



Briefrapport 609021078/2008
E.M. van Putten | A. Dusseldorp

VOC metingen bij woningen rond garagebedrijven

Een pilot-onderzoek voor de VROM-Inspectie

RIVM Briefrapport / 609021078 2008

VOC metingen bij drie woningen rond garagebedrijven

Een verkennend onderzoek voor de VROM Inspectie

E.M. van Putten, A. Dusseldorp

Contact:

E.M. van Putten

Centrum Inspectie-, Milieu en Gezondheidsadvisering (IMG)

Edith.van.Putten@rivm.nl

Datum: 20 augustus 2008

IMG-vraagnummer: 2866

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de VROM-Inspectie Regio Zuid-West (Zeeland en Zuid-Holland), in het kader van project M/609021/08/ZW - Regiowerk en bubbi's stoffen & producten.

© RIVM 2008

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'.

Inhoud

Rapport in het kort	4
1 Inleiding	5
2 Doel en opzet van het onderzoek	6
2.1 Doelstelling onderzoek	6
2.2 Selectie van woningen	6
2.3 Bemonstering en analyse	6
2.4 Toelichting op de relevante verbindingen	7
3 Resultaten en conclusie	9
3.1 Beschrijving van de woningen	9
3.2 Meetresultaten	10
3.3 Conclusie	11
3.4 Enkele overwegingen	11
BIJLAGE A: Geurdrempels	13
BIJLAGE B: Weekgemiddelde concentratie per woning	14
Literatuur	17
BIJLAGE C: Gemeten concentraties ten opzichte van de advieswaarden	18

Rapport in het kort

Metingen in drie woningen boven garagebedrijven wezen uit dat in twee woningen de weekgemiddelde concentratie van onder andere benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen hoger was dan die in de buitenlucht. In geen van de woningen werden gezondheidkundige advieswaarden overschreden. De stoffen hebben ook andere bronnen binnenshuis, daardoor zijn de concentraties uit dit onderzoek niet te herleiden naar de garagebedrijven.

Het RIVM heeft de concentraties van vluchtige organische stoffen in deze woningen bepaald op verzoek van de VROM-Inspectie. Aanleiding was een eerdere constatering van de DCMR Milieudienst Rijnmond dat de scheidingsconstructies van garagebedrijven lekkage kunnen vertonen. De VROM-Inspectie zal de resultaten gebruiken in de besluitvorming over het al dan niet starten van een groter onderzoek naar de concentratie van VOC's in woningen grenzend aan garagebedrijven.

1 Inleiding

In 2001 voerde de DCMR Milieudienst Rijnmond in samenwerking met de GGD Rotterdam-Rijnmond een onderzoek uit bij zeven garagebedrijven in de regio Rotterdam. Bij de garagebedrijven is een dampdichtheidmeting uitgevoerd en zijn in aangrenzende woningen gedurende een week metingen uitgevoerd van de vluchtige stoffen benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen (BTEX). De woningselectie vond plaats op grond van het feit dat bewoners geurhinder hadden gemeld bij de DCMR of de GGD. De DCMR concludeerde dat er bij vijf van de zeven garagebedrijven sprake was van lekkage van de scheidingsconstructies. In één van de woningen werd de gezondheidkundige advieswaarde voor benzeen ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) overschreden en in één woning de gezondheidkundige advieswaarde voor toluen ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tevens gaf de DCMR aan dat de concentraties in vrijwel alle woningen hoger waren dan gebruikelijk in een woning. De gebruikelijke concentraties werden gedefinieerd op grond van het 90-percentiel van metingen in 319 woningen (DCMR, 2003).

De VROM-inspectie heeft besloten om, gegeven de resultaten van het bovengenoemde onderzoek, bij vijf woningen een verkennend onderzoek uit te voeren om zelf inzicht te krijgen in de binnenlucht kwaliteit van woningen. Er is gekozen voor een minder uitgebreid onderzoek dan de DCMR Milieudienst Rijnmond heeft uitgevoerd. Het uiteindelijke doel van de VROM-Inspectie is het oplossen van mogelijke gezondheidsproblemen door een onvoldoende dampdichtheid van een scheidingsconstructie. Op grond van het onderzoeksresultaat wil de VROM-Inspectie besluiten of een groter onderzoek noodzakelijk is en of de meetmethode uit het verkennend onderzoek daarvoor voldoet.

Het RIVM is gevraagd voor dit verkennend onderzoek metingen te doen in vijf woningen die door de VROM-Inspectie waren geselecteerd, en de gevonden concentraties te vergelijken met gezondheidkundige advieswaarden.

2 Doel en opzet van het onderzoek

2.1 Doelstelling onderzoek

Het doel van de metingen is inzicht krijgen in de binnenluchtkwaliteit van de woningen gelegen naast of boven garagebedrijven en de gezondheidsrisico's daarvan voor de bewoners. De VROM-Inspectie wil op grond daarvan een afweging maken of zij deze problematiek op grotere schaal in beeld moet brengen.

2.2 Selectie van woningen

De DCMR Milieudienst Rijnmond, de Milieudienst Zuid-Holland Zuid en de gemeente Den Haag hebben aan de VROM-Inspectie adresgegevens verstrekt van 55 garagebedrijven waar mogelijk woningen boven of naast zijn gelegen.

De VROM-inspectie heeft aan de hand van gevelinspecties, bij garagebedrijven en woningen, beoordeeld of de betreffende locaties geschikt zijn voor een onderzoek.

Hierbij waren de volgende criteria van belang:

1. Worden in de garage werkzaamheden aan motorvoertuigen verricht waarbij dampen kunnen vrijkomen?
2. Grenst een woning direct (boven of naast) aan een garage?
3. Ligt een woning in één van de krachtwijken?

Van de 55 adressen voldeden er 29 aan de criteria. De VROM-Inspectie heeft de bewoners van de woningen boven de garagebedrijven een brief gestuurd met een toelichting op het onderzoek en de vraag of zij mee wilden werken aan het onderzoek. Van de 29 verzonden brieven heeft TNT post, om diverse redenen, drie brieven retour gezonden. Uiteindelijk waren vier bewoners bereid mee te werken aan het onderzoek. Daarvan viel één woning af omdat deze op de tweede verdieping bleek te liggen, niet direct grenzend aan een garagebedrijf. De VROM-Inspectie heeft de adressen van de bewoners die mee wilden werken aan het onderzoek (allen uit Den Haag), doorgegeven aan het RIVM om een afspraak te maken voor de bemonstering. De garagebedrijven zijn door de VROM-Inspectie niet in kennis gesteld van het onderzoek.

2.3 Bemonstering en analyse

De bemonsteringen zijn uitgevoerd in mei en juni 2008. In de woningen zijn op diverse plekken VOC-passieve samplers (badges) opgehangen, gedurende een week. Door een gemiddelde concentratie over een week te bepalen ontstaat een beeld van

de langdurige blootstelling. De pieken, die mogelijk bij bepaalde activiteiten in de garage optreden, worden gemiddeld over de hele periode. Bij elke woning zijn twee bemonsteringen binnen uitgevoerd en één buiten, om de achtergrondconcentratie te bepalen.

De badges zijn door het RIVM geanalyseerd op een standaard pakket (TO14) van 40 VOC's met een detectiegrens van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In paragraaf 2.4 wordt toegelicht welke stoffen hiervan worden verwacht bij de werkzaamheden in een garagebedrijf. Er is niet onderzocht of er nog andere verbindingen van belang zijn op grond van een lijst van veel gebruikte producten in garagebedrijven.

2.4 Toelichting op de relevante verbindingen

Van de 40 stoffen die zijn geanalyseerd zijn de verbindingen relevant die voornamelijk vrijkomen bij de werkzaamheden in een garagebedrijf. Daarnaast is het voor het bepalen van het gezondheidsrisico van de betreffende bewoners van belang dat er gezondheidkundige advieswaarden beschikbaar zijn.

Bij de werkzaamheden in een garagebedrijf kunnen, afhankelijk van de uitgevoerde werkzaamheden, vluchtige organische verbindingen vrijkomen uit benzine en diesel, schoonmaak/ontvettingsmiddelen en eventueel verven en lakken. In benzine en diesel bevinden zich voornamelijk alkanen en aromatische koolwaterstoffen (zoals benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen). Benzine bevat wat kleinere koolwaterstoffen (C4-C12) dan diesel (C10-C15). Alkanen vormen in beide brandstoffen de belangrijkste groep verbindingen (ca. 90 % voor benzine en 75 % voor diesel). Benzeen mag maximaal 1% uitmaken van het mengsel (Beijk e.a. 2007).

Sommige van de verbindingen in benzine en diesel worden ook als oplosmiddel gebruikt, onder andere in verven, lakken en ontvettingsmiddelen. Deze middelen worden naar verwachting in de meeste garages veel gebruikt. *Tabel 1* geeft een overzicht van de stoffen met hun toepassing, voor zover relevant voor dit onderzoek. Deze advieswaarden zijn gebaseerd op het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). Dit is de concentratie van een stof die bij levenslange blootstelling niet tot schadelijke effecten leidt.¹

In Bijlage A zijn ter illustratie nog enkele geurdrempels opgenomen.

¹ Bij stoffen zonder drempelwaarde (kankerverwekkende stoffen) is het MTR de concentratie die overeenkomt met 1 geval (van kanker) per 1.000.000 blootgestelden of 1 op 10.000 gedurende een heel leven (100 jaar).

Tabel 1 Overzicht van de relevante VOC's voor dit onderzoek en hun gezondheidkundige advieswaarde, in alfabetische volgorde (Bronnen: Dusseldorp en van Bruggen, 2007, Peeters e.a., 2007).

Verbinding	Toepassing ²	Gezondheidkundige advieswaarde (µg/m ³)
Alkanen: Pentaan, heptaan, octaan	Benzine, oplosmiddel	18400 (som)
Alkanen: Nonaan en hoger	Benzine, oplosmiddel	1000 (som)
Benzeen	Benzine, tabaksrook	20 ³
Butylbenzeen	Benzine, oplosmiddel	870 ⁴
Cumeen (isopropylbenzeen)	Benzine, verven/lakken	870 ⁴
Ethylbenzeen	Benzine, verven/lakken, tabaksrook	770
Hexaan	Benzine, oplosmiddel	200
Propylbenzeen	Benzine, oplosmiddel	870 ⁴
Tolueen	Benzine, verven/lakken, terpentijn, tabaksrook	400
Trimethylbenzeen	Benzine, verven/lakken	870 ⁴
Trichloormethaan (chloroform)	Oplosmiddel	100
Tetrachlooretheen (per)	Oplosmiddel	250
Trichloorbenzeen	Verven	50
Trichlooretheen (tri)	Oplosmiddel, ontvetter	200
Xylenen	Benzine, verven/lakken, tabaksrook	870
1,2-dichloorethaan	Benzine, anti-klop middel	48
1,2-dichloorpropaan	Oplosmiddel	12

² Benzine is hier als algemene term gebruikt voor benzine/brandstoffen/bestanddelen van diesel

³ De wettelijk grenswaarde voor benzeen is 10 µg/m³ voor de jaargemiddelde benzeenconcentratie. Sinds december 2000 is een nieuwe EU-norm van kracht van 5 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie. Op 1 januari 2010 moet aan de grenswaarde worden voldaan.

⁴ Deze waarde geldt voor de som van de volgende alkylbenzenen: isopropylbenzeen, trimethylbenzeen, methylethylbenzeen, n-propylbenzeen en n-butylbenzeen

3 Resultaten en conclusie

3.1 Beschrijving van de woningen

De metingen zijn uitgevoerd in drie woningen in gemeente Den Haag. De woningen en de plekken waar is bemonsterd, worden hieronder nader omschreven.

Woning 1: Het garagebedrijf bevindt zich op de onderverdieping van een flat met drie verdiepingen. De flat is naar schatting in de jaren vijftig gebouwd en staat in een rustige woonwijk met weinig verkeer. De metingen zijn verricht in de woning op de eerste woonlaag. In twee ruimten is een badge opgehangen (studeerkamer en woonkamer), aan de voorzijde op het balkon is de derde badge bevestigd. Dit balkon bevindt zich vlak boven de openstaande garagedeuren. De bewoners roken, voornamelijk op het balkon. De deur en de ramen naar het balkon zijn met mooi weer open. Dit was ook het geval tijdens de meetperiode.

Woning 2: Boven dit garagebedrijf bevinden zich vooroorlogse appartementen (gebouwd rond 1930). Deze liggen aan een vrij grote doorgaande weg die overdag redelijk rustig is. 's Avonds is er wel veel verkeer dat voornamelijk uit personenwagens bestaat (weinig vrachtverkeer). Er bevinden zich enkele garagebedrijven dicht bij elkaar. De metingen zijn verricht in het appartement boven de garage. Eén badge is opgehangen in de woonkamer en één in de gang. De derde badge is op het balkon gehangen wat zich aan de achterzijde van het huis bevindt met uitzicht op het dak van de garage. Enkele schoorstenen/ ontluuchtingspijppjes kunnen van het bedrijf zijn. Aan de straatkant bevindt zich de ingang van het garagebedrijf. Aan deze kant hebben de bewoners geen balkon en staan geen ramen open. De bewoners roken voornamelijk in de woonkamer.

Woning 3: Het garagebedrijf ligt aan een drukke weg met veel stilstaand verkeer in verband met de stoplichten. De woningen erboven zijn gebouwd rond 1940. De eerste badge is in de woonkamer gehangen, de tweede in de hal waar de trap op uit komt. Er is geen badge opgehangen op de tweede woonlaag waar zich de slaapkamers bevinden. De badge op het balkon bevindt zich aan de achterzijde van de woning. Het is niet helemaal duidelijk van welke bedrijven de diverse schoorstenen zijn maar hoogstwaarschijnlijk van enkele café's en niet van de garage. Eén extra badge is opgehangen aan een boom aan de overzijde van de straat. Ook in deze woning wordt gerookt. De bewoonster geeft verder aan dat ze in de gang regelmatig een spuitbus met haarlak gebruikt.

3.2 Meetresultaten

In paragraaf 3.1. zijn de voor dit onderzoek relevante verbindingen genoemd. De concentraties van deze verbindingen worden in deze paragraaf behandeld. Omdat slechts drie woningen zijn bemonsterd, worden de resultaten alleen per woning weergegeven en bijvoorbeeld niet gemiddeld. De complete meetresultaten per woning zijn weergegeven in de bijlage.

Tabel 2 Stoffen waarvan de concentratie verhoogd was ten opzichte van de bijbehorende buitenmeting

Woning	> 1 – 10 µg/m ³ verhoogd	10-100 µg/m ³ verhoogd	100-200 µg/m ³ verhoogd
1	-	-	-
2	benzeen, ethylbenzeen, xylenen, hexaan, octaan, decaan, undecaan, dodecaan, tridecaan	tolueen	heptaan
3	benzeen, ethylbenzeen, decaan, dodecaan	tolueen, xylenen, heptaan, nonaan, decaan, undecaan	-

In twee van de drie woningen werden een aantal stoffen in verhoogde concentraties aangetroffen (zie *Tabel 2*). Een verhoogde concentratie is hier gedefinieerd als > 1 µg/m³ hoger dan de buitenluchtmeting op het balkon van de betreffende woning. De concentraties in de twee verschillende vertrekken van dezelfde woning waren vrijwel identiek. Omdat in alle onderzochte woningen wordt gerookt, kan een deel van de verhoogde concentraties aan het roken te wijten zijn (zie *Tabel 1*). Er moet worden opgemerkt dat de concentraties op het balkon mogelijk ook wat hoger zijn als er dampen uit de garage dichtbij vrijkomen. Er is één meting gedaan aan de overkant van de straat van een woning. De concentraties van enkele verbindingen waren iets lager (maximaal 4 µg/m³) dan op het balkon van de betreffende woning.

De gemeten concentraties overschrijden geen van alle de gezondheidkundige advieswaarden. Zij blijven daar een factor 7 tot 2500 onder (zie bijlage C). In één woning was de weekgemiddelde benzeenconcentratie 5 µg/m³, gelijk aan de EU norm die in 2010 van kracht wordt.

3.3 Conclusie

- Slechts een beperkt aantal mensen was bereid mee te werken aan het onderzoek. Helaas werd daardoor het geplande aantal van vijf woningen niet bereikt. Drie woningen zijn uiteindelijk onderzocht.
- In twee van de drie onderzochte woningen werden verhoogde concentraties van de relevante vluchtige organische verbindingen aangetroffen, ten opzichte van de buitenlucht (concentratie op het balkon).
- In geen van de drie woningen werden de gezondheidkundige advieswaarden voor deze verbindingen overschreden.
- Het is op grond van de metingen niet duidelijk of de stoffen afkomstig zijn van de garagebedrijven of geheel of gedeeltelijk worden veroorzaakt door de activiteiten in de woning zelf

3.4 Enkele overwegingen

De conclusies van de metingen hebben enkel betrekking op de onderzochte woningen. Vanwege het beperkte aantal metingen kan het resultaat niet worden geëxtrapoleerd en dus geen uitspraak worden gedaan over de kwaliteit van de binnenlucht in woningen direct grenzend aan garagebedrijven.

Naar verwachting zijn de concentraties in de winter hoger dan in mei/juni, doordat in de zomer ramen en deuren vaker openstaan. Hoe groot deze invloed precies is op de gemeten stoffen, is niet te voorspellen.

De gebruikte meetmethode voldoet om een uitspraak te doen over de risico's van de bewoners als gevolg van langdurige blootstellingen aan stoffen die in theorie vrij kunnen komen bij de werkzaamheden in garagebedrijven. De bijbehorende buitenluchtmeting geeft inzicht in een achtergrondconcentratie buiten de woning. Er kan echter geen uitspraak worden gedaan over de bijdrage van de garagebedrijven, omdat noch in de bedrijven, noch in vergelijkbare woningen een beeld is van de concentraties.

Indien de VROM-Inspectie besluit tot een groter onderzoek, zijn de volgende punten te overwegen, afhankelijk van het exacte doel en de vraagstelling:

- Starten met een aantal metingen in garagebedrijven, om na te gaan hoe hoog de concentratie van de vluchtige stoffen in de garage zelf is, en om welke stoffen dat voornamelijk gaat (eventueel in samenhang met een lijst veel gebruikte producten)

en hun samenstelling). Uit de stukken die wij tot onze beschikking hebben, is dat niet op te maken.

- Voor metingen in woningen is het verstandig een vragenlijst in te laten vullen over een aantal zaken die de concentratie van de relevante verbindingen kunnen beïnvloeden (roken, stoken van een kachel, eventuele activiteiten in de woning als verven etc.).
- De opzet van dit verkennende onderzoek voldoet om een uitspraak te doen over de gezondheidsrisico's per woning. Voor het leggen van een link met de garagebedrijven, is hij niet per definitie geschikt. Bij een eventueel vervolgonderzoek is het daarom aan te bevelen de bemonstering in het licht van de vraagstelling nog eens te beschouwen. Wij denken bijvoorbeeld aan het bemonsteren van twee woonlagen (het vinden van een gradiënt geeft een aanwijzing), het bepalen van de concentratie in huizen waarmee vergeleken kan worden, of een opzet waarbij de woningen waar te hoge concentraties worden aangetroffen aan een nadere inspectie/onderzoek worden onderworpen om de oorzaak te achterhalen. Het is te overwegen om in dat geval de mate van "lekdichtheid" van een scheidingsconstructie te bepalen. Binnen het huidige onderzoek was het ook mogelijk om bij verhoogde concentraties een mobiele GS in te zetten. Hiermee kan binnen een woning ook worden gezocht naar lekken in een scheidingsconstructie. Van deze mogelijkheid is bij dit onderzoek geen gebruik gemaakt.
- Mogelijk zijn de concentraties op een balkon van een woning boven een garagebedrijf ook enigszins verhoogd. Voor een uitspraak over de herkomst van verbindingen binnenshuis is het echter wel van belang dicht bij de woning te meten. Er is te overwegen per woning ook een buitenluchtmeting op wat grotere afstand te doen van de woning. Voor het beoordelen van de gezondheidsrisico's van bewoners is dat echter niet noodzakelijk. Dit zal dus eveneens afhankelijk zijn van de vraagstelling.

BIJLAGE A: Geurdrempels

Schattingen van geurdrempels lopen vaak behoorlijk uiteen. In het handboek binnenmilieu is een tabel opgenomen met enkele geurdrempels. Ter illustratie is deze tabel hier overgenomen. Bron: Peeters e.a. 2007

Tabel 6.2 Gestandaardiseerde geurdrempels voor enkele VOS.

Stof	Geurdrempel in mg/m ³
Aceton	1,7
Acroleïne	4,2
Benzeen	1,5
Chloroform	21,9
Crotonaldehyde (-trans)	0,3
Fenol	0,1
Tetrachloorethyleen	1,2
Tolueen	4,9
1,1,1-trichloorethaan	7,8
Trichloorethyleen	1,6
Xyleen	0,8

BIJLAGE B: Weekgemiddelde concentratie per woning

WONING 1	Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	woonkamer	studeerkamer	balkon voorkant
benzeen	1	1	1
tolueen	4	4	4
ethylbenzeen	1	0	1
m-xyleen	1	1	1
p-xyleen	0	0	1
o-xyleen	0	0	1
cumeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
cymeen	0	0	< 0.09
propylbenzeen	0	0	0
2-ethyltolueen	0	0	0
3-ethyltolueen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
4-ethyltolueen	0	0	0
1,2,3-trimethylbenzeen	0	0	0
1,2,4-trimethylbenzeen	0	0	< 0.09
1,3,5-trimethylbenzeen	0	0	0
butylbenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
hexaan	< 0.09	< 0.09	< 0.09
heptaan	2	2	4
octaan	1	1	1
nonaan	0	0	0
decaan	1	1	1
undecaan	1	1	1
dodecaan	1	1	0
tridecaan	1	1	0
tetradecaan	1	1	0
pentadecaan	0	0	< 0.09
hexadecaan	0	0	< 0.09
limoneen	2	1	1
trichloromethaan	< 0.09	< 0.09	< 0.09
tetrachloromethaan	0	0	0
1,2-dichloroethaan	< 0.09	0	< 0.09
1,1,1-trichloroethaan	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,1,2-trichloroethaan	< 0.09	< 0.09	< 0.09
trichloroetheen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
tetrachloroetheen	0	< 0.09	< 0.09
1,2-dichloropropaan	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,2-dichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,3-dichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,4-dichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,2,3-trichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,2,4-trichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09
1,3,5-trichlorobenzeen	< 0.09	< 0.09	< 0.09

WONING 2	Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	tv voorzijde woonkamer	gang	balkon achterzijde
benzeen	4	3	1
tolueen	22	18	3
ethylbenzeen	3	2	0
m-xyleen	6	4	1
p-xyleen	3	2	0
o-xyleen	3	2	0
cumeen	0	0	< 0.1
cymeen	0	0	< 0.1
propylbenzeen	1	0	0
2-ethyltolueen	1	1	< 0.1
3-ethyltolueen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
4-ethyltolueen	1	1	0
1,2,3-trimethylbenzeen	1	0	< 0.1
1,2,4-trimethylbenzeen	< 0.1	2	0
1,3,5-trimethylbenzeen	1	1	< 0.1
butylbenzeen	0	0	< 0.1
hexaan	7	6	0
heptaan	196	157	2
octaan	8	6	0
nonaan	1	1	0
decaan	3	3	1
undecaan	8	6	1
dodecaan	9	7	1
tridecaan	2	2	0
tetradecaan	1	1	0
pentadecaan	0	0	< 0.1
hexadecaan	0	0	< 0.1
limoneen ⁵	4	4	< 0.1
trichloromethaan	< 0.1	< 0.1	< 0.1
tetrachloromethaan	0	0	0
1,2-dichloroethaan	1	1	< 0.1
1,1,1-trichloroethaan	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,1,2-trichloroethaan	< 0.1	< 0.1	< 0.1
trichloroetheen	1	1	< 0.1
tetrachloroetheen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2-dichloropropaan	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2-dichlorobenzeen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,3-dichlorobenzeen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,4-dichlorobenzeen	0	0	< 0.1
1,2,3-trichlorobenzeen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2,4-trichlorobenzeen	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,3,5-trichlorobenzeen	< 0.1	< 0.1	< 0.1

⁵ Limoneen is een bestanddeel van veel schoonmaakmiddelen

WONING 3

	Concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	woonkamer	lamp in de gang	balkon achterzijde	boom overzijde van de straat
benzeen	4	5	1	1
tolueen	35	39	6	3
ethylbenzeen	6	6	1	0
m-xyleen	14	15	2	1
p-xyleen	7	7	1	0
o-xyleen	6	7	1	0
cumeen	1	1	< 0.2	< 0.2
cymeen	1	1	< 0.2	< 0.2
propylbenzeen	2	3	1	< 0.2
2-ethyltolueen	3	3	1	< 0.2
3-ethyltolueen	< 0.2	3	< 0.2	< 0.2
4-ethyltolueen	5	6	1	0
1,2,3-trimethylbenzeen	2	3	1	< 0.2
1,2,4-trimethylbenzeen	8	8	2	0
1,3,5-trimethylbenzeen	2	2	0	< 0.2
butylbenzeen	1	1	0	< 0.2
hexaan	1	0	0	< 0.2
heptaan	15	16	4	0
octaan	3	3	1	< 0.2
nonaan	11	12	2	< 0.2
decaan	19	21	4	0
undecaan	13	15	3	0
dodecaan	4	4	1	0
tridecaan	2	3	1	< 0.2
tetradecaan	1	2	2	0
pentadecaan	0	0	< 0.2	< 0.2
hexadecaan	0	0	< 0.2	< 0.2
limoneen	2	2	< 0.2	< 0.2
trichloromethaan	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
tetrachloromethaan	0	0	0	0
1,2-dichloroethaan	0	1	< 0.2	< 0.2
1,1,1-trichloroethaan	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,1,2-trichloroethaan	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
trichloroetheen	1	1	< 0.2	< 0.2
tetrachloroetheen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,2-dichloropropaan	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,2-dichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,3-dichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,4-dichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,2,3-trichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,2,4-trichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
1,3,5-trichlorobenzeen	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2

Literatuur

ATSDR. MMG Gasoline. <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg72.html>. Geraadpleegd op 29 juli 2008

Beijk R, Mooibroek D, Hoogerbrugge R. Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2003-2006
RIVM Rapport 680704002/2007

Chemiekaarten. <http://idp.sdu.nl/idp/Curtains/chemiekaarten/>. Geraadpleegd op 24 juli 2008

Dusseldorp A, Bruggen M van. Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu, een update. RIVM rapport 609021043/2007

Peeters E, Boerstra A, Gelderblom A, Hegger C, Jochems D, Kerkhoff R, Odink J, Slob R, Van Strien R. Handboek Binnenmilieu 2007.
<http://www.rivm.nl/milieuportaal/onderwerpen/binnenmilieu/handboek>

BIJLAGE C: Gemeten concentraties ten opzichte van de advieswaarden

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde concentraties uit de drie woningen afgezet tegen de gezondheidkundige advieswaarde. De laatste kolom geeft aan hoeveel keer de concentratie lager is dan de advieswaarde.

	Gemiddelde van de drie woningen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gezondheidkundige advieswaarde in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Factor onderschrijding
Benzeen	3	20	7
Tolueen	20	400	20
Ethylbenzeen	3	770	250
Xylenen	13	870	100
Cumeen	0,4	870	2000
Alkylbenzenen	6	870	143
Hexaan	2,4	200	100
Lagere alkanen	68	18400	250
Hogere alkanen	27	1000	33
Trichloormethaan	0,1	100	1000
1,2-dichloorethaan	0,5	48	100
Trichlooretheen	0,7	200	250
Tetrachlooretheen	0,1	250	2500
1,2-dichloorpropan	0,1	12	125
Trichloorbenzeen	0,4	50	125

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl