarde wordt voorgesteld als indicatief MTR voor lucht.



## 4 Samenvatting en conclusies

Dit rapport bevat voorstellen voor luchtnormen voor Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). Voor een groot deel van deze stoffen waren de bestaande indicatieve luchtnormen afgeleid met een methode (HUMANEX) die nu niet meer wordt toegepast. Voor een aantal andere ZZS was er onduidelijkheid over de norm of was er nog geen norm beschikbaar en in een enkel geval was er in de afgelopen jaren een gedegen norm afgeleid die nog niet officieel is vastgesteld. De waarden voor het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) en Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR) in dit rapport zijn gebaseerd op bestaande humaan-toxicologische risicogrenzen voor inhalatie, of berekend vanuit risicogrenzen voor orale opname. Vrijwel alle voorgestelde nieuwe normen zijn (ruim) hoger dan de bestaande waarden. Voor vijf stoffen (endosulfan, vinylbromide, vinylchloride, 1,2-dichloorethaan en trichlooretheen) is de nieuwe waarde lager. Voor endosulfan en vinylbromide komt dit enkel doordat de in het verleden gebruikte invoergegevens zonder HUMANEX tot een andere uitkomst leiden. Voor vinylchloride, 1,2-dichloorethaan en trichlooretheen is de herkomst van de huidige normen niet duidelijk en zijn beter onderbouwde waarden beschikbaar. Voor arseen-, lood-, nikkel- en cadmiumverbindingen en voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) wordt voorgesteld de Europese richt- of grenswaarde als norm te hanteren. Voor 48 ZZS kan de huidige indicatieve luchtnorm niet direct worden vervangen door een nieuwe waarde, omdat er geen gepubliceerde humaan-toxicologische risicogrenzen beschikbaar is. Voor deze stoffen kan een norm worden afgeleid wanneer daar vanwege vergunningverlening behoefte aan is.

De normvoorstellen in dit rapport zijn besproken in de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht en worden voorgelegd aan de Stuurgroep normstelling water en lucht. De Stuurgroep is verantwoordelijk voor de formele vaststelling van milieukwaliteitsnormen.



## Dankwoord

De auteurs bedanken René van Herwijnen en Paul Janssen voor aanvullingen en correcties en de leden van de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht voor hun commentaar op eerdere versies van het rapport.

## Literatuur

1. IenM. 2011. Voortgang beleid t.a.v. Prioritaire Stoffen in Nederland. Brief van de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer, 29 juni 2011.
2. De Poorter LRM, Hogendoorn EA, Luit RJ. 2011. Criteria voor Zeer Zorgwekkende Stoffen. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601357004.
3. Hansler RJ, Fleuren RHLJ, Heugens EHW, Janssen PJCM, Posthumus R, Smit CE. 2007. Indicatieve milieukwaliteitsnormen 2005-2006. Overzicht van in 2005 en 2006 door het RIVM afgeleide indicatieve milieukwaliteitsnormen voor stoffen. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601570001.
4. Hansler RJ, Van Herwijnen R, Posthumus R. 2008. Indicatieve milieukwaliteitsnormen voor prioritaire stoffen 2004. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782012.
5. De Jong FMW, Janssen PJCM. 2010. Luchtnormen geordend. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782026.
6. De Jong FMW, Janssen MPM. 2011. Luchtnormen voor 31 prioritaire stoffen. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601357003.
7. VROM. 1999. Environmental risk limits in the Netherlands. A review of environmental quality standards and their policy framework in the Netherlands, 627. Den Haag, Nederland. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.
8. VROM. 2004. (Inter)nationale Normen Stoffen. Den Haag, Nederland. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.
9. Tweede Kamer der Staten-Generaal. Nationaal Milieubeleidsplan (NMP). Notitie "Omgaan met risico's". Vergaderjaar 1988-1989. 21 137, nummer 5.
10. EC. 2011. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27. Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Brussel, België. Europese Commissie. Rapport Technical Report - 2011 - 055.
11. Van Herwijnen R, Janssen PJCM, Haverkamp THA, De Poorter LRM. 2009. Handreiking voor de afleiding van indicatieve milieurisicogrenzen (Interimversie 2009). Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782025.
12. Van Vlaardingen PLA, Verbruggen EMJ. 2007. Guidance for the derivation of environmental risk limits within the framework of 'International and national environmental quality standards for substances in the Netherlands' (INS). Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782001.
13. Bontje D, Traas TP, Mennes WC. 2005. A human exposure model to calculate harmonized risk limits. Model description and analysis. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601501022.
14. Hansler RJ, Traas TP, Mennes WC. 2006. Handreiking voor de afleiding van indicatieve milieukwaliteitsnormen. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601503024.

15. Schuur AG, Van Engelen JGM, Delmaar JE. 2009. Geaggregeerde blootstelling. Gebruik in verschillende kaders en mogelijkheden. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 320015002.
16. US EPA. 2001. General Principles For Performing Aggregate Exposure And Risk Assessments. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs  
<http://www.epa.gov/oppfead1/trac/science/aggregate.pdf>.
17. Traas TP, Bontje DM. 2005. Environmental Risk Limits for alcohols, glycols, and some other relatively soluble and/or volatile compounds. 2. Integration of human and ecotoxicological risk limits. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601051027.
18. WHO. 2011. Guidelines for drinking-water quality, fourth edition 2011. Geneva, Switzerland. World Health Organization.
19. De Jong FMW, Posthuma-Doodeman CJAM, Verbruggen EMJ. 2007. Ecotoxicologically based environmental risk limits for several volatile aliphatic hydrocarbons. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782002.
20. EC. 1996. Richtlijn 96/62/EG van de Raad van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit.
21. EC. 1999. Richtlijn 1999/30/EG van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht.
22. EC. 2004. Richtlijn 2004/107/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 december 2004 betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht.
23. WHO. 2000. WHO air quality guidelines for Europe, 2nd edition. Copenhagen, Denmark. World Health Organization Regional Office for Europe.
24. Van Herwijnen R, Janssen MPM. 2013. Toxicological evaluation of mass flow limits for air emissions of substances of very high concern. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601357014.
25. Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJCM, Hesse JM, Van Apeldoorn ME, Meijerink MCM, Verdam L, Zeilmaker MJ. 2001. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM rapport. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 711701025.
26. Brand E, Bogte J, Baars BJ, Janssen PJCM, Tiesjema G, van Herwijnen R, van Vlaardingen PLA, Verbruggen EMJ. 2011. Proposal for Intervention Values soil and groundwater for the 2nd, 3rd and 4th series of compounds. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 607711006.
27. Janssen PJCM, Van Apeldoorn ME, Van Koten-Vermeulen JEM, Mennes WC. 1995. Human-Toxicological Criteria for Serious Soil Contamination: Compounds evaluated in 1993 & 1994. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 715810009.
28. Tiesjema G, Baars AJ. 2009. Re-evaluation of some human toxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 711701092.
29. ITER. 2013. International Toxicity Estimates for Risk (ITER). Available via TOXNET. <http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>.

30. US-NLM. 2013. TOXNET - Database on toxicology, hazardous chemicals, environmental health, and toxic releases. Bethesda, USA. US - National Library of Medicine.
31. US EPA. 2013. Integrated Risk Information System (IRIS). Accessed 2013. <http://www.epa.gov/iris/>.
32. ATSDR. 2014. Toxic substances portal. Buford. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
33. ECHA. 2012. Guidance on information requirements and chemical safety assessment - Part E: Risk Characterisation. Helsinki, Finland. European Chemicals Agency. Rapport ECHA-12-G-16-EN.
34. Fleuren RHL, Janssen PJCM, De Poorter LRM. 2009. Environmental risk limits for twelve volatile aliphatic hydrocarbons. An update considering human-toxicological data. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782013.
35. IenM. 2013. Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013. Staatscourant 16675.
36. VROM-DGM. 1999. Stoffen en Normen, Overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid. Alphen aan den Rijn, Nederland. Samson. Rapport 90 6092 802 4.
37. Slooff W, Haring BJA, Hesse JM, Janus JA, Thomas R, van Beelen P, de Boer JLM, Boumans LJM, Buijsman E, Canton JH, Cremers PMA, van der Heijden CA, Knaap AGAC, Krajnc EI, Kramers PGN, Kreis IA, Kroese ED, Lebret E, Matthijsen AJCM, van de Meent D, van der Meulen A, Meulenbelt J, Taalman RDFM, Bijstra D, Bril J, Salomons W, van der Woerd KF. 1990. Integrated Criteria Document Arsenic. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 710401004.
38. Slooff W, Bont PF, Janus JA, B. L. 1992. Exploratory report Nickel and nickel compounds. Bilthoven, the Netherlands. National Institute for Public Health and the Environment. Rapport 710401017.
39. Vermeire TG, Van Apeldoorn ME, Fouw JC, Janssen PJCM. 1991. Voorstel voor de humaan toxicologische onderbouwing van C-(toetsings)waarden. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 725211005.
40. Van Vlaardingen PLA, De Poorter LRM, Fleuren RHLJ, Janssen PJCM, Posthuma-Doodeman CJAM, Verbruggen EMJ, Vos JH. 2007. Environmental risk limits for twelve substances, prioritised on the basis of indicative risk limits. RIVM rapport Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782003.
41. IPCS. 1995. 1,2-Dichloroethane (2nd edition). Environmental Health Criteria 176. Geneva, Switzerland.
42. UNEP. 2002. OECD SIDS Initial Assessment Report for 14th SIAM (Paris, France, March 2002). <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/DICHLOROETH.pdf>.
43. Smit CE. 2010. Environmental risk limits for benzyl chloride and benzylidene chloride Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601714016.
44. JMPR. 1998. Endosulfan. Joint Meeting on Pesticide Residues. Monograph 950. <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v098pr08.htm>.
45. EFSA. 2004. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on the health risks to consumers associated with exposure to organotin in foodstuffs. EFSA Journal 102, 1-119.
46. Simon T, Manning R. 2006. Development of a reference dose for the persistent congeners of weathered toxaphene based on in vivo and in

- vitro effects related to tumor promotion. *Reg Toxicol Pharmacol* 44(3), 268-281.
47. Van Herwijnen R. 2009. Environmental risk limits for acrylonitrile. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782015.
  48. Van Herwijnen R, Van der Veen M. 2009. Environmental risk limits for 1,3-butadiene. Bilthoven, Nederland. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 601782014.
  49. OEHHA. 2010. Air Toxics Hot Spots Program – Proposed revised Reference Exposure Levels for toluene diisocyanate. Sacramento, USA. California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment.  
[http://www.oehha.ca.gov/air/chronic\\_rels/pdf/TDIRELs042310.pdf](http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/pdf/TDIRELs042310.pdf).

## Bijlage 1. Overzicht van nieuwe voorstellen voor MTR en VR voor lucht

Tabel A1.1. Overzicht van voorgestelde MTR en VR voor lucht voor Zeer Zorgwekkende Stoffen waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens beschikbaar is. Gedegen MTR- en VR-waarden zijn met \* gemarkeerd. Europese normen zijn cursief weergegeven. Stoffen zijn gerangschikt op CAS-nummer.

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
	cadmium en cadmiumverbindingen	-	<i>0,005</i>		Cd
	nikkel en nikkelverbindingen	-	<i>0,02</i>		Ni
	tributyltinverbindingen		0,020	0,00020	som organotins
100-44-7	chloormethylbenzeen (benzylchloride; alfa-chloortolueen)	1,65 x 10 <sup>-5</sup>	2,8	0,028	
10124-43-3	kobaltsulfaat	-	0,50	0,0050	Co
10141-05-6	kobaltnitraat	-	0,50	0,0050	Co
106-89-8	chloormethyloxiraan (epichloorhydrine)	0,189	80*	0,80	
106-93-4	1,2-dibroomethaan	3,83 x 10 <sup>-5</sup>	0,20*	0,0020	
106-99-0	1,3-butadien	0,03	3,0*	0,030	
107-06-2	1,2-dichloorethaan (ethyleendichloride)	100	48*	1	
107-13-1	acrylonitril	10	10*	0,10	
108-70-3	1,3,5-trichloorbenzeen	9,24	50	0,50	
109-86-4	2-methoxyethanol	0,0124	200	2,0	
110-80-5	2-ethoxyethanol	5,87 x 10 <sup>-3</sup>	200	2,0	
115-29-7	endosulfan	0,043	0,020	0,00020	
117-81-7	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	7,24 x 10 <sup>-3</sup>	14	0,14	
118-74-1	hexachloorbenzeen	1,16 x 10 <sup>-4</sup>	0,75	0,0075	
12007-00-0	dinikkelboride	-	<i>0,02</i>		Ni
120-12-7	anthraceen	1,59	<i>0,001</i>		BaP
120-82-1	1,2,4-trichloorbenzeen	10,3	50	0,50	
121-14-2	2,4-dinitrotolueen	2,01 x 10 <sup>-6</sup>	7,0	0,070	
12619-90-8	nikkelboride	-	<i>0,02</i>		Ni
1303-28-2	arseenpentoxide	-	<i>0,006</i>		As
1304-56-9	berylliumoxide	-	0,020	0,00020	Be

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
1306-23-6	cadmiumsulfide	-	0,005		Cd
1313-99-1	nikkeloxide	-	0,02		Ni
1314-06-3	dinikkeltrioxide	-	0,02		Ni
1321-64-8	pentachloornaftaleen	2,88 x 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
1321-65-9	trichloornaftaleen	1,87 x 10 <sup>-3</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
1327-53-3	arseentrioxide	-	0,006		As
1333-82-0	chroom(VI)oxide	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
1335-32-6	loodacetaat	-	0,5		Pb
1335-87-1	hexachloornaftaleen	5,05 x 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
1335-88-2	tetrachloornaftaleen	7,46 x 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
13463-39-3	tetracarbonylnikkel	-	0,02		Ni
143-50-0	chloordecon	2,16 x 10 <sup>-11</sup>	1,1	0,011	
14708-14-6	nikkelbis(tetrafluorboraat)	-	0,02		Ni
14977-61-8	chromylchloride	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
1582-09-8	trifluraline	2,62 x 10 <sup>-3</sup>	26	0,26	
16812-54-7	nikkelsulfide	-	0,02		Ni
18540-29-9	chroom(VI)-verbindingen	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
189-55-9	dibenzo[a,i]pyreen	9,67 x 10 <sup>-10</sup>	0,001		BaP
189-64-0	dibenzo[a,h]pyreen	2,71 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
191-24-2	benzo[g,h,i]peryleen	1,81 x 10 <sup>-4</sup>	0,001		BaP
191-30-0	dibenzo[a,l]pyreen	3,00 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
192-65-4	dibenzo[a,e]pyreen	3,23 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
192-97-2	benzo[e]pyreen	4,82 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
193-39-5	indeno[1,2,3-cd]pyreen	1,01 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
205-82-3	benzo[j]fluorantheen	3,61 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
205-99-2	benzo[b]fluorantheen	6,73 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
206-44-0	fluorantheen	1,21 x 10 <sup>-3</sup>	0,001		BaP
207-08-9	benzo[k]fluorantheen	2,12 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
2234-13-1	octachloornaftaleen	1,64 x 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
2385-85-5	mirex	5,73 x 10 <sup>-3</sup>	0,70	0,0070	
301-04-2	looddiacetaat	-	0,5		Pb

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
302-01-2	hydrazine	$2,35 \times 10^{-5}$	0,070	0,00070	
309-00-2	aldrin	$3,63 \times 10^{-5}$	0,35	0,0035	
32241-08-0	heptachloornaftaleen	$2,3 \times 10^{-5}$	1,0	0,010	som chloornaftalenen
32534-81-9	pentabroombifenyylether	-	7,0	0,070	
36643-28-4	tributyltin-kation	0,02	0,020	0,00020	som organotins
50-29-3	DDT, 4,4'-isomeer	$4,32 \times 10^{-6}$	1,8	0,018	
513-79-1	kobaltcarbonaat	-	0,50	0,0050	Co
53-70-3	dibenzo[a,h]anthraceen	$2,25 \times 10^{-7}$	0,001		BaP
55525-54-7	3,3'-(ureyleendi-methyleen)bis(3,5,5-trimethylcyclohexyl)diisocynaat	$9,28 \times 10^{-8}$	0,050	0,00050	
57-74-9	chloordaan	$9,86 \times 10^{-4}$	0,020	0,00020	
58-89-9	γ-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	$2,19 \times 10^{-4}$	0,14	0,0014	
593-60-2	vinylbromide (broomethyleen)	10,4	3,0	0,030	
60-57-1	dieldrin	$5,22 \times 10^{-5}$	0,35	0,0035	
606-20-2	2,6-dinitrotolueen	$3,79 \times 10^{-5}$	0,35	0,0035	
608-73-1	hexachloorcyclohexaan	$2,52 \times 10^{-5}$	0,20	0,0020	
608-93-5	pentachloorbenzeen	0,071	2,8	0,028	
65229-23-4	nikkelboorfosfide	-	0,02		Ni
68-12-2	N,N-dimethylformamide	$3,52 \times 10^{-4}$	30	0,30	
71-48-7	kobaltacetaat	-	0,50	0,0050	Co
72-20-8	endrin	$1,07 \times 10^{-4}$	0,70	0,0070	
72-43-5	methoxychlor	0,019	18	0,18	
7440-41-7	beryllium en berylliumverbindingen	-	0,020	0,00020	Be
75-01-4	vinylchloride	100	3,6*	0,036	
75-21-8	ethyleenoxide (oxiraan)	3	3,0*	0,030	
76-44-8	heptachloor	$8,41 \times 10^{-5}$	0,50	0,0050	
7646-79-9	kobaltdichloride	-	0,50	0,0050	Co
76-87-9	trifenyltinhydroxide (fentinhydroxide)	$1,31 \times 10^{-7}$	0,020	0,00020	som organotins
7738-94-5	chromiumzuur	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
7758-01-2	kaliumbromaat	-	0,49	0,0049	BrO <sup>3-</sup>
7778-39-4	arseenzuur en-zouten	-	0,006		As



CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
7778-44-1	calciumarsenaat	-	0,006		As
7778-50-9	kaliumdichromaat	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
7784-40-9	loodarsenaat	-	0,006		As
7790-79-6	cadmiumfluoride	-	0,005		Cd
79-01-6	trichlooretheen	5000	200*	2	
79-46-9	2-nitropropan	0,044	20	0,20	
8001-35-2	toxafeen	4,0 x 10 <sup>-6</sup>	0,070	0,00070	
85-68-7	butylbenzylftalaat	1,75	1750	17,50	
87-61-6	1,2,3-trichloorbenzeen	3,86	50	0,50	
87-68-3	hexachloorbutadieen	3,9 x 10 <sup>-3</sup>	5,0	0,050	
87-86-5	pentachloorfenol	3,07 x 10 <sup>-5</sup>	11	0,11	
900-95-8	trifenyltinacetaat	3,72 x 10 <sup>-9</sup>	0,020	0,00020	som organotins
91-94-1	3,3'-dichloorbenzidine	6,81 x 10 <sup>-9</sup>	0,020*	0,00020	
95-53-4	2-methylbenzeenamine (o-toluidine)	3,9 x 10 <sup>-4</sup>	32	0,32	
96-45-7	ethyleenthioureum (ETU)	6,89 x 10 <sup>-9</sup>	18	0,18	
98-07-7	trichloormethylbenzeen	1,49 x 10 <sup>-4</sup>	0,028	0,00028	

Tabel A1.2. Overzicht van voorgestelde MTR en VR voor lucht voor Zeer Zorgwekkende Stoffen waarvoor een humaan-toxicologische risicogrens beschikbaar is. Gedegen MTR- en VR-waarden zijn met \* gemarkeerd. Europese normen zijn cursief weergegeven. Stoffen zijn gerangschikt op naam.

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
87-61-6	1,2,3-trichloorbenzeen	3,86	50	0,50	
120-82-1	1,2,4-trichloorbenzeen	10,3	50	0,50	
106-93-4	1,2-dibroomethaan	3,83 x 10 <sup>-5</sup>	0,20*	0,0020	
107-06-2	1,2-dichloorethaan (ethyleendichloride)	100	48*	1	
108-70-3	1,3,5-trichloorbenzeen	9,24	50	0,50	
106-99-0	1,3-butadien	0,03	3,0*	0,030	
121-14-2	2,4-dinitrotolueen	2,01 x 10 <sup>-6</sup>	7,0	0,070	
606-20-2	2,6-dinitrotolueen	3,79 x 10 <sup>-5</sup>	0,35	0,0035	
110-80-5	2-ethoxyethanol	5,87 x 10 <sup>-3</sup>	200	2,0	
109-86-4	2-methoxyethanol	0,0124	200	2,0	
95-53-4	2-methylbenzeenamine (o-toluidine)	3,9 x 10 <sup>-4</sup>	32	0,32	
79-46-9	2-nitropropan	0,044	20	0,20	
55525-54-7	3,3'-(ureyleendi-methyleen)bis(3,5,5-trimethyl-cyclohexyl)diisocyanat	9,28 x 10 <sup>-8</sup>	0,050	0,00050	
91-94-1	3,3'-dichloorbenzidine	6,81 x 10 <sup>-9</sup>	0,020*	0,00020	
107-13-1	acrylonitril	10	10*	0,10	
309-00-2	aldrin	3,63 x 10 <sup>-5</sup>	0,35	0,0035	
120-12-7	anthraceen	1,59	0,001		BaP
1303-28-2	arseenpentoxide	-	0,006		As
1327-53-3	arseentrioxide	-	0,006		As
7778-39-4	arseenzuur en-zouten	-	0,006		As
192-97-2	benzo[e]pyreen	4,82 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
191-24-2	benzo[g,h,i]peryleen	1,81 x 10 <sup>-4</sup>	0,001		BaP
205-99-2	benzo[b]fluorantheen	6,73 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
205-82-3	benzo[j]fluorantheen	3,61 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
207-08-9	benzo[k]fluorantheen	2,12 x 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
7440-41-7	beryllium en berylliumverbindingen	-	0,020	0,00020	Be
1304-56-9	berylliumoxide	-	0,020	0,00020	Be

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
117-81-7	bis(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)	7,24 x 10 <sup>-3</sup>	14	0,14	
85-68-7	butylbenzylftalaat	1,75	1750	17,50	
	cadmium en cadmiumverbindingen	-	0,005		Cd
7790-79-6	cadmiumfluoride	-	0,005		Cd
1306-23-6	cadmiumsulfide	-	0,005		Cd
7778-44-1	calciumarsenaat	-	0,006		As
57-74-9	chloordaan	9,86 x 10 <sup>-4</sup>	0,020	0,00020	
143-50-0	chloordecon	2,16 x 10 <sup>-11</sup>	1,1	0,011	
100-44-7	chloormethylbenzeen (benzylchloride; alfa-chloortolueen)	1,65 x 10 <sup>-5</sup>	2,8	0,028	
106-89-8	chloormethyloxiraan (epichloorhydrine)	0,189	80*	0,80	
14977-61-8	chromylchloride	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
1333-82-0	chrom(VI)oxide	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
18540-29-9	chrom(VI)-verbindingen	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
7738-94-5	chromzuur	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
50-29-3	DDT, 4,4'-isomeer	4,32 x 10 <sup>-6</sup>	1,8	0,018	
192-65-4	dibenzo[a,e]pyreen	3,23 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
53-70-3	dibenzo[a,h]anthraceen	2,25 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
189-64-0	dibenzo[a,h]pyreen	2,71 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
189-55-9	dibenzo[a,i]pyreen	9,67 x 10 <sup>-10</sup>	0,001		BaP
191-30-0	dibenzo[a,l]pyreen	3,00 x 10 <sup>-7</sup>	0,001		BaP
60-57-1	dieldrin	5,22 x 10 <sup>-5</sup>	0,35	0,0035	
12007-00-0	dinikkelboride	-	0,02		Ni
1314-06-3	dinikkeltrioxide	-	0,02		Ni
115-29-7	endosulfan	0,043	0,020	0,00020	
72-20-8	endrin	1,07 x 10 <sup>-4</sup>	0,70	0,0070	
75-21-8	ethyleenoxide (oxiraan)	3	3,0*	0,030	
96-45-7	ethyleenthioureum (ETU)	6,89 x 10 <sup>-9</sup>	18	0,18	
206-44-0	fluorantheen	1,21 x 10 <sup>-3</sup>	0,001		BaP
76-44-8	heptachloor	8,41 x 10 <sup>-5</sup>	0,50	0,0050	
32241-08-0	heptachloornaftaleen	2,3 x 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
118-74-1	hexachloorbenzeen	1,16 × 10 <sup>-4</sup>	0,75	0,0075	
87-68-3	hexachloorbutadieen	3,9 × 10 <sup>-3</sup>	5,0	0,050	
608-73-1	hexachloorcyclohexaan	2,52 × 10 <sup>-5</sup>	0,20	0,0020	
1335-87-1	hexachloornaftaleen	5,05 × 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
302-01-2	hydrazine	2,35 × 10 <sup>-5</sup>	0,070	0,00070	
193-39-5	indeno[1,2,3-cd]pyreen	1,01 × 10 <sup>-6</sup>	0,001		BaP
7758-01-2	kaliumbromaat	-	0,49	0,0049	BrO <sup>3-</sup>
7778-50-9	kaliumdichromaat	-	0,0025*	0,000025	Cr(VI)
71-48-7	kobaltacetaat	-	0,50	0,0050	Co
513-79-1	kobaltcarbonaat	-	0,50	0,0050	Co
7646-79-9	kobaltdichloride	-	0,50	0,0050	Co
10141-05-6	kobaltnitraat	-	0,50	0,0050	Co
10124-43-3	kobaltsulfaat	-	0,50	0,0050	Co
1335-32-6	loodacetaat	-	0,5		Pb
7784-40-9	loodarsenaat	-	0,006		As
301-04-2	looddiacetaat	-	0,5		Pb
72-43-5	methoxychlor	0,019	18	0,18	
2385-85-5	mirex	5,73 × 10 <sup>-3</sup>	0,70	0,0070	
68-12-2	N,N-dimethylformamide	3,52 × 10 <sup>-4</sup>	30	0,30	
	nikkel en nikkelverbindingen	-	0,02		Ni
14708-14-6	nikkelbis(tetrafluorboraat)	-	0,02		Ni
65229-23-4	nikkelboorfosfide	-	0,02		Ni
12619-90-8	nikkelboride	-	0,02		Ni
1313-99-1	nikkeloxide	-	0,02		Ni
16812-54-7	nikkelsulfide	-	0,02		Ni
2234-13-1	octachloornaftaleen	1,64 × 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
32534-81-9	pentabroombifenyylether	-	7,0	0,070	
608-93-5	pentachloorbenzeen	0,071	2,8	0,028	
87-86-5	pentachloorfenol	3,07 × 10 <sup>-5</sup>	11	0,11	
1321-64-8	pentachloornaftaleen	2,88 × 10 <sup>-5</sup>	1,0	0,010	som chloornaftalenen
13463-39-3	tetracarbonylnikkel	-	0,02		Ni

CAS	Naam	huidig	voorstel		norm uitgedrukt als
		(i-)MTR [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)MTR/EU-norm [µg/m <sup>3</sup> ]	(i-)VR [µg/m <sup>3</sup> ]	
1335-88-2	tetrachloornaftaleen	$7,46 \times 10^{-5}$	1,0	0,010	som chloornaftalenen
8001-35-2	toxafeen	$4,0 \times 10^{-6}$	0,070	0,00070	
36643-28-4	tributyltin-kation	0,02	0,020	0,00020	som organotins
	tributyltinverbindingen		0,020	0,00020	som organotins
79-01-6	trichlooretheen	5000	200*	2,0	
98-07-7	trichloormethylbenzeen	$1,49 \times 10^{-4}$	0,028	0,00028	
1321-65-9	trichloornaftaleen	$1,87 \times 10^{-3}$	1,0	0,010	som chloornaftalenen
900-95-8	trifenylnacetaat	$3,72 \times 10^{-9}$	0,020	0,00020	som organotins
76-87-9	trifenylnhydroxide (fentinhydroxide)	$1,31 \times 10^{-7}$	0,020	0,00020	som organotins
1582-09-8	trifluraline	$2,62 \times 10^{-3}$	26	0,26	
593-60-2	vinylbromide (broomethyleen)	10,4	3,0	0,030	
75-01-4	vinylchloride (chloorethyleen)	100	3,6*	0,036	
58-89-9	γ-hexachloorcyclohexaan (lindaan)	$2,19 \times 10^{-4}$	0,14	0,0014	

## Bijlage 2. ZZS waarvoor de indicatieve luchtnorm nog moet worden herzien

Tabel A2.1. Overzicht van ZZS waarvoor het indicatieve MTR voor lucht nog niet is herzien vanwege het ontbreken van gepubliceerde humaan-toxicologische gegevens. Stoffen zijn gerangschikt op CAS-nummer.

CAS	Naam
100-63-0	fenylhydrazine
104-40-5	4-(para)-nonylfenol
110-49-6	2-methoxyethylacetaat
111-15-9	2-ethoxyethylacetaat
115-32-2	dicofol
123-73-9	2-butanal
127-19-5	N,N-dimethylaceetamide
140-66-9	para-tert-octylfenol
151-56-4	aziridine
1589-47-5	2-methoxypropanol
1825-21-4	pentachlooranisol
1836-75-5	nitrofen
2104-64-5	ethyl-p-nitrofenylthiobenzeenfosfenaat
2227-13-6	tetrasul
23593-75-1	clotrimazol
28680-45-7	heptachloornorborneen
294-62-2	cyclododecaan
330-54-1	diuron
335-57-9	hexadecafluorheptaan
3424-82-6	DDE, 2,4'-isomeer
36065-30-2	1,3,5-tribroom-2-(2,3-dibroom-2-methylpropoxy)-benzeen
36355-01-8	hexabroombifenyyl
465-73-6	isodrin
470-90-6	chloorfenvinfos
4904-61-4	1,5,9-cyclododecatrieen
51000-52-3	neodecaanzuur, ethenyl ester
512-04-9	spirost-5-en-3-ol, (3beta,25R)-
59447-55-1	2-propeenzuur, (pentabroomfenyl)methylester
602-01-7	2,3-dinitrotolueen
603-35-0	trifenyfosfine
618-85-9	3,5-dinitrotolueen
619-15-8	2,5-dinitrotolueen
625-45-6	methoxyazijnzuur
64-67-5	diethylsulfaat
70124-77-5	flucythrinaat
732-26-3	decylfenol
75-12-7	formamide
76-01-7	pentachloorethaan
77-47-4	hexachloorcyclopentadien
77-78-1	dimethylsulfaat
789-02-6	DDT, 2,4'-isomeer
79-16-3	N-methylacetamide
793-24-8	4-(dimethylbutylamino)difenylamine
79-94-7	tetrabroombisfenol A
81-15-2	musk xyleen

<b>CAS</b>	<b>Naam</b>
85-22-3	pentabroommethyl-benzeen
91-59-8	2-naftaleenamine
98-95-3	nitrobenzeen

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*