

Inventarisatie naar het voorkomen en gebruik van
en blootstelling aan chloroform in Nederlandse
bedrijven.

Ir. R. Brouwer
MBL 1988-12

Augustus 1988

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

stamb. nr. 1777
plaats 45-47
datum 31 JAN. 1990

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 uitgevoerd onderzoek is de Nederlandse situatie ten aanzien van het vóórkomen van, de toepassing van en de mate van beroepsmatige blootstelling aan chloroform in kaart te brengen. Op basis hiervan kan via weging van de verzamelde gegevens en aantallen potentiëel blootgestelden een uitspraak gedaan kan 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 chloroform zich voornamelijk beperkt tot de produktie van freon-22. In mindere mate wordt chloroform gebruikt als oplosmiddel, in Nederland met name in laboratoria. De populatie van laboratoriummedewerkers vormt dan ook de belangrijkste risicogroep. De blootstelling is echter sterk afhankelijk van het type laboratorium én vooral van de mensen die ermee omgaan. Indien geen gebruik gemaakt wordt van aanwezige afzuiginstallaties kan de advieswaarden van de Werkgroep van Deskundigen ruimschoots overschreden worden (TGG-8 uur 5 mg/m^3 ; kortdurende overschrijdingswaarde (15 min.) 25 mg/m^3). De populatie in de laboratoria die potentiëel aan chloroform wordt blootgesteld, wordt geschat op 15.000 personen. Uit het onderzoek kan echter geconcludeerd worden dat nader gericht onderzoek naar de blootstelling aan chloroform niet noodzakelijk is.

INHOUD

	pagina
1. INLEIDING	1
2. FYSISCH EN CHEMISCH 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. PRODUCTIE, TOEPASSINGSGEBIEDEN EN BLOOTGESTELDE POPULATIE	7
5.1 Productie, import en export	7
5.2 Toepassingsgebieden	7
5.3 Potentiëel blootgestelde populatie	10
6. BLOOTSTELLINGSGEDEVENS	15
6.1 Blootstellingsgegevens bij productie en gebruik van chloroform	15
6.2 Blootstellingsgegevens bij vorming van chloroform uit andere producten	17
7. CONCLUSIES	19
REFERENTIES	20

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 bedrijfstgroepen 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	"	tetracloormethaan
nikkel	"	trichloormethaan

Dit rapport bevat een verslag van de inventarisatie (als bureau-studie verricht) van gezondheidseffekten en het gebruik van en blootstelling aan trichloormethaan (chloroform) 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 potentiële blootgestelden. Waar mogelijk werden de gegevens aangevuld met statistisch materiaal, merendeels afkomstig van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

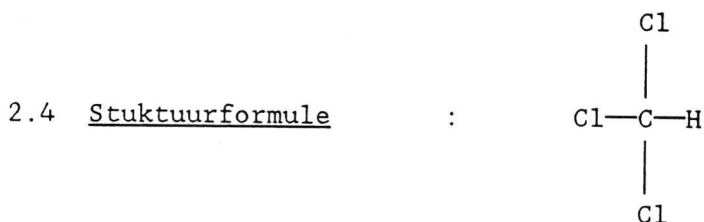
Het verslag is opgebouwd uit drie delen: een overzicht van de toxicologische gegevens van chloroform en te hanteren grenswaarden (Hoofdstukken 3 en 4), een inventarisatie van het gebruik van chloroform en een schatting van het aantal blootgestelden per toepassingsgebied (Hoofdstuk 5) met daarnaast een 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 een survey.

2. FYSISCHE EN CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN [WGD,1987]

2.1 Chemische benaming : trichloromethane (IUPAC)

2.2 Synoniemen : chloroform; methanylchloride;
trichloroform; methyltrichloride;
trichloroformmethaan; formyl trichloride

2.3 CAS-nummer : 67-66-3



2.5 Fysische eigenschappen:

Aggregatietoestand

(20°C) : heldere, kleurloze vloeistof

Chemische formule : CHCl₃

Moleculaire massa : 119,39

Smeltpunt : -63,5 °C

Kookpunt (1 bar) : +61,7 °C

Relatieve dichtheid

van de damp (20°C,
1 bar, lucht=1) : 1,6

Oplosbaarheid

(20°C, 1 bar) : 8,2 g/l water, mengbaar in ethanol en
diethylether

2.6 Conversie Factoren

(25°C, 1 bar) : 1 ppm = 4,89 mg/m³.
1 mg/m³ = 0,206 ppm

3. TOXICOLOGISCHE GEGEVENS

3.1 Toxicokinetiek [WGD,1987; VROM,1987]

Chloroform wordt snel en goed opgenomen via de longen (resorptie 60-80%) en het maag-darmkanaal (resorptie ca. 100%). Chloroform wordt ook door de huid goed geresorbeerd.

Inhalatie is de hoofdroute voor de mens als het gaat om blootstelling in werksituaties. Orale opname is belangrijk in verband met het voorkomen van chloroform in drinkwater en voedingsmiddelen.

Na opname wordt chloroform verdeeld over alle lichaamsweefsels. Maximale concentraties worden gevonden in vet, bloed, lever, longen, nieren en zenuwstelsel. Het passeert bovendien de placenta, want het is gevonden in foetale lever.

Onafhankelijk van de opnameroute wordt chloroform omgezet tot fosgeen, dat voor het grootste deel met water reageert tot zoutzuur en CO_2 . Een kleiner deel van het gevormde fosgeen reageert met cysteïne of glutathion.

Een minder belangrijke route is de transformatie tot koolmonoxide en OTZ (2-oxothiazolidine-4-carboxylzuur).

Chloroform wordt via de longen uitgescheiden als chloroform en CO_2 . De uitscheiding via de urine (OTZ) is zeer gering.

3.2 Toxicodynamiek [WGD,1987; VROM,1987]

Toediening van chloroform aan mensen geeft dezelfde effecten te zien als bij verschillende soorten proefdieren nl. verdoving, al of niet met lever- en nierschade gepaard gaande bij hoge doseringen en leverschade bij herhaalde blootstelling aan lage doseringen.

De laagste beroepsmatige blootstelling [Phoon e.a.,1983] waarbij levertoxiciteit is gerapporteerd, ligt tussen 80 en 160 mg/m³ over een periode van minder dan 4 maanden en tussen 10 en 1000 mg/m³ over een periode van 1-4 jaar [Bomski e.a.,1967].

Chloroform wordt in verschillende typen testen overwegend als niet-mutageen gekarakteriseerd. De carcinogene en reproductieve effecten komen pas tot uiting wanneer cytotoxische doseringen in het geding zijn.

3.3 Risicogroepen

In de literatuur wordt binnen de groep mensen die beroepsmatig blootgesteld wordt aan chloroform geen extra risicogroep genoemd op grond van predispositie, overgevoeligheid of erfelijkheid. Echter, personen met lever- of nieraandoeningen kunnen extra risico lopen bij blootstelling [WGD,1987].

4. GRENSWAARDEN

4.1 Arbeidshygiënische grenswaarden [WGD,1987]

In diverse landen zijn voor chloroform arbeidshygiënische grenswaarden opgesteld. In Nederland wordt op dit moment een tijdgewogen gemiddelde grenswaarde gehanteerd van 10 ppm (50 mg/m^3). Een voorstel van de Werkgroep van Deskundigen voor verandering van deze grenswaarde is in behandeling. Deze voorgestelde waarde bedraagt 1 ppm (5 mg/m^3) met een kortdurende overschrijdingwaarde (15 min.) van 5 ppm (25 mg/m^3). Deze waarde is duidelijk lager dan die in een groot aantal Westeuropese landen en de USA.

4.2 Biologische grenswaarden

In de literatuur is een onderzoek beschreven waarin een relatie is onderzocht tussen blootstelling aan chloroform en een biologisch effect bij ratten en muizen [Pereira & Chang,1982; zie ook paragraaf 6.2]. Er zijn echter geen biologische grenswaarden beschreven voor blootstelling van mensen aan chloroform.

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

5.1 Productie, import en export

De synthese van chloroform vindt op dit moment plaats via een tweetal methoden: (1) hydrochlorering van methanol (USA); (2) chlorering van methaan (USA, Japan, Europa).

Chloroform kan verontreinigd zijn met: broomchloormethaan, broomdichloormethaan, broomdichloorethaan, tetrachloorkoolstof, dibroomdichloorethaan, dibroomdichloormethaan, 1,1-dichloorethaan, 1,2-dichloorethaan, vinylidene chloride, 1,2-dichlooretheen (cis en trans), dichloormethaan, diethylcarbonaat, ethylbenzeen, 2-methoxyethanol, nitromethaan, pyridine, trichloorethyleen en xyleen (ortho, meta en para) [IARC,1979].

In 1981 bedroeg de wereldproductie om en nabij de 650 miljoen kg. De belangrijkste landen hierbij zijn USA (160 milj. kg), Japan (38 milj. kg) en de EG (95 milj. kg) [VROM,1987]

In Nederland werd in 1981 8 milj. kg chloroform geproduceerd, 7 milj. kg geïmporteerd en 2 milj. kg geëxporteerd. Voor gebruik was in Nederland dus 13 milj. kg beschikbaar [VROM,1987]

5.2 Toepassingsgebieden [IARC,1979; VROM,1987]

Chloroform vindt voornamelijk toepassing in de productie van chloordifluorkoolstof (freon-22), dat gebruikt wordt in koelinstallaties, air-conditioning, als koelvloeistof in pompen, centrifuges e.d. en in de synthese van plastics (fluorkoolwatertofpolymeren). Daarnaast vindt chloroform toepassing in de farmaceutische industrie waar het wordt toegevoegd aan geneesmiddelen en cosmetica (inclusief tandpasta). In 1976 is dit gebruik verboden in de USA [EPA,1976]. In dezelfde industrietak wordt het ook gebruikt als extractiemiddel voor antibiotica, vitaminen en geuren en smaakstoffen.

Chloroform is tevens graanontsmettingmiddel (fumigant), oplosmiddel voor b.v. bestrijdingsmiddelen en tussenprodukt in de verf- en pesticidebereiding.

Het oplozend vermogen van chloroform wordt ook toegepast in de oppervlakte behandeling van materialen, m.n. metalen [Wolf & Chesnutt, 1987].

In Nederland komen de toepassingen als ontsmettingsmiddel en bestrijdingsmiddel niet voor [VROM, 1987].

Van de Nederlandse chloroformproduktie is 90% bestemd voor de produktie van freon [Van Ogtrop, 1988], de resterende 10% gaat o.a. naar de farmaceutische industrie, laboratoria e.d.

5.2.1. Chloroform-produktie

De produktie van chloroform is in Nederland volledig in handen van één bedrijf [VNCI, 1987], en vindt plaats in een gesloten systeem [Van Ogtrop, 1988]. De in paragraaf 5.1 genoemde produktie in 1981 van ca. de 8 miljoen kg. kwam dus geheel voor rekening van dit bedrijf.

5.2.2 Freon-22-produktie

De freon-22-produktie uit chloroform is in Nederland voorbehouden aan één bedrijf [VNCI, 1987; SRI, 1985]. De totale produktie van freonen van dit bedrijf bedraagt ca. 20 miljoen kg. [Kiliaan, 1988]. De verwachting is dat de produktie de komende jaren zal toenemen als vervanging van de ozonlaag aantastende freonen 113 en 114 die nu nog als drijfgassen worden gebruikt.

5.2.3 Farmaceutische industrie

Uit verkregen informatie van de overkoepelende organisatie voor de farmaceutische industrie [NEFARMA, 1987] bleek dat in Nederland

chloroform niet als additief wordt gebruikt in geneesmiddelen en cosmetica.

Chloroform wordt op industriële schaal niet als extractiemiddel toegepast, wel op laboratoriumschaal.

5.2.4 Verfindustrie

Volgens het Verfinstituut TNO (1988) wordt chloroform niet meer gebruikt in verfprodukten. Vroeger kwam chloroform in enkele tientallen procenten voor als technische verontreiniging van methyleenchloride, dat werd verwerkt in afbijtmiddelen.

5.2.5 Bestrijdingsmiddelenindustrie

Volgens de Nederlandse Vereniging van Bestrijdingsmiddelen Fabrikanten [VROM,1987; NEFYTO,1988] wordt chloroform niet als bestrijdingsmiddel en ook niet als oplosmiddel voor bestrijdingsmiddelen toegepast. In verband met geheimhouding van de synthese van bestrijdingsmiddelen is niet duidelijk of chloroform wél als grondstof voor deze middelen wordt gebruikt.

5.2.6 Oppervlaktebehandelingsbedrijven

Uit de verkregen informatie van de Vereniging voor Oppervlaktebehandeling van Materialen [VOM,1988] wordt chloroform voor zover bekend niet gebruikt voor het ontvetten van metalen. Indien dat wel het geval zou zijn, dan zeer incidenteel.

5.3 Potentiëel blootgestelde populatie

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

5.3.1 Potentiëel blootgestelde populatie bij produktie en gebruik van chloroform.

De blootstelling aan chloroform kan voorkomen (a) tijdens de produktie, (b) tijdens de bereiding van verbindingen uit chloroform (b.v. chloorfluorkoolwaterstoffen), (c) bij het gebruik als oplosmiddel.

Een overzicht van het totaal aantal bedrijven en werknemers in Nederland van de van belang zijnde bedrijfsgroepen is gegeven in tabel 1.

In de 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 chloroform omvat ca. 100 [Van Ogtrop, 1988] respectievelijk ca. 10 personen [Kiliaan, 1988].

In de bedrijfsgroep 93.8 zijn het de medewerkers van de medische laboratoria (SBI 93.86) die het risico lopen blootgesteld te worden aan chloroform. Het gaat hierbij om ongeveer 325 laboratoria met in totaal 8.000 werknemers [NZI, 1986]. De risicopopulatie omvat de laboratoriummedewerkers (ca. 80%) [SML, 1988]. De medische laboratoria waar zeer regelmatig met chloroform wordt gewerkt zijn pathologische laboratoria met in totaal ca. 480 mensen [Marquart, 1988; NZI, 1986]. Dit aantal zou uitgebreid moeten worden met de medewerkers van laboratoria verbonden aan bedrijven en instellingen, veelal zijn dit onderzoekslaboratoria. De totale groep

laboratoriummedewerkers die mogelijk blootgesteld kan worden aan chloroform omvat dan 14000-16000 personen [KNCV,1988].

Tabel 1 Overzicht van het totaal aantal bedrijven en werknemers in bedrijfsgroepen waar mogelijk blootstelling aan chloroform 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			
93.8	Overige medische en dienstverlenende instellingen	2431 ^a	47000 ^b
TOTAAL			95400

^a bedrijven met personeel in loondienst

^b CBS,1985

5.3.2 Potentiëel blootgestelde populatie bij vorming van chloroform uit andere produkten

Blootstelling aan chloroform kan ook optreden via de vorming van chloroform uit andere produkten. Hierbij moet worden gedacht aan de chlorering van drink-, zwem- en afvalwater en aan het bleken

van papier m.b.v. chloor. Het totaal aantal bedrijven en werknemers waar het mogelijk blootstelling aan chloroform door vorming uit andere produkten in het geding is staat in tabel 2.

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

SBI-code	Bedrijfsgroep	Aantal bedrijven	Aantal werknemers
26.1	Papier- en kartonindustrie	31	8300
40.3	Waterleidingbedrijven	30	24000 ^b
96	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 68300

a alleen bedrijven met personeel in loondienst

b CBS,1985

Gezien het feit dat chlorering van het drinkwater plaatsvindt in een gesloten systeem is de kans op blootstelling aan chloroform bij de werkenden in de waterleidingbedrijven te verwaarlozen. Een mogelijk andere aan chloroform uit drinkwater blootgestelde populatie is het keukenpersoneel van restaurant- en hotelbedrijven (SBI 67.). Chloroform kan vrij komen bij het koken van gechlloreerd drinkwater. Deze populatie wordt geschat op 67.800 personen (36.836 bedrijven) [CBS, 1987].

Door de chlorering van water kan chloroform ook vrijkomen in zwembaden en badinrichtingen (n=1000). Vooral mensen werkzaam in de ruimte waar zich de zwemgelegenheid bevindt (zwemonderwijzers) kunnen (beroepsmatig) aan chloroform blootgesteld worden. In totaal gaat het hierbij om 4000 banen op full-time basis, hetgeen ongeveer 6000 personen betreft [NVZ,1988].

Blootstelling aan chloroform bij de verwerking van afvalwater kan op twee manieren optreden. Door lozing van chloroform op het riool door derden en door chlorering van het afvalwater. Het gaat hierbij om 496 inrichtingen voor gemeentelijke kernen [RIZA,1985] waar in totaal naar schatting 800 mensen (klaarmeesters) werkzaam zijn [Van Sellem,1988].

In bedrijfgroep 98.3 zijn de chemische waterijen (SBI 98.32) de werkplekken waar kans bestaat op blootstelling aan chloroform. In chemische waterijen waar tetrachlooretheen gebruikt wordt, worden tevens lage concentraties aan chloroform aangetroffen (zie hoofdstuk 6) [VROM,1987]. In deze bedrijfsgroep gaat het om 1500-2000 personen [VCW,1988].

Tenslotte kan bij het bleken van papier met chloor chloroform ontstaan. Volgens het Vezelinstituut TNO [VROM,1987] wordt dit procédé in Nederland niet toegepast. Blootstelling aan chloroform vindt in deze sector derhalve niet plaats.

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 chloroform kan worden blootgesteld wordt gegeven in tabel 3.

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

SBI-code	Bedrijfsgroep	Werkplek	Geschat aantal blootgestelden
29.4	Chemische grond- stoffenindustrie	chloroformproductie	100
29.9	Chemische produkten industrie	freon-22-productie	10
96.1	Sport	zweminrichtingen	6000 ^a
67.	Hotel, restaurants e.d.	keuken	67800 ^a
93.8	Medische diensten	laboratorium	480
97.5	Researchinstellingen	laboratorium	14000-16000 ^a
98.1	Reinigings- en ont- smettingsbedrijven	afvalwaterzuiverings- installaties	800
98.3	Wasserijen, chemi- sche reiniging e.d.	chemische wasserij	1500-2000 ^a
TOTAAL			90690-93190

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 chloroform.

Produktie en grondstofgebruik.

Literatuurgegevens omtrent de mate van blootstelling van werknemers aan chloroform tijdens het produktieproces en de verwerking van chloroform tot b.v. chloorfluorkoolwaterstoffen, zijn niet gevonden.

Oplosmiddelgebruik.

Door Challen e.a. werd in 1958 gerapporteerd over blootstellingen aan chloroform van 110 tot 1330 mg/m³ in een fabriek voor tabletten waaraan dit chemicalie werd toegevoegd. Er werden zelfs piekconcentraties gemeten van 5680 mg/m³.

Wat recenter [Bomski e.a., 1967] werden in de farmaceutische industrie waar chloroform als oplosmiddel werd gebruikt, blootstellingen gemeten van 10 tot 1000 mg/m³.

In 1983 rapporteerden Phoon en medewerkers in bedrijven waar chloroform gebruikt werd als oplosmiddel voor een kleefmiddel en als ontvettingsmiddel, exposities van respectievelijk 80-160 mg/m³ en meer dan 1950 mg/m³.

Pryor en Thoburn (1982) waren niet in staat chloroformexpositie aan te tonen bij het gebruik als oplosmiddel bij de insecticidenbereiding. Dit is overigens de enige studie over blootstellingsmetingen van chloroform waarbij het als oplosmiddel op industriëel niveau is toegepast.

Over blootstelling aan chloroform op laboratoriumniveau daarentegen zijn diverse studies verschenen. De resultaten van deze onderzoeken zijn vermeld in tabel 4.

Tabel 4. Resultaten van omgevingsmetingen bij het gebruik van chloroform als oplosmiddel in verschillende laboratoria.

Concentraties chloroform (mg/m ³)	Referentie
2,3-8,6	Taketomo & Grimsrud (1977)
max. 8,1 (PAS)*	Hervin (1977), Salisbury (1982)
0,5-24,9 (TGG-3 uur)**	
0-34,7 (TGG-4 uur)	Hertlein (1980)

* PAS= personal airsample.

** TGG= tijdgewogen gemiddelde.

De resultaten van de metingen van Takemoto & Grimsrud (1977) geven een indicatie van piekbelasting, omdat de monsternameduur "several minutes" bedroeg. Hervin (1977) en Salisbury (1982) hebben in het kader van een Health Hazard Evaluation van de NIOSH in laboratoria luchtconcentraties gemeten variërend van 0,5-24,9 mg/m³. Daarbij dient opgemerkt te worden dat Salisbury de metingen verricht heeft in een laboratorium waar tijdens chloroformgebruik van de afzuiginstallaties gebruik gemaakt werd. De PAS-metingen waren daarbij 0,1 en 0,9 mg/m³, ook de omgevingsmetingen waren lager dan bij Hervin. De metingen van Hertlein (1980) werden verricht op een practicumzaal voor studenten. De tijdgewogen gemiddelde concentraties variëerden zeer sterk van 0-34,7 mg/m³, afgezien van één irreële hoge waarde van 375 mg/m³, waarbij eerder van een piekblootstelling gesproken moet worden omdat de meting slechts 15 minuten bedroeg. De auteur relateert deze waarde door te suggereren dat de pomp defect geweest kan zijn.

6.2 Blootstellingsgegevens bij vorming van chloroform uit andere producten.

In tabel 5 zijn resultaten weergegeven van metingen naar chloroform in diverse werkomgevingen.

Concentraties waarvan melding wordt gemaakt zijn van een niveau, waarbij aangenomen mag worden dat van effecten op de gezondheid waarschijnlijk geen sprake zal zijn, behalve wellicht de concentraties gevonden in afwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's).

De blootstelling bij AWZI's is sterk afhankelijk van de concentratie chloroform in het influent. De metingen van Clark e.a. (1981) vonden plaats bij een 50-maal hogere influent concentratie dan de metingen van van Lurker e.a. (1983). In deze studies gaat het om

Tabel 5. Resultaten van omgevingsmetingen naar chloroform in diverse werkomgevingen.

Werkomgeving	Concentratie	Bron	Referentie
Restaurants, winkels	2-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	verhitting van (levensmiddelen en) drinkwater	Takemoto & Grimsrud, 1977
Chemische wasserijen	8-39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Takemoto & Grimsrud, 1977
Zweminrich- tingen	gem. 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	reactie van chloor met organische be- standdelen	Lahl e.a., 1981 Ullrich, 1982
Afvalwater- zuiverings- installaties	max. 3,4 mg/m^3 max. 0,02 mg/m^3	lozing op riool of chlorering afvalwater	Lurker e.a., 1983 Clark e.a., 1981

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.

Voor de Nederlandse situatie zijn geen gegevens over blootstelling aan chloroform in de openbare literatuur beschreven.

7. CONCLUSIES

Uit de produktie, import en exportcijfers blijkt dat de in Nederland beschikbare hoeveelheid chloroform de laatste jaren nagenoeg gelijk is gebleven. Volgens de producent zal de chloroformproduktie de komende jaren stabiel blijven. Op dit moment wordt 90% van de in Nederland geproduceerde chloroform gebruikt voor de produktie van freon-22. De resterende 10% vindt zijn weg naar o.a. de farmaceutische industrie (buiten Nederland) en laboratoria.

Uit de literatuur zijn geen gegevens bekend over blootstelling aan chloroform tijdens de produktie en de produktie van freon-22. Aangenomen mag worden dat de kans op blootstelling zeer gering is, omdat beide produktievormen in een gesloten systeem plaatsvinden.

Een risicogroep wordt gevormd door de mensen die werkzaam zijn in chemische laboratoria. Tijdens practica, waarbij veel mensen tegelijkertijd met dezelfde werkzaamheden bezig zijn, werden 4 uren TGG-waarden gemeten tot $34,7 \text{ mg/m}^3$, met piekblootstellingen tot 375 mg/m^3 . Deze populatie omvat ongeveer 15.000 personen. In andere chemische laboratoria werden persoonlijke blootstellingen gemeten tot $8,1 \text{ mg/m}^3$, een waarde die de advies grenswaarde benadert. Indien echter chloroform wordt gebruikt onder afzuiging, dan zullen blootstellingsrisico's verwaarloosbaar zijn.

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

REFERENTIES

Bomski H.A., Sobolewska A. & Strakowski A.

Toxische Schaedwirkung der Leber durch Chloroform bei Chemiebetriebswerkern.

Int. Arch. Gewerbepathol. Gewerbehyg. 1967, 24, 127-134.

CBS, 1987.

Maandstatistiek Industrie, 1987, 8.

Challen P.J.R., Hickish D.E. & Bedford J.

Chronic chloroform intoxication.

Br. J. Ind. Med. 1958, 15, 243-249.

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, Ohio, 1981

Hertlein F.

Monitoring airborne contaminants in chemical laboratories.

ACS. Symp. Ser. 1980, 20, 215-230.

Hervin RL.

Hazard evaluation and technical assistance report no. TA 77-33, St. Luke's Hospital.

NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1977

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.

Kiliaan, produktiemanager.

Persoonlijke Mededeling. 1988.

KNCV, 1988.

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

Lahl U., Cetinkaya M., & Duszeln J. von.

Health risks from volatile halogenated hydrocarbons?

Sci. Total Environ. 1981, 20, 171-189

Lurker P.A., Clark C.S., Elia V.J., Gartside P.S. & Kinman R.N.

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

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

Marquart J. arbeidshygiënist.

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.

NZI.

Statistiek personeelssterkte 1985, Algemene en academische ziekenhuizen.

Nationaal Ziekenhuisinstituut, Utrecht, 1986

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

Persoonlijke Mededeling. 1988.

Pereira M.A. & Chang L.W.

Binding of chloroform to mouse and rat hemaglobin.

Chem. Biol. Interact. 1982, 39, 89-99.

Phoon W.H., Goh K.T., Lee L.T., Tan K.T. & Kwoh S.F.

Toxic jaundice from occupational exposure to chloroform.

Med. J. Malaysia, 1983, 38, 31-34.

Pryor P.D. & Thoburn T.W.

Health hazard evaluation report no. HETA-80-137-1145, Shell
Chemical Company, Denver, Colorado.

NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1982.

RIZA.

Jaaroverzicht AWZI's 1985.

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

Salisbury S.

Health hazard evaluation report no. HETA-81-359-1058, National
Fisheries Service, Southeast Fisheries Centre, Charleston
Laboratory.

NIOSH, Cincinnati, 1982.

SBI, 1974.

Standaard bedrijfsindeling.

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

Sellem van, medewerker Waterschap Regge en Dinkel.

Persoonlijke Mededeling, 1988.

SML, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Stichting Medische Laboratoria, Breda,
1988.

SRI-International

Specific Information on chlorodifluoromethane, 1985

Taketomo A.P. & 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.

Ullrich D.

Organohalogenverbindungen in der Luft einiger Berliner Hallenschwimmbäder.

WaBoLu-Berichte, 1982, 1, 50-52.

VCW, 1988.

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

Verfinstituut TNO, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Delft, 1988.

VOM, 1988.

Persoonlijke Mededeling, Vereniging voor Oppervlaktebehandeling van Materialen, Bilthoven, 1988.

VNCI.

Handboek voor de Chemische Industrie.

Vereniging Nederlandse Chemische Industrie, Leidschendam, 1987.

VROM.

Criteriadocument voor chloroform.

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Staatsdrukkerij en uitgeverijbedrijf, Den Haag, 1987.

WGD.

Rapport inzake grenswaarden voor chloroform.

Werkgroep van Deskundigen, Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Voorburg, 1987

Wolf K. & Chesnutt T.W.

Chlorinated solvents: market interactions and regulation.

J. Hazardous Materials, 1987, 15, 137-161.