

Inventarisatie naar het vóórkomen en gebruik
van en blootstelling aan tetrachloorkoolstof
in Nederlandse bedrijven.

Ir. R. Brouwer
MBL 1988-13

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 32, Amsterdam-Buitenveldert

stamb. nr. 2121
plaats 45-48
datum 31 JAN. 1990

Augustus 1988



SAMENVATTING

Het hier beschreven inventariserend onderzoek is een onderdeel van een gefaseerde aanpak zoals is voorgesteld bij de planning en uitvoering van zg. "Health Hazard Surveys" in de Nederlandse industrie. Doel van het in eerste fase uitgevoerde onderzoek is de Nederlandse situatie ten aanzien van het vóórkomen van, de toepassing van en de mate van beroepsmatige blootstelling aan tetrachloorkoolstof in kaart te brengen. Op basis hiervan kan via weging van de verzamelde gegevens en aantallen potentiëel blootgestelden een uitspraak gedaan worden of, en zo ja in welke mate, gezondheidsrisico's aanwezig of te verwachten zijn en kunnen prioriteiten worden gesteld voor verder onderzoek.

Voor het onderzoek werd gebruik gemaakt van (inter)nationale literatuurgegevens, van statistisch materiaal en gegevens afkomstig van sleutelinformanten.

Uit het onderzoek is gebleken dat het gebruik van tetrachloorkoolstof zich voornamelijk beperkt tot de produktie van freon-11 en -12. In mindere mate wordt tetrachloorkoolstof gebruikt als oplosmiddel, in Nederland met name in laboratoria. Daarnaast is het mogelijk dat werkers op afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI) kans lopen op blootstelling indien tetrachloorkoolstof door derden op het riool geloosd wordt. De belangrijkste risicogroep wordt dan ook gevormd door de medewerkers van laboratoria en AWZI's.

Uit de voorhande zijnde blootstellingsgegevens blijkt dat de advieswaarde van de Werkgroep van Deskundigen niet overschreden wordt (MAC $12,6 \text{ mg/m}^3$). De populatie in de laboratoria en bij de AWZI die mogelijk aan tetrachloorkoolstof wordt blootgesteld, wordt geschat op in totaal 29.000 personen. Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat nader gericht onderzoek naar de blootstelling aan tetrachloorkoolstof niet noodzakelijk is.

INHOUD

	pagina
1. INLEIDING	1
2. FYSISCHE EN CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	3
2.1 Chemische benaming	3
2.2 Synoniemen	3
2.3 CAS-nummer	3
2.4 Structuurformule	3
2.5 Fysische eigenschappen	3
2.6 Conversie factoren	3
3. TOXICOLOGISCHE GEGEVENS	4
3.1 Toxicodynamiek	4
3.2 Toxicokinetiek	4
3.3 Risicogroepen	5
4. GRENSWAARDEN	6
4.1 Arbeidshygiënische grenswaarden	6
4.2 Biologische grenswaarden	6
5. PRODUKTIE, TOEPASSINGSGEBIEDEN EN BLOOTGESTELDE POPULATIE	7
5.1 Productie, import en export	7
5.2 Toepassingsgebieden	7
5.3 Potentiëel blootgestelde populatie	9
6. BLOOTSTELLINGSGEGEVENS	14
6.1 Blootstellingsgegevens bij de productie en gebruik van tetrachloorkoolstof	14
6.2 Blootstellingsgegevens van tetrachloorkoolstof uit andere produkten	15
7. CONCLUSIES	17
REFERENTIES	18

1. INLEIDING

In opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid worden door de afdeling Bedrijfstoxicologie van het Medisch Biologisch Laboratorium (MBL) TNO "Health Hazard Surveys" uitgevoerd. In deze surveys wordt nagegaan in hoeverre in Nederland beroepsmatige blootstelling aan chemische stoffen een gezondheidsrisico met zich meebrengt en in hoeverre dit eventuele risico kan worden beheerst.

In dit kader is o.a. onderzoek verricht in de loodverwerkende industrie en naar het werken met versterkte polyesters. Voor de uitvoering van Health Hazard Surveys in de eerstvolgende jaren werd besloten prioriteit toe te kennen aan stoffen en groepen van stoffen genoemd in de kaderrichtlijn 80/1107/EEG*. Vanwege de gecompliceerdheid en de omvang van de problematiek en de beheersbaarheid van de surveys werd tot een gefaseerde aanpak besloten, te weten:

- een inventarisatiefase;
- een fase van nadere oriëntatie in geselecteerde bedrijfsgroepen en naar bepaalde productieprocessen;
- een fase waarin (meet)methoden (verder) worden ontwikkeld;
- een fase waarin de survey wordt uitgevoerd;
- en tot slot de fase van rapportage en het opstellen van richtlijnen en adviezen.

* In Kaderrichtlijn 80/1107/EEG worden de volgende stoffen genoemd:

arsenicum en verbindingen		acrylonitril
cadmium	"	benzeen
kwik	"	1,4-dichloorbenzeen
lood	"	tetraclormethaan
nikkel	"	trichloormethaan

Dit rapport bevat een verslag van de inventarisatie (als bureau-studie verricht) van gezondheidseffekten en het gebruik van en blootstelling aan tetrachloorkoolstof (tetra) in Nederland.

Hierbij is gebruik gemaakt van (inter)nationale literatuur geselecteerd uit de volgende literatuurbestanden: CISDOC, MEDLARS, CHEMABS, HSELINE, BIOSIS. Daarnaast werd gebruik gemaakt van sleutelinformanten voor het verkrijgen van meer gerichte gegevens over gebruik en toepassingsgebieden van de stof en het aantal potentiëel blootgestelden. Waar mogelijk werden de gegevens aangevuld met statistisch materiaal, merendeels afkomstig van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

Het verslag is opgebouwd uit drie delen: een overzicht van de toxicologische gegevens van tetrachloormethaan en te hanteren grenswaarden (Hoofdstukken 3 en 4), een inventarisatie van het gebruik van tetrachloormethaan en een schatting van het aantal blootgestelden per toepassingsgebied (Hoofdstuk 5) met daarnaast een overzicht van de in de literatuur gevonden blootstellingsgegevens voor de desbetreffende toepassingsgebieden (Hoofdstuk 6). In Hoofdstuk 7 zijn aan de hand van de verzamelde gegevens conclusies getrokken inzake de volgende fasen van de survey.

2. **FYSISCHE EN CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN** [VROM,1987]

2.1 Chemische benaming : tetrachloromethane (IUPAC)

2.2 Synoniemen : tetrachloormethaan; tetrachloorkoolstof; perchloormethaan; chloorkoolstof

2.3 CAS-nummer : 56-23-5

2.4 Stuktuurformule :

$$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$$

2.5 Fysische eigenschappen:

Aggregatietoestand

(20°C) : heldere, kleurloze vloeistof

Chemische formule : CCl_4

Moleculaire massa : 153,82

Smeltpunt : -22,9 °C

Kookpunt (1 bar) : +76,7 °C

Relatieve dichtheid

van de damp (20°C,
1 bar, lucht=1) : 5,3

Oplosbaarheid

(25°C, 1 bar) : 8,0 g/l water, mengbaar met de meeste alifatische oplosmiddelen.

2.6 Conversie Factoren

(25°C, 1 bar) : 1 ppm = 6,41 mg/m³.
1 mg/m³ = 0,156 ppm

3. TOXICOLOGISCHE GEGEVENS

3.1 Toxicokinetiek [VROM,1987; IARC,1979]

Tetrachloorkoolstof wordt snel en goed opgenomen via het maag-darmkanaal (resorptie ca. 100%). Tetrachloorkoolstof wordt langzaam door de longen en de huid opgenomen.

Na opname wordt tetrachloorkoolstof voornamelijk in de vetweefsels opgeslagen. Het wordt, alhoewel in veel lagere concentraties, ook aangetroffen in allerlei organen zoals lever, beenmerg, bloed, hersenen, nieren, hart, milt, spieren, longen en botten. Bovendien vindt covalente binding plaats aan weefselcomponenten van lever, nieren, testis, baarmoeder, slijmvliezen van de vagina en de neus.

Een deel van het opgenomen tetrachloorkoolstof wordt in de lever gemetaboliseerd tot zeer reactieve trichloormethyl- en trichloormethylperoxide radicalen. Een reactie van deze radicalen met weefselmakromolekulen leidt tot de vorming van chloroform en lipideperoxidatie. Vervolgens resulteert een reactie met water in fosgeen, hetgeen uiteenvalt tot CO_2 en zoutzuur.

Tetrachloorkoolstof wordt voornamelijk via de longen uitgescheiden als CO_2 en bij hoge concentraties als onveranderd CCl_4 .

3.2 Toxicodynamiek [VROM,1987; IARC,1979]

Bij mensen, evenals bij dieren, is de lever het belangrijkste doelorgaan. Toediening van tetrachloorkoolstof geeft leverschade (geelzucht) en slecht functioneren van de nieren. Betrouwbare gegevens over expositie ontbreken echter.

Er is voldoende bewijs dat herhaalde toediening van tetrachloorkoolstof leidt tot levercarcinomen. De enkele studies naar teratogeniteit geven geen uitsluitel over de teratogene effecten van tetrachloorkoolstof.

3.3 Risicogroepen [EPA,1982].

Alkohol verhoogt de toxiciteit van tetrachloorkoolstof. In enkele gevallen wordt melding gemaakt voor speciale gevoeligheid voor tetrachloorkoolstof. Het gaat hierbij om mensen die lijden aan long-, darm-, lever-, en nieraandoeningen en diabetes.

4. **GRENSWAARDEN** [VROM, 1987]

4.1 Arbeidshygiënische grenswaarden

In diverse landen zijn voor tetrachloorkoolstof arbeidshygiënische grenswaarden opgesteld. In Nederland wordt op dit moment een tijd-gewogen gemiddelde grenswaarde (MAC) gehanteerd van 12,6 mg/m³ (2 ppm). Deze grenswaarde ligt, vergeleken met andere landen, vrij laag. De NIOSH in de USA hanteert eenzelfde waarde, terwijl in West-Duitsland 65 mg/m³ wordt gebruikt.

4.2 Biologische grenswaarden

Uit de beschikbare gegevens over de toxiciteit van tetrachloorkoolstof bij mensen kan geen uitspraak worden gedaan over een biologische grenswaarde. Er zijn geen onderzoeken beschreven waarin gebruik gemaakt werd van biologische monitoring.

5. **PRODUKTIE, TOEPASSINGSGEBIEDEN EN BLOOTGESTELDE POPULATIE**

5.1 Produktie, import en export

De synthese vindt op dit moment plaats via een drietal methoden: (1) chlorering van korte koolwaterstoffen als co-produkt van tetrachlooretheen (USA, West-Europa, Japan); (2) chlorering van methaan (USA, Japan); (3) chlorering van koolstofdissulfide (USA, Japan).

Tetrachloorkoolstof wordt geproduceerd met een zuiverheid van meer dan 99% waarbij de onzuiverheid bestaat uit andere gechloreerde koolwaterstoffen.

In 1981 bedroeg de wereldproduktie van tetrachloorkoolstof 1 miljard kg. Voornaamste producenten zijn de EG (372 miljoen kg), USA (322 milj. kg) en de Sowjet-Unie (50 milj. kg).

In Nederland werd in 1981 naar schatting 17 miljoen kg geproduceerd als co-produkt van tetrachlooretheen. Aangenomen wordt dat bij deze co-produktie 55% van de grondstof wordt omgezet in tetrachloorkoolstof [VROM,1987]. In datzelfde jaar werd tevens 17 milj. kg geïmporteerd en er werd nauwelijks geëxporteerd, zodat 34 milj. kg voor gebruik beschikbaar was.

5.2 Toepassingsgebieden

Evenals chloroform vindt tetrachloorkoolstof zijn toepassing voornamelijk in de produktie van chloorfluorkoolwaterstoffen. Met name worden dichloorfluoromethaan (freon-12) en trifluoromethaan (freon-11) geproduceerd, die gebruikt worden in koelinstallaties, air-conditioning en als "blowing agent" in de produktie van schuimplastics. In Nederland wordt 100% van de geproduceerde tetrachloorkoolstof verwerkt tot bovengenoemde freonen [Van Ogtrop, 1988].

Daarnaast vindt tetrachloorkoolstof zijn toepassing als oplosmiddel in verven en drukinkten en in de farmaceutische industrie e.d., als graanontsmetter en in de produktie van pesticiden.

5.2.1. Tetrachloorkoolstof-produktie

Evenals chloroform is de totale Nederlandse produktie van tetrachloorkoolstof in handen van één bedrijf en vindt plaats in een gesloten systeem. Volgens de VNCI wordt tetrachloorkoolstof gesynthetiseerd door chlorering van methylchloride of propeen. De totaal in Nederland geproduceerde hoeveelheid in 1981 bedroeg 17 milj. kg. Volgens Van Ogtrop (1988) zal de produktie gedurende de komende 5 jaar met 50% afnemen.

5.2.2. Freon-11 en -12-produktie

Beide freonen worden geproduceerd door één bedrijf. De totale produktiecapaciteit van deze freonen bij dit bedrijf bedroeg in 1985 27,5 miljoen kg [Moonen,1988] De komende jaren zal de produktie van deze freonen worden beperkt.

5.2.3. Farmaceutische industrie

Uit verkregen informatie van de overkoepelende organisatie voor de farmaceutische industrie [NEFARMA,1987] bleek dat in Nederland tetrachloorkoolstof niet als oplosmiddel in de geneesmiddelen- en cosmeticaproduktie wordt gebruikt.

5.2.4. Verf- en drukinktproduktie.

Tetrachloorkoolstof kwam voor enkele tienden van procenten voor in zogenaamde chloorrubberverven als verontreiniging van chloorrubber [Verfinstituut TNO,1988]. De produktie van chloorrubber is geheel in buitenlandse handen. Bovendien wordt chloorrubber niet meer

m.b.v. tetrachloorkoolstof, maar door direkte chlorering geproduceerd [Gierberg,1988].

Ook in drukinkten, met name diepdrukinkten, kwam tetrachloorkoolstof voor als verontreiniging van chloorrubber.

5.2.5. Pesticideproduktie

Volgens de Nederlandse Vereniging van Bestrijdingsmiddelen Fabrikanten [NEFYTO,1988] is tetrachloorkoolstof niet toegelaten als bestrijdingsmiddel (fumigant)

In verband met de geheimhouding van de synthese van bestrijdingsmiddelen is niet duidelijk of tetrachloorkoolstof als grondstof voor deze middelen wordt gebruikt.

5.3. Potentiëel blootgestelde populatie

Onder potentiëel blootgestelden worden verstaan die mensen, die aan tetrachloorkoolstof kunnen worden blootgesteld, hetzij tengevolge van hun werkzaamheden bij de produktie en gebruik van tetrachloorkoolstof, dan wel door het verblijven in ruimten waar als gevolg van processen of werkzaamheden van andere personen emissie van tetrachloorkoolstof plaats vindt.

5.3.1 Potentiëel blootgestelde populatie bij produktie en gebruik van tetrachloorkoolstof.

De blootstelling aan tetrachloorkoolstof kan voorkomen (a) tijdens de produktie, (b) tijdens de synthese van verbindingen waarbij tetrachloorkoolstof als grondstof wordt gebruikt, (c) bij het gebruik als oplosmiddel. Een overzicht van het totaal aantal bedrijven en werknemers in Nederland van de van belang zijnde bedrijfspgroepen is gegeven in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht van het totaal aantal bedrijven en werknemers in bedrijfsgroepen waar mogelijk blootstelling aan tetrachloorkoolstof door produktie of gebruik in het geding is [CBS,1987].

SBI-code	Bedrijfsgroep	Aantal bedrijven	Aantal werknemers
(a) PRODUKTIE			
29.4	Organisch chemische grondstoffen	64	40900
(b) GRONDSTOF			
29.9	Chemische produkten	62	7500
(c) OPLOSMIDDEL			
			TOTAAL 48400

In bedrijfsgroepen 29.4 en 29.9 gaat het in beide gevallen om één bedrijf (zie paragraaf 5.2). De populatie die een risico loopt blootgesteld te worden aan tetrachloorkoolstof omvat ca. 100 [Van Ogtrop,1988] respectievelijk ca. 30 personen [Moonen,1988].

In Nederland wordt op industriëel niveau tetrachloorkoolstof niet als oplosmiddel gebruikt. Op laboratoriumschaal wordt het echter wel als zodanig gebruikt. In Nederland zijn naar schatting 1100 chemische laboratoria te vinden [KNCV,1988], waar 14000-16000 hoger opgeleide personeelsleden in een laboratorium actief zijn. Van het aantal lager opgeleide medewerkers kon geen schatting gegeven worden, de gegevens ontbraken daarvoor [KNCV,1988]. In de 325 medische laboratoria wordt de risicopopulatie gevormd door ca.

13.000 mensen die regelmatig in het laboratorium werken [SML,1988].

5.3.2 Potentiëel blootgestelde populatie bij verdamping van tetrachloorkoolstof uit andere produkten.

Blootstelling aan tetrachloorkoolstof kan ook optreden doordat het vrijkomt uit andere produkten. Hierbij moet worden gedacht aan lozing op het riool e.d. Het totaal aantal bedrijven en werknemers waar mogelijk blootstelling aan tetrachloorkoolstof via andere produkten in het geding is vermeld in tabel 2.

Tabel 2 Overzicht van het totaal aantal bedrijven en werknemers in bedrijfsgroepen waar mogelijk blootstelling aan tetrachloorkoolstof uit andere produkten in het geding is [CBS,1987].

SBI-code	Bedrijfsgroep	Aantal bedrijven	Aantal werknemers
96.1	Sport	4328 ^a	21000 ^b
98.1	Reinigings- en ontsmettings bedrijven	241	14000 ^b
98.3	Wasserijen, chemische reiniging e.d.	1841	1000 ^b
		TOTAAL	39300

a alleen bedrijven met personeel in loondienst

b CBS,1985

Door chlorering van het water kan na reactie met organische verbindingen tetrachloorkoolstof vrijkomen in zwem- en badinrich-

tingen (n=1000). Vooral mensen werkzaam in de ruimte waar zich de zwemgelegenheid bevindt (zwemonderwijzers) kunnen beroepsmatig aan tetrachloorkoolstof blootgesteld worden. In totaal gaat het hierbij om 4000 banen op full-time basis, hetgeen ongeveer 6000 personen betreft (NVZ,1988)

Blootstelling aan tetrachloorkoolstof bij de verwerking van afvalwater treedt op door lozing van tetrachloorkoolstof op het riool door derden. Het gaat hierbij om 496 inrichtingen voor gemeentelijke kernen (RIZA,1985) waar in totaal naar schatting 800 klaar-meesters werkzaam zijn (Van Sellem,1988).

In bedrijfsgroep 98.3 zijn de chemische wasserijen (SBI 98.32) de werkplekken waar kans bestaat op blootstelling aan tetrachloorkoolstof [VROM,1987]. In deze bedrijfsgroep gaat het om 1500-2000 personen [VCW,1988].

Tot slot zijn de gegevens van de emissieregistratie [TNO & VROM, 1986] nog gebruikt als bijkomende informatie om eventuele omissies in het totaal overzicht van potentiële blootstellingssituaties op te sporen.

5.3.3 Samenvatting

Een overzicht van het geschatte aantal werknemers dat in diverse bedrijfsgroepen aan tetrachloorkoolstof kan worden blootgesteld wordt gegeven in tabel 3.

Tabel 3. Overzicht van de potentiëel beroepsmatig aan tetrachloorkoolstof blootgestelde populatie.

SBI-code	Bedrijfsgroep	Werkplek	Geschat aantal blootgestelden
29.4	Chemische grondstoffenindustrie	tetrachloorkoolstofproductie	100
29.9	Chemische producten industrie	freon11 en -12-productie	30
96.1	Sport	zweminrichtingen	6000 ^a
67.	Hotel, restaurants e.d.	keuken	67800 ^a
93.8	Medische diensten	laboratorium	13000 ^a
97.5	Researchinstellingen	laboratorium	14000-16000 ^a
98.1	Reinigings- en ont-smettingsbedrijven	afvalwaterzuiveringsinstallaties	800
98.3	Wasserijen, chemische reiniging e.d.	chemische wasserij	1500-2000 ^a
TOTAAL			103230-105730

a aantal potentiëel blootgestelden in deze sectoren is het resultaat van "the best estimated guess" van de auteur gebaseerd op de verkregen gegevens.

6. BLOOTSTELLINGSGEGEVENS

6.1 Blootstellingsgegevens bij produktie en gebruik van tetrachloorkoolstof.

Produktie en gebruik.

Literatuurgegevens omtrent de mate van blootstelling van werknemers aan tetrachloorkoolstof tijdens het produktieproces zijn niet gevonden. Bij het gebruik van tetrachloorkoolstof in freonproduktie wordt melding gemaakt van een geval van tetrachloorkoolstofvergiftiging tijdens het vullen van opslagtanks [Barnes & Jones, 1967]. Blootstellingsniveau's worden niet vermeld.

Brugnone e.a. (1983) maakten melding van blootstelling van mensen aan tetrachloorkoolstof bij de produktie van gechloreerde rubber. De concentraties in de ademzone van de werkers lagen tussen de 3,3 en 4,5 mg/m³ over een niet nader gespecificeerde tijdperiode.

Deer e.a. (1987) rapporteren over persoonlijke tijdgewogen gemiddelde blootstellingen aan tetrachloorkoolstof van graan inspecteurs van minder dan 12,8 mg/m³. Tetrachloorkoolstof was toegepast als bestrijdingsmiddel (fumigant).

Oplosmiddelgebruik.

Tetrachloorkoolstof wordt op geringe schaal als oplosmiddel gebruikt. Er zijn geen gegevens bekend over de blootstelling aan tetrachloorkoolstof waarbij het als oplosmiddel op industrieel niveau wordt toegepast.

Over de blootstelling aan tetrachloorkoolstof op laboratoriumniveau daarentegen zijn enkele studies bekend. Taketomo en Grimsrud (1977) en Gunter (1981) hebben metingen verricht op verschillende plaatsen in een laboratorium. Gunter vond concentraties beneden de detectiegrens van 0.01 mg/m³ en Taketomo en Grimsrud vonden een maximale concentratie van 0,09 mg/m³ in een opslagruimte voor chemicaliën.

6.2 Blootstellingsgegevens van tetrachloorkoolstof uit andere producten.

In tabel 4 zijn resultaten weergegeven van metingen naar tetrachloorkoolstof in diverse werkomgevingen.

In de afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI) worden werkplek concentraties genoemd van 0-1,1 mg/m³ [Lurker e.a., 1983 ; Clark e.a., 1981]. Het is aannemelijk dat deze concentraties afhankelijk zijn van de influent concentraties zoals dat bij chloroformblootstelling is waargenomen. Clark e.a. maken echter geen melding van de influent concentraties van tetrachloorkoolstof. In deze studies gaat het om luchtconcentraties gemeten met een stationaire meetopstelling op diverse locaties op het bedrijf. Aangenomen mag worden dat persoonlijke blootstellingen afwijkend zullen zijn, omdat de werkers niet gedurende de gehele werkdag op één locatie aanwezig zijn. De metingen geven volgens de auteurs een indicatie voor kortdurende expositie.

In een Nederlands onderzoek [Scheffers & Jongeneelen, 1981] is bij onderhoudsschilders die met chloorrubberverf werkten een persoonlijke blootstelling aan tetrachloorkoolstof gemeten van 10-17 mg/m³. In een aantal gevallen werd de grenswaarde overschreden. Bij schilders die buiten werkten met deze verf werden blootstellingen gevonden van minder dan 0,5 mg/m³. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het tetrachloorkoolstof gehalte van de chloorrubberverven de laatste jaren is teruggebracht van ruim 1% naar 0%, door een veranderd productieprocédé van de chloorrubber [Verfinstituut TNO, 1988; Gierberg, 1988].

Concentraties waarvan melding gemaakt wordt in de andere werkomgevingen zijn van een niveau waarbij mag worden aangenomen dat van effecten op de gezondheid waarschijnlijk geen sprake zal zijn, omdat ze ver beneden de grenswaarde van 12,6 mg/m³ liggen.

Tabel 4. Resultaten van omgevingsmetingen van tetrachloorkoolstof in diverse werkomgevingen.

Werkomgeving	Concentratie	Bron	Referentie
Restaurants, winkels	0,6-9,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	verhitting van (levensmiddelen en) drinkwater	Takemoto & Grimsrud, 1977
Garages	1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	divers	Takemoto & Grimsrud, 1977
Zweminrichtingen	0,8-1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	reactie van chloor met organische bestanddelen	Ullrich, 1982
Chemische wasserijen	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Takemoto & Grimsrud, 1977
Afvalwaterzuiveringsinstallaties	0-1,1 mg/m^3	lozing op riool	Lurker e.a., 1983 Clark e.a., 1981
Onderhouds-schilderwerk	10-17 mg/m^3	chloorrubberverf	Scheffers & Jongeneelen, 1981

7. CONCLUSIES

Uit de produktie-, import- en exportcijfers blijkt dat de in Nederland beschikbare hoeveelheid tetrachloorkoolstof de laatste jaren nagenoeg gelijk is gebleven. Volgens de producent zal de tetrachloorkoolstof produktie de komende 5 jaar met 50% verminderd worden. Op dit moment wordt 100% van de in Nederland geproduceerde tetrachloorkoolstof gebruikt voor de produktie van freon-11 en -12. Uit de literatuur zijn geen gegevens bekend over de blootstelling aan tetrachloorkoolstof tijdens de produktie. Er wordt melding gemaakt van tetrachloorkoolstofvergiftingen in de freonproduktie, met name bij het vullen van opslagtanks. Dit beperkt zich echter tot incidenten. Tijdens de freonproduktie lijkt de kans op blootstelling zeer gering omdat deze plaats vindt in een gesloten systeem.

De belangrijkste risicopopulatie wordt gevormd door medewerkers van laboratoria en afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's), tezamen 16.000 mensen en onderhoudsschilders (34.000 mensen). Blootstellingen in laboratoria en AWZI's overschrijden echter niet de grenswaarde van $12,6 \text{ mg/m}^3$. In 1981 werden bij onderhoudsschilders, die binnen met chloorrubberverf werkten wel onverschrijdingen waargenomen. De concentratie lagen tussen $10-17 \text{ mg/m}^3$. Doordat het produktieprocédé van chloorrubber veranderd is, komt tetrachloorkoolstof in chloorrubberverven niet meer voor.

Als eindconclusie kan gesteld worden dat, gezien deze blootstellingsgegevens, onder de huidige omstandigheden geen nader onderzoek noodzakelijk is.

REFERENTIES

- Barnes R. & Jones R.C.
Carbon tetrachloride poisoning.
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1967, 28, 557-561.
- Brugnone F., Apostoli P., Perbellini L., Silvestri R. & Cocheo V.
Monitoring of occupational exposure to low concentrations of carbon tetrachloride.
Dev. Toxicol. Environ. Sci. 1983, 11, 575-578.
- CBS, 1987.
Maandstatistiek Industrie, 1987, 8.
- Clark C.S., Bjornson H.S., Holland J.W., Elia V.J., Majeti V.A., Meyer C.R., Balistreri W.F., Van Meer G.L., Gartside P.S., Specker B.L., Linnemann C.C., Jaffa R., Scarpino P.V., Brenner K., Davis-Hoover W.J., Barrett G.W., Anderson T.S. & Alexander D.L.
Evaluation of the health risks associated with the treatment and disposal of municipal wastewater and sludge.
EPA 600/1-80-030, Cincinnati Univ., 1981
- Deer H.M., McJilton C.E. & Harein P.K.
Respiratory exposure of grain inspection workers to carbon tetrachloride fumigant.
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1987, 48, 586-593.
- EPA, 1982.
Health assessment document for carbon tetrachloride (draft).
Environmental protection Agency, EPA-600/8-82-001, Cincinnati, 1982.
- Gierberg, medewerker inktlaboratorium van diepdrukinktproducent.
Persoonlijke Mededeling, 1988.
- IARC, 1979.
IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Some halogenated hydrocarbons. Volume 20, International Agency for Research on Cancer, 1979, Lyon, France.

KNCV, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging, Den Haag, 1988.

Lurker PA et al.

Worker exposure to chlorinated organic compounds from the activated sludge waste-water treatment process.

Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1983, 44, 109-122.

Moonen, produktiemanager.

Persoonlijke mededeling, 1988.

NEFARMA, 1987.

Persoonlijke Mededeling, Nederlandse Associatie voor de Farmaceutische Industrie, Utrecht, 1987.

NEFYTO, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Nederlandse Vereniging van Fabrikanten van Bestrijdingsmiddelen, Den Haag, 1988.

NVZ, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Nederlandse Vereniging Zwembadmedewerkers, Rotterdam, 1988.

Ogtrop H.A.M. van, Afd. Marketing.

Persoonlijke Mededeling. 1988.

RIZA.

Jaaroverzicht AWZI's 1985.

Rijksinstituut Zuivering Afvalwater, Rijkswaterstaat/Dienst Binnenwateren, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad, 1985.

SBI, 1974.

Standaard bedrijfsindeling.

Afd. Informatieverzorging Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg, 1974.

Scheffers T.M.L. & Jongeneelen F.J.

Arbeidshygiënisch onderzoek naar blootstelling van
onderhoudsschilders aan oplosmiddelen.

Stichting Bedrijfsgezondheidszorg voor de Bouwnijverheid
(tegenwoordig Stichting Arbouw), Amsterdam, 1981.

Sellem van, medewerker Waterschap Regge en Dinkel.

Persoonlijke Mededeling, 1988.

SML, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Stichting Medische Laboratoria, Breda,
1988.

Taketomo AP & Grimsrud E.

An analysis of halocarbons in the air of several working and li-
ving environments.

Proc. Mont. Acad. Sci. 1977, 37, 128-134.

TNO & VROM.

Emissieregistratie 1979-1983.

TNO en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer, Leidschendam, 1986.

VCW, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Vereniging van Werkgevers in Chemische
Wasserijen en Ververijen, Tilburg, 1988.

Verfinstituut TNO, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Delft, 1988.

VNCI.

Handboek voor de Chemische Industrie.

Vereniging Nederlandse Chemische Industrie, Leidschendam, 1987.

VROM.

Criteriadocument voor tetrachloormethaan.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu-
beheer, Staatsdrukkerij en uitgeverijbedrijf, Den Haag, 1987.