

CAS 75-69-4
(spec. att.)

gratis
12/12

Werkterreinanalyse van Trichloormonofluormethaan (freon-11)

Uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid,
door de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO

2^e exemplaar nog
niet binnen 19/12

auteurs:

J.M. Boers **

E. Buringh **

R.W.M. Gründemann *

D.C. Heslinga **

H. Hoolboom *

M.W.F. Nielen **

G.W. Stegehuis **

J.I. Walpot **

* NIPG-TNO

** MT-TNO

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

stamb.nr. 89-91
plaats Ser. 4, 547
datum 30 JAN. 1989

december 1988

INHOUD

blz.

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
2. FYSISCH CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN	3
3. VOORKOMEN EN TOEPASSINGEN VAN F-11	5
3.1 Produktie van F-11	5
3.2 F-11 als grondstof voor syntheses	5
3.3 Gebruik van halffabrikaten waarbij blootstelling mogelijk is	5
3.4 Gebruik van F-11	5
3.4.1 Gebruik als enkelvoudige stof	5
3.4.2 Gebruik in mengsels	7
4. WERKWIJZEN IN TECHNISCHE EN ORGANISATORISCHE ZIN	8
4.1 Gebruikelijke processen, machines, gereedschappen	8
4.2 Werkwijzen en blootstellingswijzen	9
4.3 Gebruikelijke technische voorzieningen met het oog op beperking van de risico's	10
5. CONTROLEERBAARHEID (MEET- EN ANALYSEMETHODEN)	11
6. BEHEERSREGIEM MET BETREKKING TOT DE GEZONDHEIDSRISICO'S	12
6.1 Organisaties van fabrikanten en vormen van overleg van werkgevers en werknemers in de betreffende bedrijfspgroepen	12
6.2 Zorgverlening (BVZ en BGZ)	15
7. POTENTIEEL BLOOTGESTELDE POPULATIE	18
7.1 Populatie onderverdeeld naar grootte bedrijven	18
7.2 Populatie onderverdeeld naar produktie- en transport-werknemers en overig personeel	23

Inhoud (vervolg)	<u>blz.</u>
8. BLOOTSTELLINGSNIVEAUS	28
9. ARBEIDSHYGIËNISCHE MAATREGELEN OM BLOOTSTELLING TE BEPERKEN	32
9.1 Techniek	32
9.1.1 Maatregelen in technische zin	32
9.1.2 Kosten van maatregelen in technische zin	35
9.2 Organisatie	36
9.2.1 Maatregelen in organisatorische zin	36
9.2.2 Kosten van maatregelen in organisatorische zin	36
9.3 Andere maatregelen	36
9.3.1 Aanvullende maatregelen	36
9.3.2 Kosten van aanvullende maatregelen	37
LITERATUUR	38
LIJST MET VERKLARING VAN AFKORTINGEN	43
LIJST MET VERKLARING VAN RELEVANTE BEDRIJFSGROEPEN	45

SAMENVATTING

Trichloormonofluormethaan (F-11) wordt in Nederland gemaakt en opgeslagen. Het is in gebruik als drijfgas voor spuitbussen en blaasmiddel voor polyurethaan-schuimen. Een sporadische toepassing van F-11 als ontvettingsmiddel, middel voor chemische reiniging en koelmiddel is niet uit te sluiten.

De huidige MAC-waarde van F-11 is 5600 mg/m^3 . Door de Werkgroep van Deskundigen is voorgesteld deze te verlagen naar 2800 mg/m^3 [3]. Het voorgestelde concentratieniveau is analytisch goed te bepalen.

De blootstellingsniveaus bij de fabricage, distributie en opslag, het vullen en het gebruik van spuitbussen en het "inschuimen" van eindprodukten op een verpakkinglijn liggen in het algemeen (ver) onder de voorgestelde waarde van 2800 mg/m^3 . Door de aard van het gebruik van F-11 zal expositie op vele werkplekken (veelal incidenteel) in de gehele industrie kunnen plaatsvinden. De potentieel blootgestelde populatie omvat aldus enige tienduizenden personen.

Alleen bij de produktie van flexibele schuimen kunnen concentraties optreden die in de buurt komen van de voorgestelde waarde of daarboven uit gaan. De daarbij betrokken mogelijk blootgestelde populatie omvat ongeveer 1500 tot 2000 personen. Met de nodige arbeidshygiënische maatregelen kan een zo laag mogelijke blootstelling gerealiseerd worden en is goed te voorkomen dat ook daar de nieuwe en de huidige MAC-waarde overschreden worden. Per 100 ton F-11 gebruik zal een investering van ongeveer f 150.000,- in een afzuiginstallatie nodig zijn. Indien men in verband met de ozonproblematiek tevens terugwinning gewenst acht, dient op een veelvoud van dit bedrag gerekend te worden.

1. INLEIDING

Het doel van deze werkterreinanalyse voor trichloormonofluormethaan (F-11*) is een beschrijving te geven van de technische en sociaal economische situatie van het gebruik van F-11 in het Nederlandse bedrijfsleven in relatie tot de arbeidshygiënische omstandigheden en - zo mogelijk - de haalbaarheid na te gaan van eventueel noodzakelijk geachte aanpassingen als gevolg van de voorgenomen MAC-verlaging.

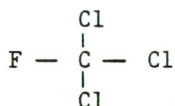
De opzet van dit onderzoek is aan beperkingen onderhevig. Het is een bureaustudie waarbij naast bestudering van de literatuur ook eventueel gesprekken met sleutelinformanten gevoerd worden om een analyse te kunnen maken van de technische en sociaal economische aspecten die de arbeidshygiënische omstandigheden bij het gebruik van F-11 bepalen. Er zijn geen metingen uitgevoerd om eventueel ontbrekende gegevens aan te kunnen vullen.

Voor het opsporen van relevante literatuur is voor F-11 een literatuursearch bij het CID uitgevoerd. Ook via de bibliotheek van het DGA en de daar aanwezige kanalen is gezocht naar rapporten en studies betreffende de stof. Tevens is via het Ministerie van VROM het bestand van de emissie-inventarisatie doorzocht op het voorkomen van gegevens over F-11. Verder is de bij TNO aanwezige "grijze" literatuur gescreend op vermelding van de onderzochte component.

De resultaten van dit onderzoek zijn bedoeld om een bijdrage te leveren aan een standpunt met betrekking tot een grenswaarde van F-11. Voordat aan deze studie gewerkt werd (januari-september 1987) was er al een aanbeveling van de zijde van de WGD om de huidige grenswaarde voor F-11 met een factor twee te verlagen.

Voor een beschrijving van de toxicologische eigenschappen van F-11 wordt verwezen naar het concept WGD rapport van oktober 1986 [3].

* Achteraan dit rapport is een lijst met verklaringen van afkortingen geplaatst.

2. FYSISCH CHEMISCHE GROOTHEDENTrichloormonofluormethaan

synoniemen en handelsnamen

(Engels) : fluorocarbon 11 [2] [1], trichlorofluoromethane [1] [2], F-11 [1], Arcton 9 [1], Freon 11 [1], Frigen 11 [1], Algofrene type 1 [1], trichloromonofluoromethane [1], fluorotrichloromethane [1]

(Nederlands): Fluortrichloormethaan, Trichloorfluormethaan, R 11 [5], freon 11 [5], frigen 11 [5].

molecuulgewicht : 137,4 [2], [3]
137,38 [4]

soortelijke massa : 1,467 g/cm³ [1] bij 25°C
1,476 g/cm³ [3] bij 25°C
1,49 g/cm³ [4] bij 20°C
1,5 g/cm³ [5]

Smeltpunt : -111°C [5]

Kookpunt : 23,77°C [4]
23,8 °C [2], [3]
23,82°C [1]
24°C [5]

relatieve dampdichtheid t.o.v. lucht : 4,8 [5]

dampdruk bij 0°C : 40,2 kPa [4]
bij 20°C : 89,0 kPa [1], [4]
bij 20°C : 91,0 kPa [3], [5]
bij 60°C : 176 kPa [4]
bij 140°C : 1785 kPa [4]

vlampunt : niet ontvlambaar [5]

CAS-nummer : 75-69-4

vóórkomen bij kamertem-
peratuur (20°C) : kleurloze vloeistof [5]

reukgrens : 5600 mg/m³ [13]

3. VOORKOMEN EN TOEPASSINGEN VAN F-11

Elk hoofdstuk wordt onderverdeeld in enige onderdelen die samenhangen met het gebruik en de toepassing van F-11. Behandeld worden: productie en op- en overslag, gebruik als drijfgas voor spuitbussen, de toepassing als blaasmiddel voor schuimen, als koelvloeistof en als middel voor chemische reiniging.

3.1 PRODUKTIE VAN F-11

In Nederland vindt zover bekend productie van F-11 plaats in slechts één bedrijf. Nog eens drie bedrijven zijn betrokken bij de distributie en opslag. In totaal bedraagt het verbruik in Nederland ongeveer 10.000 ton CFK's per jaar [6]. In 1986 werd 14.900 ton CFK's geïmporteerd [21]. In verband met het recht op de anonimiteit van het betrokken bedrijf worden door het CBS geen productiegegevens verstrekt. Geschat wordt dat F-11 50-75% van de gebruikte freonen omvat.

3.2 F-11 ALS GRONDSTOF VOOR SYNTHESSES

Van F-11 is geen gebruik bekend als grondstof voor syntheses. Deze mogelijke toepassing kan dus in Nederland uitgesloten worden geacht.

3.3 GEBRUIK VAN HALFFABRIKATEN WAARBIJ BLOOTSTELLING MOGELIJK IS

Bij F-11 kan niet gesproken worden van bepaalde halffabrikaten waarbij blootstelling mogelijk is. Een mogelijke bron van F-11, emissie uit flexibele polyurethaan-schuimen, komt in 3.4.1 aan de orde.

3.4 GEBRUIK VAN F-11

3.4.1 Gebruik als enkelvoudige stof

Als enkelvoudige stof vindt F-11 voornamelijk toepassing als drijfgas in spuitbussen, als blaasmiddel voor PUR-schuimen, als ontvettingsmiddel of als middel voor chemische reiniging.

Eén belangrijke toepassing van F-11 is die als drijfgas. Ongeveer 2000 ton F-11 per jaar wordt in spuitbussen verwerkt (bedrijfsgroepen 29.0, 29.4, 29.7, 29.8)*.

In verband met de problematiek rond de afbraak van de ozonlaag is het gebruik van F-11 teruggedrongen en slechts 10% van de 60 miljoen jaarlijks in Nederland geproduceerde spuitbussen bevat nog CFK's als drijfgas. Ongeveer driekwart van de drijfgassen bestaat nu uit een butaan/propana mengsel en 20% van de spuitbussen wordt gevuld met DME, een vrij recent ontwikkeld drijfgas. Met F-11 gevulde spuitbussen worden voornamelijk in het buitenland afgezet.

In Nederland zijn er ongeveer 15 bedrijven die zich bezig houden met de vervaardiging en het afvullen van spuitbussen [22]. Slechts de helft daarvan gebruikt soms F-11 als drijfgas.

Als gebruikersgroepen van spuitbussen zijn de bouwnijverheid (51.1) en kappersbedrijven en schoonheidsinstituten (98.4) van belang.

Naar schatting 3000-5000 ton/jaar F-11 wordt gebruikt in de kunststofproducerende en/of verwerkende industrie (bedrijfsgroepen 22.2, 25.3, 25.7, 31.3, 36.2) bij de produktie van polyurethaanschuimen (PUR-schuimen). Het gaat hierbij met name om de bedrijfsgroep 31.3 en bij één bedrijf uit bedrijfsgroep 22.2. Incidenteel worden PUR-schuimen gebruikt in bedrijfsgroep 25.3 en 25.7.

Door het gebruik van kunststofverpakkingen vindt een deel van dit F-11 gebruik plaats in de gehele industrie, naast in de al genoemde bedrijfsgroepen. De kunststoffen zijn onder te verdelen in hard-schuimen en zachtschuimen.

Ontvetten met F-11 komt bijna niet meer voor in de Nederlandse industrie. Uit cijfers van de emissieregistratie van VROM blijkt dat F-11 een algemeen voorkomend ontvettingsmiddel was voor produktie en assemblage van elektronische componenten in de jaren '70.

Uit verder onderzoek is gebleken dat F-11 vrijwel overal is vervangen door F-113. De toepassing van F-11 is daarom hier verder niet van belang.

* Zie de lijst met verklaring van bedrijfsgroepen achterin.

Er is in Nederland één bedrijf dat F-11 toepast voor chemische reiniging (bedrijfssubgroep 23.42).

3.4.2 Gebruik in mengsels

Voor koeling worden, op grond van de koeleigenschappen, voornamelijk F-12 en F-22 gebruikt. F-11 kan sporadisch voorkomen en dan meestal in combinatie met andere componenten [26].

Gezien het grote aantal koelmachines is het niet mogelijk een bedrijfsgroep aan te wijzen waarin blootstelling aan F-11 als gevolg van het normale gebruik van deze machines optreedt. Blootstelling door F-11 vanuit een gesloten koelsysteem kan alleen plaatsvinden door calamiteiten of storingen. Aangezien deze incidenteel plaatsvinden is het niet goed mogelijk deze aspecten in de werkterreinanalyse op te nemen.

Voor installatie en onderhoud van koelinstallaties is de bedrijfsgroep "Overige machine- en apparaten industrie" van belang (SBI 35.9).

Door de totale sector koelmiddelen worden in Nederland jaarlijks ongeveer twee à drieduizend ton CFK's gebruikt. Het aandeel van F-11 hierin is niet nader te specificeren, maar zal zeer gering zijn.

4. WERKWIJZEN IN TECHNISCHE EN ORGANISATORISCHE ZIN

4.1 GEBRUIKELIJKE PROCESSEN, MACHINES, GEREEDSCHAPPEN

De produktie van F-11 vindt plaats in een installatie met gesloten reactor opgesteld in de buitenlucht, waarin bij een temperatuur van ca. 200°C uit een mengsel van HF en tetrachloorkoolstof verschillende CFK's worden gevormd. Via wasstappen en destillatie worden de diverse componenten in zuivere vorm geproduceerd. Opslag geschiedt in tanks.

Drijfgassen in spuitbussen kunnen in een open systeem samen met de te verdrijven component in de bus worden gedoseerd.

Hierbij treden dan verdampingsverliezen op. Na vullen wordt de bus afgedicht.

Veel vaker wordt gasafvulling toegepast waarbij de F-11 via de vernevelaar onder hogere druk wordt ingespoten. Hierbij treedt voor elke spuitbus een verlies op gelijk aan het dode volume tussen de vernevelaar en de vulkop van de vulmachine. Dit volume bedraagt $\frac{1}{2}$ tot 2 cm³.

Afzuiging vindt meestal centraal in de produktiehal plaats waarbij de explosiegeveiligheid of MAC-waarde van de meest van belang zijnde component in de bedrijven als norm wordt gehanteerd.

Zachtschuim (flexibele polyurethaanschuim) wordt geproduceerd in een vrij open systeem door de gemengde componenten in een trog te spuiten waarna reactie plaatsvindt. Het gevormde schuim wordt met een transportband verplaatst en expandeert daarbij verder tot een vast produkt is ontstaan. Dit produkt wordt gesneden in grote blokken (tot 60 m). De blokken worden opgeslagen voor een "curing"-proces dat ongeveer 15 uur duurt. Tijdens dit "curing"-proces is de temperatuur van de blokken vrij hoog (maximaal 165°C). F-11 is het blaasmiddel dat nodig is voor het schuimproces. Het neemt tevens door verdamping een groot deel van de reactiewarmte op.

De produktie van hardschuim verloopt vrijwel op dezelfde wijze. Hoofdzakelijk in de nabewerking treden verschillen op omdat bij de produktie van hardschuimen de uiteindelijke vorm van het produkt direct wordt gerealiseerd, zodat een snijproces achterwege blijft.

Het vullen van een koelinstallatie wordt uitgevoerd door evacuatie van de te vullen installatie en het aansluiten van een voorraadvat. Om de lucht uit de vulleiding te verwijderen wordt een hoeveelheid F-11 door deze leiding geblazen die vrij in de atmosfeer verdampt. Bij sloopwerkzaamheden van koelinstallaties worden niet altijd afdoende maatregelen genomen om emissies te beperken [23].

Bij ontvetten hangt het te ontvetten onderdeel in een bak waar F-11 dampen uit een lager gedeelte van de bak opstijgen en condenseren op het voorwerp. Doordat F-11 zwaarder is dan lucht worden in de praktijk dergelijke systemen veelal open uitgevoerd.

Afzuiging is vaak wel aanwezig hetzij plaatselijk hetzij centraal in de produktieruimte.

Bij de chemische reiniging wordt gebruik gemaakt van een tweebandsysteem met gesloten units die wekelijks gecontroleerd worden op lekkage. De F-11 wordt weer teruggewonnen.

4.2 WERKWIJZEN EN BLOOTSTELLINGSWIJZEN

Gezien het gesloten karakter van het produktieproces worden ten aanzien van F-11 geen specifieke maatregelen genomen met betrekking tot blootstelling. Voor op- en overslag worden gesloten systemen gehanteerd waarbij tijdens aansluiten of afkoppelen wel blootstelling op kan treden. Adem- en vulverliezen worden via aflaten geëmitteerd.

De hoeveelheid F-11 die vrijkomt bij de produktie van kunststoffen hangt sterk af van de soort kunststof die wordt gemaakt. Bij hardschuim met gesloten cellen is de emissie gering, bij zachtschuim kan deze oplopen tot 100% van de oorspronkelijk gedoseerde hoeveelheid F-11.

Gebruikelijk is om plaatselijk of centraal de produktieruimten af te zuigen.

Vooral bij zachte schuimen blijkt er bij het transport van de produktiehal naar de "curing"-ruimte blootstelling op te treden van het verladingspersoneel [10], [24]. Luchtverversing in die ruimte vindt alleen plaats door natuurlijke ventilatie.

Bij schoonmaak- en onderhoudswerkzaamheden en bij het opheffen van storingen kan men andere blootstellingen verwachten. Hierover was echter geen nadere informatie te vinden.

De drijfgassen nodig om de component te verspreiden zullen bij het gebruik van spuitbussen volledig in de werkruimte terecht komen.

Voor de werk- en blootstellingswijzen van de overige F-11 toepassingen wordt verwezen naar 4.1.

4.3 GEBRUIKELIJKE TECHNISCHE VOORZIENINGEN MET HET OOG OP BEPERKING VAN DE RISICO'S

In de aërosolindustrie vindt veelal centrale ventilatie van de produktieruimten plaats. Soms is er een meer plaatselijke afzuiging. In een enkel geval is de produktiehal niet toegankelijk tijdens het vulproces. De meeste maatregelen zijn niet getroffen op grond van de MAC-waarde van F-11 maar op andere gronden. Voor spuitbussen is dat de LEL-waarde van het veel gebruikte butaan/propaan of de MAC-waarde van één van de andere componenten.

Opmerkelijk is dat afzuiging vaak naar boven gericht is terwijl F-11 zwaarder is dan lucht.

Bij de produktie van PUR-schuimen staan met het oog op calamiteiten ademhalingsbeschermingsmiddelen ter beschikking van het personeel.

In zijn algemeenheid valt nog op te merken dat technische voorzieningen om de risico's van het werken met F-11 te beperken vrijwel nergens getroffen zijn op basis van de toxische eigenschappen van F-11. De eventueel genomen maatregelen zijn op andere gronden getroffen. Bij het ontbreken van een duidelijke prikkel tot het nemen van preventieve, technische maatregelen blijken deze in de praktijk veelal niet tot stand te komen.

5. CONTROLEERBAARHEID (MEET- EN ANALYSEMETHODEN)

Voor F-11 is een standaard meet- en analysemethode beschikbaar van NIOSH [25]. Deze methode is gevalideerd in 1976 over een concentratiegebied van 2390-10.500 mg/m³. De CV_T bedraagt 0,072.

Het principe berust op het zuigen van een bekend volume lucht door een koolbuisje om de organische dampen op actieve kool te adsorberen. De actieve kool wordt na monsterneming vervolgens in een klein flesje overgebracht. De F-11 wordt gedesorbeerd met CS₂ en geanalyseerd in een gaschromatograaf met FID-detector.

In het meetvoorschrift wordt aangegeven dat met bovengenoemde methode ook veel kleinere hoeveelheden F-11 nog betrouwbaar gemeten kunnen worden als de desorptie-efficiëntie bekend is. Aangenomen mag worden dat deze bedoelde methode tevens adequaat is voor F-11 bepalingen bij een met een factor twee verlaagde MAC-waarde.

De F-11 concentratie kan ook met een andere, direct afleesbare, methode gemeten worden. Te denken valt aan direct afleesbare apparaten gebaseerd op selectieve infrarood detectie (bijvoorbeeld "Miran"). Bovenstaande methode geeft echter een momentane waarde en houdt mogelijk een verlies in aan selectiviteit en nauwkeurigheid ten opzichte van de door de NIOSH aanbevolen methode.

Afhankelijk van het doel van de meting zal een geschikte methode gekozen dienen te worden.

6. BEHEERSREGIEM MET BETREKKING TOT DE GEZONDHEIDSRISICO'S

6.1 ORGANISATIES VAN FABRIKANTEN EN VORMEN VAN OVERLEG VAN WERKGEVERS EN WERKNEMERS IN DE BETREFFENDE BEDRIJFSGROEPEN

De bedrijven die betrokken zijn bij de produktie, opslag en distributie van F-11, zijn aangesloten bij de VNCI (Vereniging Nederlandse Chemische Industrie).

In het algemeen vindt er binnen de chemische industrie, behalve in de CGGS, geen gestructureerd overleg plaats tussen werkgevers en werknemers over blootstelling aan chemische verbindingen.

Op bedrijfsgroepniveau komt dergelijk overleg evenmin voor, echter wel op bedrijfsniveau (OR en de Commissie Veiligheid, Gezondheid en Welzijn).

In het algemeen is over de beheersing van de risico's in de CAO's binnen deze bedrijfsgroep niets vastgelegd.

In het jaarverslag van de VNCI van 1986 [33] wordt gesignaleerd dat door de dalende tendens van grenswaarden in Nederland het moment genaderd is dat voor veel gebruikte stoffen niet met eenvoudige middelen aan de geadviseerde grenswaarden voldaan kan worden, met als gevolg dat de sociaal-economische afweging een veel zwaarder accent dient te krijgen.

In hetzelfde verslag wordt opgemerkt dat voor de veiligheid in de werksituatie goede voorlichting en onderricht aan de eigen medewerkers vanzelfsprekend onmisbaar zijn. In dit verband wijst men op het overleg, tussen werkgevers en werknemers in COB/SER-verband, over de inhoud van een brochure waarmee deze voorlichting binnen een bedrijf "doeltreffend gestalte kan krijgen, respectievelijk kan worden uitgebreid" (Hoofdstuk 9).

Van de vier bedrijven die betrokken zijn bij de produktie, opslag en distributie van F-11 is bekend dat er ondernemingsraden zijn.

De bedrijven die spuitbussen afvullen met F-11 als drijfgas, zijn aangesloten bij de Nederlandse Aerosolvereniging.

Op internationaal niveau wordt door de Nederlandse Aerosolvereniging, in verband met de aantasting van de ozonlaag, overleg gevoerd

over de haalbaarheid van wereldwijde strategieën tot beperking van de uitworp van CFK's.

Er is in deze branche geen overleg tussen werkgevers en werknemers ten aanzien van de blootstelling van F-11 in de werksituatie. Wel vermeldt het jaarverslag van de Nederlandse Aerosolvereniging van 1986 [34] aandacht voor de opslag en behandeling van brandbare gasen en plannen voor onderzoek naar optredende concentraties van methyleenchloride in aerosolafvalbedrijven.

In ongeveer de helft van de bedrijven, waar bij het afvullen van spuitbussen (nog) met F-11 gewerkt wordt, is een ondernemingsraad.

De bedrijven in de bouwnijverheid (waar gebruik gemaakt wordt van spuitbussen met PUR-schuimen, waarin F-11 wordt toegepast als drijf-gas) zijn veelal aangesloten bij het Algemeen Verbond Bouwnijverheid (AVBB). Als een in dit verband meer specifieke organisatie van werkgevers kan worden genoemd de Vereniging van Erkende Specialisten op Isolatiegebied in Nederland (VESPIN). Bij deze vereniging waren op 31 december 1986 27 isolatiebedrijven aangesloten [35]. Dit betreft slechts een zeer beperkt deel van de bedrijven die zich met isolatiewerkzaamheden bezighouden (zie paragraaf 7.1).

Er is in de bouwnijverheid geen overleg tussen werkgevers en werknemers over blootstelling aan F-11 in de werksituatie.

Slechts iets meer dan een kwart van de werknemers in de burgerlijke en utiliteitsbouw (bedrijfsgroep 51.1) is op bedrijfsniveau vertegenwoordigd door een ondernemingsraad. Bij eveneens ongeveer een kwart van de werknemers in deze bedrijfsgroep is sprake van een beperktere vorm van overleg op bedrijfsniveau.

Bij de specifieke isolatiebedrijven is slechts in geringe mate sprake van formeel overleg tussen de werkgever en de werknemers op bedrijfsniveau. Bij minstens 80% van de bedrijven in deze sector zijn minder dan 20 werknemers in dienst. Slechts drie, in isolatiewerkzaamheden gespecialiseerde bedrijven hebben meer dan 100 werknemers in dienst [31].

Werkgevers in de kappersbranche zijn veelal aangesloten bij de Algemene Nederlandse Kappersorganisatie.

Er is in deze bedrijfsgroep geen overleg tussen werknemers en werkgevers bekend over blootstelling aan F-11 in de werksituatie.

In het jaarverslag van de Algemene Nederlandse Kappersorganisatie [36] wordt niet specifiek ingegaan op de arbeidsomstandigheden van de werknemers in deze branche.

Aangezien 98-99% van de werknemers in de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten (bedrijfsgroep 98.4) werkzaam is bij bedrijven met minder dan 35 werknemers (zie par. 7.1), is van formeel overleg op bedrijfsniveau tussen de werkgever en de werknemers in deze bedrijfsgroep nauwelijks sprake.

De bedrijven die F-11 gebruiken als blaasmiddel voor harde of flexibele PUR-schuimen, zijn veelal aangesloten bij de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen, de Nederlandse Vereniging voor polyurethaanschuimfabrikanten (aangesloten bij de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen), of de Nederlandse Vereniging van Rubber- en Kunststoffabrikanten.

Op Europees niveau wordt door de werkgevers uit deze branche overleg gevoerd over de emissieproblematiek, in verband met de aantasting van de ozonlaag.

Er is geen overleg tussen werkgevers en werknemers over blootstelling aan F-11 in de werksituatie. In verband met mogelijke blootstelling van werknemers tijdens de productie van schuimen is echter onlangs, door de werkgevers aangesloten bij de Nederlandse Vereniging van Rubber- en kunststoffabrikanten, besloten om een meetprogramma ten aanzien van F-11 op te zetten.

In het algemeen is over de beheersing van de risico's in de CAO's binnen deze bedrijfsgroep niets vastgelegd.

Uit de gegevens naar bedrijfsgrootte (zie par. 7.1) kan worden opgemaakt dat ongeveer de helft van de werknemers in de bedrijven waar F-11 als blaasmiddel wordt gehanteerd op bedrijfsniveau vertegenwoordigd wordt door een ondernemingsraad, en dat voor ongeveer een kwart van de werknemers een beperktere vorm van overleg op bedrijfsniveau bestaat.

Bedrijven die bij de installatie en het onderhoud van koelinstallaties te maken hebben met F-11 als koelmiddel, zijn veelal aangesloten bij de NVKL (Nederlandse Vereniging van bedrijven op het gebied van de Koudtechniek en Luchtbehandeling). In het jaarverslag van deze vereniging van 1986 [37] wordt noch aan arbeidsomstandigheden in het algemeen, noch aan blootstelling van werknemers aan chemische stoffen in het bijzonder, aandacht besteed.

Er is in deze branche ook geen overleg bekend tussen werknemers en werkgevers over blootstelling aan F-11 in de werksituatie.

Bij minstens tweederde van de werknemers in de overige machine- en apparatenindustrie (bedrijfsgroep 35.9) is op bedrijfsniveau sprake van een formeel overleg tussen de werkgever en de werknemers. Bij ongeveer de helft van de werknemers in deze bedrijfsgroep betreft dit overleg op ondernemingsraadniveau.

Samenvattend kan gesteld worden dat er in Nederland geen specifiek overleg tussen werkgevers en werknemers plaatsvindt over blootstelling aan F-11 in de werksituatie.

Bij de specifieke isolatiebedrijven en de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten is bovendien slechts in zeer geringe mate sprake van formeel overleg tussen de werkgever en de werknemers op bedrijfsniveau.

N.B.: Aangezien de toepassing van F-11 als ontvettingsmiddel bij de fabricage van elektronische componenten, bij de assemblage daarvan, en bij de chemische reiniging zeer gering is, wordt aan deze toepassing in de hoofdstukken 6 en 7 verder geen aandacht meer besteed.

6.2 ZORGVERLENING (BVZ EN BGZ)

Het bedrijf dat betrokken is bij de produktie van F-11 heeft zowel een bedrijfsarts, een arbeidshygiënist, een milieufunctionaris als een veiligheidsfunctionaris in dienst.

Hetzelfde geldt voor twee van de drie bedrijven die betrokken zijn bij de opslag en distributie van F-11. Het derde bedrijf heeft geen eigen bedrijfsarts, maar is aangesloten bij een bedrijfsgezondheids-

dienst. Wel heeft men een afdeling veiligheid waar ook aandacht besteed wordt aan milieu-aspecten. Er is bij dit bedrijf echter geen functionaris die zich specifiek bezighoudt met arbeidshygiënische zaken.

Bij vier van de zeven bedrijven die spuitbussen afvullen met F-11 als drijfgas is sprake van bedrijfsgezondheidskundige verzorging van de werknemers. Deze verzorging is bij de betreffende bedrijven veelal geregeld door aansluiting bij een bedrijfsgezondheidsdienst. Bij vijf bedrijven is een veiligheidsfunctionaris in dienst.

De werkgevers en werknemers in de bouwnijverheid hebben in 1986 de Stichting Arbouw opgericht, die onder andere als doelstelling heeft veiligheids- en gezondheidsrisico's in de bouw- en nevenbedrijven te verminderen of te voorkomen [38]. In dit kader heeft de Stichting Arbouw onlangs een "beroepssurvey" verricht naar het werk en de werkomstandigheden van de isoleerder in de bouw [31].

De Stichting Arbouw verzorgt verder ook activiteiten in het kader van de bedrijfsgezondheidszorg. Zo hebben alle werknemers in de bouwnijverheid, volgens de CAO-bouwbedrijf 1987/1988 [39], recht op het door de Stichting Arbouw vastgestelde, op het individu-gerichte pakket bedrijfsgezondheidszorg. Dit pakket bevat onder andere intrede- c.q. aanstellingskeuringen en vanaf de leeftijd van 30 jaar periodiek bedrijfsgezondheidskundig onderzoek. Bedrijven met 35 werknemers of meer, die echter in de isolatiesector slechts in beperkte mate voorkomen (zie paragraaf 7.1), zijn bovendien verplicht een Arbo-beleidsplan op te stellen. Het doel van een dergelijke beleidsplan is "het beschermen van de gezondheid van de werknemers in verband met de arbeid als integraal onderdeel van het bedrijfsbeleid" [39, p. 90)]. Er zijn geen specifieke richtlijnen voor F-11-gebruik

Bijna 90% van de werkenden in de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten (bedrijfsgroep 98.4) werkt in bedrijven met minder dan 10 werknemers. Het is niet aannemelijk dat zij onder bedrijfsgezondheidszorg of -veiligheidszorg staan.

In de kunststofverwerkende industrie (bedrijfsgroep 31.3), waar F-11 gebruikt wordt als blaasmiddel, is het merendeel van de werknemers (85%) werkzaam in bedrijven met minder dan 500 werknemers. Dit betekent dat slechts 15% van de werknemers in deze bedrijfsgroep onder verplichte bedrijfsgezondheidszorg valt. Van deze laatste werknemers kan ook worden aangenomen dat zij te maken hebben met bedrijfsveiligheidszorg (zie [32]).

Slechts 14% van de werknemers in de overige machine- en apparatenindustrie (bedrijfsgroep 35.9) die bij de installatie en het onderhoud van koelinstallaties te maken hebben met F-11 als koelmiddel, werkt bij bedrijven met 500 werknemers of meer. Dit betekent dat slechts een gering deel van de werknemers in deze bedrijfsgroep onder verplichte bedrijfsgezondheidszorg valt, en dat slechts van een gering deel van deze werknemers aangenomen mag worden dat zij met bedrijfsveiligheidszorg te maken hebben (zie [32]).

Samenvattend kan worden gesteld dat slechts een gering deel van de werknemers die bij hun werkzaamheden te maken hebben met F-11 onder bedrijfsgezondheids- en bedrijfsveiligheidszorg staan. Deze vormen van zorgverlening ontbreken vrijwel volledig in de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten, en lijken slechts in beperkte mate voor te komen in de kunststofverwerkende industrie en in de overige machine- en apparatenindustrie. Alleen bij bedrijven betrokken bij de productie, opslag en distributie van F-11, en voor wat betreft de bedrijfsgezondheidszorg bij de bedrijven in de bouwnijverheid, lijkt deze zorgverlening afdoende geregeld te zijn.

7. POTENTIEEL BLOOTGESTELDE POPULATIE

7.1 POPULATIE ONDERVERDEELD NAAR GROOTTE VAN BEDRIJVEN

Het bedrijf dat betrokken is bij de produktie van F-11 valt in de categorie van bedrijven met meer dan 500 werknemers.

Hetzelfde geldt voor twee van de drie bedrijven die betrokken zijn bij de opslag en distributie van F-11. Het derde bedrijf valt in de categorie van 100-499 werknemers.

Tabel 1 Toepassing als drijfgas in spuitbussen.
Bedrijfsklasse 29; bedrijfstgroep 29.4, 29.7, 29.8).

Verdeling van de populatie naar bedrijfsgrootte in procenten:

bedrijfsgrootte	bedrijfsklasse/-groepen			
	29	29.4	29.7	29.8
minder dan 10 werknemers	1	-	-	-
10-49 werknemers	5	3	13	6
50-99 werknemers	6	2	6	6
100 werknemers en meer	89	95	77	88
schatting I:				
minder dan 35 werknemers	3- 6	2	5-15	7
35 werknemers en meer	94-97	98	85-95	93
schatting II:				
minder dan 500 werknemers	45	75	88	100
500 werknemers en meer	55	25	12	-

Verdeling van de populatie in aantallen:

bedrijfsgrootte onbekend	2.200	600	200	-
totaal (inclusief onbekend)	75.400	30.100	5.500	1.700

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985
Bron schattingen: Bedrijfsbestand DGA.

Het aantal bedrijven dat F-11 als drijfgas voor het vullen van spuitbussen gebruikt is de laatste jaren sterk afgenomen. Boven- genoemde populatiegegevens geven dan ook geen goed beeld van werkelijk- ke verdeling naar bedrijfsgrootte.

In verband hiermee zijn bij de betreffende bedrijven aanvullende gegevens aangevraagd. Hieruit blijkt dat vier van de zeven bedrijven meer dan 35, maar minder dan 100 werknemers in dienst hebben, één bedrijf valt in de categorie met minder dan 10 werknemers, en de twee overige bedrijven in de categorie 100-499 werknemers vallen.

Tabel 2 Toepassing van spuitbussen met F-11 als drijfgas in de bouw (bedrijfsgroep 51.1).

Verdeling van de populatie naar bedrijfsgrootte in procenten:

bedrijfsgrootte	bedrijfsgroep 51.1
minder dan 10 werknemers	27
10-49 werknemers	33
50-99 werknemers	13
100 werknemers en meer	28
schatting I:	
minder dan 35 werknemers	41-60
35 werknemers en meer	40-59
schatting II:	
minder dan 500 werknemers	94
500 werknemers en meer	6

Verdeling van de populatie in aantallen:

bedrijfsgrootte onbekend	8.800
totaal (inclusief onbekend)	155.700

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985
Bron schattingen: Bedrijfsbestand DGA.

Op 1 januari 1985 waren 637 bedrijven bekend die zich met isolatiewerkzaamheden bezig hielden [31]. Bij minstens 60% van deze bedrijven waren minder dan 10 werknemers in dienst. Drie bedrijven vielen in de categorie van 100-499 werknemers.

Tabel 3 Toepassing van spuitbussen met F-11 als drijfgas in kappersbedrijven, schoonheidsinstituten (bedrijfsgroep 98.4).

Verdeling van de populatie naar bedrijfsgrootte in procenten:

bedrijfsgrootte	bedrijfsgroep 98.4
minder dan 10 werknemers	90
10-49 werknemers	9
50-99 werknemers	< 1
100 werknemers en meer	-
schatting I:	
minder dan 35 werknemers	98-99
35 werknemers en meer	1- 2
schatting II:	
minder dan 500 werknemers	100
500 werknemers en meer	-

Verdeling van de populatie in aantallen:

bedrijfsgrootte onbekend	300
totaal (inclusief onbekend)	29.800

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Bron schattingen: Bedrijfsbestand DGA.

In de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten werkt het merendeel van de werknemers in kleine of zeer kleine bedrijven. Bedrijven met meer dan 100 werknemers komen volgens de CBS-gegevens in deze bedrijfsgroep niet voor.

Volgens het jaarverslag van de Algemene Nederlandse Kappersorganisatie waren er op 1 januari 1986 ongeveer 8.500 kappersbedrijven in Nederland met ongeveer 9.000 vestigingen [36].

Tabel 4 Toepassing als blaasmiddel.
Bedrijfsgroepen: 31.3, 25.3, 25.7, 22.2).

Verdeling van de populatie naar bedrijfsgrootte in procenten:

bedrijfsgrootte	bedrijfsgroepen			
	31.3	25.3	25.7	22.2
minder dan 10 werknemers	9	18	30	-
10-49 werknemers	24	43	45	13
50-99 werknemers	23	17	13	15
100 werknemers en meer	46	23	12	73
schatting I:				
minder dan 35 werknemers	25	37-61	44-75	6
35 werknemers en meer	75	39-63	25-56	94
schatting II:				
minder dan 500 werknemers	85	96	100	87
500 werknemers en meer	15	4	-	13

Verdeling van de populatie in aantallen:

bedrijfsgrootte	31.3	25.3	25.7	22.2
bedrijfsgrootte onbekend	1.000	500	700	200
totaal (inclusief onbekend)	21.600	12.500	18.100	6.400

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Bron schattingen: Bedrijfsbestand DGA.

Zoals in paragraaf 3.4.1 wordt vermeld concentreert het gebruik van F-11 als blaasmiddel zich in de kunststofverwerkende industrie (bedrijfsgroep 31.3). Volgens het jaarverslag van de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen van 1985 [40] waren er in 1984 bijna 300 bedrijven (met meer dan 10 werknemers) in deze sector werkzaam.

In de timmer- en parketvloerenindustrie (bedrijfsgroep 25.3) en in de meubelindustrie (bedrijfsgroep 25.7) lijkt F-11, op basis van de gegevens van de emissieregistratie, slechts in enkele bedrijven gebruikt te worden (grootte: tussen de 100 en 499 werknemers).

In de katoenindustrie (bedrijfsgroep 22.2) wordt F-11 slechts in één bedrijf gebruikt. Het betreffende bedrijf was oorspronkelijk vooral actief in deze branche, maar heeft zich de afgelopen jaren meer beziggehouden met de verwerking van kunststof (grootte van het bedrijf: meer dan 500 werknemers).

Tabel 5 Toepassing als koelmiddel
(Bedrijfsgroep 35.9)

Verdeling van de populatie naar bedrijfsgrootte in procenten:

bedrijfsgrootte	bedrijfsgroep 35.9
minder dan 10 werknemers	6
10-49 werknemers	30
50-99 werknemers	13
100 werknemers en meer	51
schatting I:	
minder dan 35 werknemers	10-33
35 werknemers en meer	67-90
schatting II:	
minder dan 500 werknemers	86
500 werknemers en meer	14

Verdeling van de populatie in aantallen:

bedrijfsgrootte onbekend	1.000
totaal (inclusief onbekend)	26.400

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985
Bron schattingen: Bedrijfsbestand DGA.

Ongeveer een kwart van de werknemers uit deze bedrijfsgroep is betrokken bij de installatie en het onderhoud van koelmachines (bedrijfssubgroep 35.92). De verdeling van de populatie in deze bedrijfssubgroep naar bedrijfsgrootte lijkt, op basis van gegevens van het bedrijfsbestand van DGA, grotendeels overeen te komen met de hierboven vermelde gegevens. Bedrijven met meer dan 500 werknemers lijken in de bedrijfssubgroep echter niet voor te komen. Volgens het bedrijfsbestand van DGA waren er begin 1987 200 à 250 bedrijven in deze bedrijfssubgroep.

7.2 POPULATIE ONDERVERDEELD NAAR PRODUKTIE- EN TRANSPORTWERKNEMERS ENER-
ZIJDS EN OVERIG PERSONEEL ANDERZIJDS

Bij het bedrijf waar F-11 geproduceerd wordt zijn ruim 25 werknemers direct of indirect bij dit produktieproces of bij het interne transport betrokken.

Bij de drie bedrijven die betrokken zijn bij de opslag en distributie van F-11, hebben enige tientallen werknemers bij hun werkzaamheden te maken met deze stof.

Tabel 6 Toepassing als bedrijfsgas in spuitbussen.
Bedrijfsklasse 29; bedrijfsgroepen 29.4, 29.7, 29.8).

Verdeling van de populatie naar beroepstak:

beroepstak	bedrijfsklasse/-groepen			
	29	29.4	29.7	29.8
- aantal ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	34.200	14.800	2.200	800
- aantal overige functies	40.800	15.000	3.800	900
- perc. ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	46%	50%	44%	47%
- perc. overige functies	54%	50%	56%	53%
beroep onbekend	400	300	-	-
totaal (inclusief onbekend)	75.400	30.100	5.000	1.700

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Het aantal bedrijven dat F-11 als drijfgas in de vulling van spuitbussen gebruikt is de laatste jaren sterk afgenomen. Bovengenoemde populatie populatiegegevens geven dan ook geen goed beeld van de werkelijke population at risk.

In verband hiermee zijn bij de betreffende bedrijven aanvullende gegevens gevraagd. Uit de gegevens blijkt dat bij deze bedrijven ongeveer 100 werknemers direct, en ongeveer 150 werknemers indirect betrokken zijn bij het produktieproces met F-11.

Tabel 7 Toepassing van spuitbussen met F-11 als drijfgas in de bouw (bedrijfsgroep 51.1).

Verdeling van de populatie naar beroepstak:

beroepstak	bedrijfsgroep 51.1
- aantal ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	125.000
- aantal overige functies	30.400
- perc. ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	81%
- perc. overige functies	19%
beroep onbekend	100
totaal (inclusief onbekend)	155.700

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Naar schatting heeft 10% van het aantal ambacht-, industrie-, transport- en verwante werknemers in bedrijfsgroep 51.1 tijdens de werkzaamheden te maken met spuitbussen met PUR-schuimen, waarin F-11 als drijfgas wordt gebruikt. Het gaat hier bovendien in het algemeen slechts om (zeer) incidenteel gebruik.

Slechts 400-500 werknemers in deze bedrijfsgroep hebben meer dan incidenteel te maken met PUR-schuimen [31]. Deze werknemers zijn veelal in dienst bij in isolatiewerkzaamheden gespecialiseerde bedrijven.

Tabel 8 Toepassing van spuitbussen met F-11 als drijfgas in kappersbedrijven en schoonheidsinstituten. (bedrijfsgroep 98.4).

Verdeling van de populatie naar beroepstak:

beroepstak	bedrijfsgroep 98.4
- aantal dienstverlenende functies	29.400
- aantal overige functies	400
- perc. dienstverlenende functies	99%
- perc. overige functies	1%
beroep onbekend	-
totaal (inclusief onbekend)	29.800

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

In kappersbedrijven, schoonheidsinstituten komen andere functies dan dienstverlenende slechts sporadisch voor. Dit betekent dat vrijwel alle werkenden in deze bedrijfsgroep te maken zullen hebben met F-11.

Tabel 9 Toepassing als blaasmiddel.
Bedrijfsgroepen: 31.3, 25.3, 25.7, 22.2).

Verdeling van de populatie naar beroepstak:

beroepstak	bedrijfsgroepen			
	31.3	25.3	25.7	22.2
- aantal ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	15.300	9.400	13.600	4.400
- aantal overige functies	6.300	3.100	4.500	2.000
- perc. ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	71%	75%	75%	69%
- perc. overige functies	29%	25%	25%	31%
beroep onbekend	-	-	< 100	< 100
totaal (inclusief onbekend)	21.600	12.500	18.100	6.400

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Zoals in paragraaf 3.4.1 vermeld is, concentreert het gebruik van F-11 als blaasmiddel zich in de kunststofverwerkende industrie (bedrijfsgroep 31.3), wordt F-11 in de timmer- en parketvloerenindustrie (bedrijfsgroep 25.3) en in de meubelindustrie (bedrijfsgroep 25.7) slechts in enkele bedrijven gebruikt, en heeft het gebruik van F-11 in de katoenindustrie (bedrijfsgroep 22.2) slechts op één bedrijf betrekking.

Naar schatting zijn 1.500 tot 2.000 werknemers uit deze bedrijfs-groepen betrokken bij de productie van schuimen, waarbij F-11 als blaasmiddel wordt gebruikt.

Ongeveer tweederde van deze "population at risk", is werkzaam in de bedrijfsgroep 31.3 (de kunststofverwerkende industrie).

Tabel 10 Toepassing als koelmiddel.
(bedrijfsgroep 35.9).

Verdeling van de populatie naar beroepstak:

beroepstak	bedrijfsgroep 35.9
- aantal ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	16.100
- aantal overige functies	10.300
- perc. ambacht-, industrie-, transport- en verwante functies	61%
- perc. overige functies	39%
beroep onbekend	-
totaal (inclusief onbekend)	26.400

Bron: CBS Arbeidskrachtentelling 1985

Ongeveer 6.000 werknemers uit deze bedrijfsgroep zijn betrokken bij de installatie en het onderhoud van koelmachines. Aangezien F-11 hierbij slechts in beperkte mate gebruikt wordt als koelmiddel, zal de werkelijke "population at risk" slechts uit enkele tientallen werknemers bestaan.

Samenvatting:

In het totaal bedraagt de potentieel aan F-11 blootgestelde populatie enige tienduizenden personen. Met name bij de kappersbedrijven, schoonheidsinstituten en in de bouwnijverheid gaat het hierbij om relatief grote aantallen werknemers (respectievelijk ±29.000 en ±12.500). Maatregelen en voorschriften in verband met de ozonproblematiek zouden kunnen leiden tot een geringer gebruik van F-11 als drijfgas en daarmee tevens tot een verlaging van de blootstelling.

8. BLOOTSTELLINGSNIVEAUS

Er zijn geen metingen bekend van concentraties bij de produktie van F-11 in Nederland.

In een Italiaans chemisch bedrijf [14], waar F-11 gemaakt wordt, werden met persoonsgebonden monsterneming (N=12, monsterduur 2 tot 3 uur) concentraties gemeten die varieerden van 3-1270 mg/m³. De mediaan bedroeg 51 mg/m³. Willekeurig genomen momentane monsters varieerden van 0-130 mg/m³ (N=42) en stationaire monsterneming (N=14, monsterduur 2-3 uur) leverde concentraties op van 2 tot 350 mg/m³.

Alleen voor op- en overslag is in Nederland een meetwaarde bekend bij één van de installaties. Deze concentratie bedroeg 11 mg/m³. Ongeveer 10 werknemers worden hieraan blootgesteld bij de betreffende installatie.

Metingen van F-11 concentraties bij het vullen van spuitbussen in Nederland zijn niet bekend. Geregeld worden soms ofwel zeer giftige ofwel zeer brandbare componenten (butaan/propaanmengsels) in spuitbussen verpakt. Daarop zijn zodanige technische en organisatorische voorzieningen afgestemd dat aangenomen mag worden dat blootstellingen van F-11 tot ruim onder de MAC-waarde beperkt zullen blijven.

Gezien het geringe dode volume dat bij het vullen van spuitbussen wordt aangehouden kan berekend worden dat de concentratie F-11 ver onder de MAC-waarde zal liggen. Uitgaande van een dagproduktie van 30.000 spuitbussen en een dood volume van 2 cm³ (beide getallen zijn een hoge schatting) kan berekend worden dat in een produktiehal maximaal 42 g F-11 per uur zal vrijkomen. Uitgaande van een volume van de hal van 300 m³, een ventilatievoud van 3 maal per uur (beide getallen zijn lage schattingen) en uitgaande van volledige menging, kan een maximale evenwichtsconcentratie van ongeveer 50 mg/m³ berekend worden.

In enkele bedrijven vindt tevens beperking van de blootstelling plaats doordat in de produktiehal tijdens het afvullen géén mensen aanwezig zijn.

Metingen van F-11 concentraties bij het gebruik als drijfgas in spuitbussen zijn in Nederland niet bekend.

In de buitenlandse literatuur zijn wel schaarse gegevens te vinden. Bij een spuitgietsbedrijf voor plastic voorwerpen in de VS worden soms spuitbussen gebruikt met een middel op siliconenbasis en F-11 als drijfgas [18]. De vormen van de te gieten voorwerpen worden bespoten om het loslaten gemakkelijker te laten plaatsvinden. De freonconcentraties varieerden van 6 tot 80 mg/m³ (N=7, monsterduur 20 minuten tot bijna 5 uur).

Bij een bedrijf dat isolatoren maakt voor de elektrotechnische industrie worden de vormen bespoten met behulp van een spuitbus waarin een siliconenmengsel en F-11 als drijfgas zit, om de vormen goed te kunnen lossen. Uurmonsters (N=2) leverden een concentratie op van 40 en 100 mg/m³. De werkdagmonsters (N=2) waren 10 en 20 mg/m³.

Ook bij schoonheidssalons kunnen regelmatig spuitbussen gebruikt worden. In de VS zijn bij schoonheidsspecialistes (N=6) in één bedrijf de daggemiddelde F-11 concentraties gemeten [19]. De blootstelling lag tussen 10 en 40 mg/m³.

Er zijn niet veel metingen bekend van de F-11 concentraties bij het gebruik als blaasmiddel.

In [10] wordt aangegeven dat de concentratie in één van de flexibele PUR-schuimbedrijven onder de huidige MAC-waarde ligt. Bij andere kunststoffenproducerende bedrijven blijkt in de "curing"-hal een concentratie van ongeveer 5600 mg/m³ (dus de huidige MAC-waarde) voor te komen op ademhoogte van de werknemers [24]. Op vloerniveau kan die concentratie oplopen tot enkele malen de MAC-waarde.

De technische voorzieningen bij fabricage van harde en flexibele PUR-schuimen zijn met name gericht op het voorkomen van gevaren bij het gebruik van de grondstoffen TDI en MDI. Gezien de uiterst giftige werking van beide stoffen, zijn de MAC-waarden van deze stoffen zeer laag. (TDI: MAC-waarde 0,14 mg/m³ en MDI: MAC-waarde 0,2 mg/m³ [27]). Om aan de MAC-waarden van TDI en MDI te voldoen (wat niet altijd lukt!) is het ventilatievoud in de produktietunnel 4 tot 6 maal per uur met een lichtsnelheid van 1,6 m/s [10]. Tijdens het uitharden zal nog F-11 ontwijken, afhankelijk van de zachtheid van het geproduceerde polyurethaanschuim.

In de VS worden metingen gerapporteerd van F-11 concentraties bij enige producenten van PUR-schuimen [9] en [10]. De hoogste concentraties F-11 worden gemeten bij de zachtste schuimen. Bij productie en snijden lagen de concentraties tussen 80 en 1100 mg/m³ [9]. Bij uitharden worden concentraties gemeten van 1700-3400 mg/m³ [9]. In [11] worden met een OVA concentraties gemeten, met een maximum van 550 ppm. De hoogste waarde werd gevonden bij opslag van zachte polyolefinschuimen. Herleiding van deze OVA-concentraties tot concentraties aan F-11 leidt tot een maximum van 1800 mg/m³.

Zowel de in [9] als [11] gerapporteerde concentraties betreffen volgens de auteur redelijk representatieve bedrijven waarbij de arbeidshygiëne goed verzorgd was.

Bij een ander bedrijf van PUR-schuimen in de VS waren de TDI-concentraties te hoog [16]. De F-11 concentraties varieerden van 0,3 tot 8 mg/m³ (N=18). Tijdens het inspectiebezoek bij het betreffende bedrijf werd geconstateerd dat afzuiging onvoldoende was en dat persoonlijke beschermingsmiddelen niet gebruikt werden.

Van het gebruik van F-11 als blaasmiddel bij verpakkingen is één Nederlandse meting bekend. Bij de verpakkinglijn werden breekbare apparaten ingeschuimd. Het schuim ontstond uit MDI, en een mengsel van polyolen, water, 15% F-11 en diethylethanolamine. Er was een lokale spleetafzuiging. De concentraties F-11 lagen tussen 11 en 20 mg/m³ [8].

Ook in de bouw wordt vrij veel PUR-schuim toegepast [20]. Daarbij maakt men meestal gebruik van een voorgepolymeriseerd (ééncomponent-) schuim dat aanzienlijk minder risico's oplevert dan schuimproductie uit MDI of TDI. Geschat wordt dat er per jaar ongeveer een miljoen spuitbussen met PUR-schuim in de bouw gebruikt worden om kieren te dichten of zaken vast te zetten. Er bestaan ook bedrijven die zich gespecialiseerd hebben in het maken van afdichtingen met PUR-schuimen. Deze bedrijven zijn met name actief in de nieuwbouwsector. Bij verreweg de meeste toepassingen mag aangenomen worden dat de concentraties zeer laag zullen zijn, omdat ramen en deuren ontbreken. Bij incidentele toepassingen in kruipruimten of onder een dakbeschot mogen hogere concentraties verwacht worden. Metingen hiervan zijn echter niet bekend.

Van het gebruik van F-11 bij de chemische reiniging in Nederland zijn geen meetgegevens bekend.

De toepassingen van F-11 als schoonmaak- of ontvettingsmiddel is in Nederland niet aangetroffen. In de VS worden wel enige meetwaarden gerapporteerd bij de reiniging van films voor een TV-omroepmaatschappij. Deze films werden schoongemaakt in ultrasone baden met F-11. Er zijn metingen gedaan op drie locaties [15]. In één ruimte varieerden de kwartiermetingen van 60 tot 2500 mg/m³. De vijfuurs-gemiddelde in de betreffende ruimte was 70 mg/m³. De tweede locatie leverde kwartierwaarden op van 110-280 mg/m³. Op de laatste locatie werden vijfuurswaarden gevonden van 20 tot 140 mg/m³.

Van de koeltechnische industrie en voor het gebruik van F-11 als oplosmiddel zijn geen blootstellingsgegevens bekend uit de Nederlandse industrie. Uit de literatuur blijkt niet dat blootstelling een probleem vormt in deze bedrijfstakken.

Samenvattend kan worden gesteld dat de F-11 concentraties bij de productie, opslag en distributie laag zijn. Ook bij het gebruik van F-11 als blaasmiddel bij een verpakkingslijn zijn lage concentraties gevonden. Slechts in de "curing"-hal, bij kunststofverwerkende bedrijven, kunnen somstijds concentraties rond de huidige MAC-waarde verwacht worden. Toepassing van F-11 als schoonmaak- of ontvettingsmiddel is in Nederland niet aangetroffen.

9. ARBEIDSHYGIËNISCHE MAATREGELEN OM BLOOTSTELLING TE BEPERKEN

9.1 TECHNIEK

9.1.1 Maatregelen in technische zin

Bij de produktie, opslag en distributie van F-11 zijn bij een verlaagde MAC-waarde van 2800 mg/m³ op basis van deze nieuwe MAC-waarde geen specifieke maatregelen in technische zin vereist, aangezien de concentraties waarschijnlijk onder het toekomstige niveau liggen.

In de aërosolindustrie is het gebruik van F-11 beperkt tot gevallen met specifieke toepassingen waarbij drijfgassen zoals dimethylether of propaan/butaan niet bruikbaar zijn. Omdat het niet waarschijnlijk is dat de MAC-waarde wordt overschreden is het niet nodig om op basis van de nieuwe grenswaarde aanvullende maatregelen te nemen.

Bij het gebruik van spuitbussen in de industriële sfeer of in kapsalons zijn concentraties F-11 dusdanig laag dat dit niet tot aanpassingen hoeft te leiden. Ook bij het gebruik in de bouw lijken in het algemeen technische maatregelen om de F-11 concentraties te verlagen overbodig. Voor specifieke gevallen in kleine afgesloten ruimten (kruipruimten, dakbeschoot) dienen wellicht maatregelen genomen te worden (zie 9.3.1). Als dit laatste nodig is, is dit ook bij de huidige MAC-waarde al het geval.

Bij de produktie van schuimen is de afzuiging in het algemeen voldoende om onder de huidige MAC-waarde te blijven. Een betere afdichting van het proces (meer gesloten) is alleen mogelijk als de zichtbaarheid voor de operators voldoende groot blijft. Een verlaging van de grenswaarde met een factor 2 kan een vergroting van de afzuigcapaciteit noodzakelijk maken.

De concentraties F-11 in de "curing"-hal en tijdens het verladen nemen nu al (te) hoge waarden aan en bij een verlaging van de MAC-waarde is een overschrijding daarvan waarschijnlijk. Een volautomatisch transportsysteem van de produktieafdeling naar de "curing"-hal is om economische redenen niet aantrekkelijk. Ook compartimentering biedt voor de bij het transport betrokken heftruckchauffeurs geen

oplossing. Een goede afzuiging op grondniveau lijkt wel een afdoende alternatief te zijn. Wanneer het gewenst is om de emissie van F-11 terug te dringen in verband met de ozonlaagproblematiek is een combinatie van een afzuigstelsel met een terugwin-installatie wellicht zinvol. Een deel van de investeringskosten kan daarmee worden terugverdiend.

Momenteel is vervanging van F-11 door andere blaasmiddelen vanuit technisch en arbeidshygiënisch oogpunt geen reëel alternatief.

Alternatieve drijfgassen voor harde schuimen verminderen volgens zegslieden de specifieke isolerende eigenschappen van het geproduceerde materiaal dusdanig dat het niet zinvol meer zou zijn dit te blijven produceren [29]. Bij zachte schuimen kan ook methyleenchloride gebruikt worden [26]. De MAC-waarde daarvan is echter veel lager dan die van F-11. Het produceren van schuimen met een grotere dichtheid kan de emissie ook enigszins beperken doordat meer blaasmiddel in het produkt opgesloten blijft.

Het is niet bekend of de huidige MAC-waarde in de koeltechnische industrie wordt overschreden [30]. De in de koeltechnische industrie meer algemeen gebruikte F-12 en F-22 hebben een lager kookpunt dan F-11 en respectievelijk een MAC-waarde van 4950 en 3500 mg/m³. Bij overschrijding van de MAC-waarde van F-11 zijn maatregelen ter reductie van de blootstelling F-12 en F-22 ook nodig. In voorkomende gevallen zou een dampretoursysteem, eventueel met een terugwin-mogelijkheid voor F-11, een oplossing zijn.

Tabel 11 Overzicht van enige klassen van arbeidshygiënische maatregelen en toepassingen van F-11 waarbij blootstelling mogelijk is.

Toepassing F-11:	productie	opslag distributie	koel- middel	vullen van spuit- bussen	gebruik van spuit- bussen	blaasmiddel hard PUR- schuim	blaasmiddel middel flexi- bel PUR-schuim
Arbeidshygiënische strategie:							
1. vervanging*							
2. afscherming bron	x	x	x	x		(±)	±
3. afvoeren	x	x		x		(±)	± A
4. afscherming mens							
5. Persoonlijke beschermings- middelen			(A)		(A)		

Legenda:

- x niveau van de arbeidshygiënische maatregelen in het algemeen voldoende.
- ± niveau van de arbeidshygiënische maatregelen voor verbetering vatbaar.
- (±) niveau van de arbeidshygiënische maatregelen soms voor verbetering vatbaar.
- A activiteit nodig.
- (A) activiteit alleen onder zeer specifieke omstandigheden nodig.

* als mogelijkheid niet serieus bestudeerd.

9.1.2 Kosten van maatregelen in technische zin

In de WABTS-nota van het Directoraat Generaal van de Arbeid worden enige klassen van maatregelen beschreven, die in een bepaalde volgorde van voorkeur opgenomen dienen te worden. Bij de hieronder volgende uitwerking van deze paragraaf is niet het complete scala van technische maatregelen bij de berekeningen betrokken. In de eerste plaats omdat, zoals in 9.1.1 is uiteengezet lang niet overal op grond van de lagere MAC-waarde maatregelen gewenst zijn. In de tweede plaats omdat de economische haalbaarheid van sommige weliswaar technisch mogelijke oplossingen op voorhand uitgesloten kan worden. Bedacht dient te worden dat het gaat om de aanpassing van de bedrijfsvoering aan een verlaagde MAC-waarde en niet om het ontwerpen van een nieuw bedrijf. Om bovenstaande redenen heeft de berekening zich beperkt tot een beproefd technisch systeem, waarvan een doeltreffende oplossing verwacht mag worden.

Bij de kosten van maatregelen in technische zin is gekeken naar een afzuigstelsel met vloerroosters in de PUR-schuimindustrie. Men dient te bedenken dat bij de berekeningen eventuele overheidssubsidies en WIR-premies niet zijn verdisconteerd, zodat in de praktijk de kosten lager kunnen uitvallen.

De aanleg en het onderhoud van een ventilatiesysteem brengt de volgende kosten met zich mee:

Investering bij 100 ton F-11 per jaar f 150.000,- (\pm 25%).

Jaarlijkse kosten (marge 25%):

afschrijving (5%, 10 jaar)	f 19.000,-
bedrijfskosten	f 7.500,-
<hr/>	
totaal	f 26.500,-

Een terugwin-installatie voor F-11 vergt een investering van f 625.000,- (\pm 25%) bij een verbruik van 100 ton F-11 per jaar. Het rendement van een dergelijke installatie wordt geschat op maximaal 40%.

Jaarlijkse kosten (marge 25%):

afschrijving (5%, 10 jaar)	f 79.400,-
bedrijfskosten	f 25.000,- +
	f 104.400,-
besparing F-11 (à f 2.540,-/ton)	- 101.600,- -
totaal	f 2.800,-

Het spreekt voor zich dat bij een ander verbruik of rendement de jaarlijkse kosten kunnen afwijken van het bovenstaande.

9.2 ORGANISATIE

9.2.1 Maatregelen in organisatorische zin

Het zou aanbeveling verdienen dat met name de bedrijven in de kunststofproducerende industrie zich aansluiten bij een (gezamenlijke) bedrijfsgezondheidsdienst opdat een minimum aan gezondheids- en veiligheidszorg voor het personeel gegarandeerd is.

Ook branche gerichte voorlichting in de vorm van bijvoorbeeld training en opleiding zou één van de mogelijke maatregelen in organisatorische zin kunnen zijn.

9.2.2 Kosten van maatregelen in organisatorische zin

De kosten van aansluiting bij een (gezamenlijke) BGD bedragen ongeveer f 200,- per jaar per werknemer.

9.3 ANDERE MAATREGELEN

9.3.1 Aanvullende maatregelen

In 9.1.1 en 9.2.1 zijn al de nodige maatregelen genoemd die ook in arbeidshygiënische zin nodig en/of wenselijk zijn.

Bij toepassing van PUR-schuimen in de bouw in afgesloten en kleine ruimten zou het gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen aanbevolen kunnen worden, aangezien technische oplossingen (afzuiging) in dergelijke gevallen moeilijk te realiseren zijn.

Een andere toevoeging die nog gemaakt zou kunnen worden is de waarschuwing tegen de mogelijke gevaren ten gevolge van de thermische ontleding van fluorcarbonverbindingen [12]. Bij blootstelling aan een open vlam of roodgloeiend metaal kunnen de volgende corrosieve en giftige ontledingsprodukten ontstaan: waterstoffluoride, zoutzuur en kleinere hoeveelheden fosgeen en carbonylfluoride. Deze laatste verbinding is onstabiel en wordt onder invloed van vocht snel omgezet in waterstoffluoride en kooldioxide.

9.3.2 Kosten van aanvullende maatregelen

Persoonlijke ademhalingsbeschermingsmiddelen zoals filtermaskers vergen een investering van f 100,- tot f 250,- per werknemer. De jaarlijkse kosten zijn sterk afhankelijk van het gebruik.

LITERATUUR

- [1] Sittig, M. (ed.)(1980).
Priority toxic pollutants, health impacts and allowable limits.
Noyes Data corp. Park Ridge N.J. VS.
- [2] Parmeggiani, L. (ed.) (1983).
Encyclopedia of occupational health and safety.
3rd rev ed. Geneva, ILO.
- [3] Workinggroup of experts (1986).
Recommended occupational exposure limits for trichloro-
fluoromethane.
Voorburg, oktober 1986.
- [4] Bugholz-Meisenheimer, H.; J. Frenzel; R. Pfefferkorn (red.).
Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 4e Aufl.
Band 1-25 (1972-1984)
- [5] NVVK, VI, VNCI (1984).
Chemiekaarten, gegevens voor veilig werken met chemica-
liën.
3e druk
- [6] Scholtens, B. (1987).
Koelsector ontdekt ozonlaag. VN-verdrag voor produktiebe-
perking staat op de tocht.
Artikel in De Volkskrant, zaterdag 27 juni 1987, p. 33.
- [7] Elektrotechnische industrie (1987).
Persoonlijke mededeling. (aan EB)*

* Auteur waaraan persoonlijke mededeling is gedaan wordt aange-
duid met initialen.

- [8] Moons, A.A.M. (1985).
Het voorkomen van verontreinigingen bij de produktie van polyurethaanschuim.
TNO rapport F 2237.
- [9] Ward, R.B. (1975).
The safety of Fluorocarbon blowing agents for polyurethane foams.
J. of Cellular Plastics (Nov./Dec.) p. 313-316.
- [10] Ham, A.C.M. van (1980).
Veiligheidsaspecten bij de produktie van flexibele polyurethaanschuimen.
Scriptie cursus Hogere Veiligheidskunde.
- [11] Ward, R.B. (1975).
Handling fluorocarbon blowing agents safely.
Plastics Engineering (June) p. 51-53.
- [12] Zapp, J.A. (1983).
Fluorocarbons p. 895-897 in Parmeggiani, L. (1983) [2].
- [13] Hümpfner, K. (1974).
Fluorkohlenwasserstoffe - ihre Bedeutung als Lösemittel für die Chemischreinigung.
Arbeitsschutz Nr. 8/9: p. 231-236.
- [14] Brugnone, F.; O. Nardelotto; S. Giudice (1981).
Monitoraggio dell' esposizione professionale a fluorocarburi mediante l'analisi dell'aria alveolare e del sangue.
Medicina del Lavoro 72/6 (1981) p. 480-487.
- [15] Taft, R.M.; M.K. Haring (1979).
Health Hazard Evaluation Determination report.
No HE 78-35-568, American Broadcasting Companies, Inc.
New York. PB 81-150450.

- [16] NIOSH (1985).
Health Hazard Evaluation Report.
HETA80-209-1396 Crain Western, Compton, California
PB 85-179315.
- [17] Wilcox, T.; G.E. Burroughs (1984).
Health Hazard Evaluation Report HETA 78-52-1483.
Westinghouse Corp. Trafford, Pennsylvania. PB 85-220077.
- [18] Burroughs, G.E. (1979).
Health Hazard Evaluation Determination Report He 79-38-624
Dover Molded Products, Inc. Dover Ohio. PB 80-193022.
- [19] Gunter, B.J.; R.A. Rostand; E. Philbin (1976).
Health Hazard Evaluation Determination Report 75-128-262,
Radiant Lady Beauty saloon, Inc. Denver, Colorado.
PB 80-210784.
- [20] Veenstra, S.J. (1987).
Persoonlijke mededeling. (aan EB)
- [21] C.B.S. (1987).
Persoonlijke mededeling. (aan DH)
- [22] Nederlandse Aërosol Vereniging (1983).
Jaarverslag van de Nederlandse Aërosol Vereniging 1983.
- [23] Universiteit Twente (1987).
Persoonlijke mededeling. (aan DH)
- [24] NFK (1987).
Persoonlijke mededeling. (aan DH)
- [25] NIOSH (1984).
Manual of Analytical Methods. 3rd. ed.

- [26] Metra Consultants (1982).
Non-aerosol applications of fluorocarbons in the Netherlands.
Publicatie reeks lucht nr. 3.
- [27] Arbeidsinspectie (1986).
De nationale MAC-lijst 1986.
P-145, Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg.
- [28] Swager, J. (1987).
Algemene maatregelen betreffende CFK-uitworproductie in de EG.
Chemisch weekblad, 29 jan. 1987, p. 30.
- [29] Anonymous (1986).
Letter to the editor.
Cellular Polymers 5, p. 461-467.
- [30] Andersen, K. (1984).
Höga koncentrationer an klorfluorväten (CFC) i kylmontörernas arbetsmiljö.
Scandinavian refrigeration 3, p. 130-143.
- [31] Stichting Arbouw (1987)
Beroepen in de bouw. De isoleerder; een beschrijving van arbeid en arbeidsomstandigheden.
Amsterdam (vertrouwelijk concept).
- [32] Bayens, G.I.H.M. & B.J. Tappèl (1986).
Bedrijfsveiligheidszorg in Nederland. Eindrapport van een onderzoek naar de kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van de bedrijfsveiligheidszorg in grote Nederlandse ondernemingen.
Amsterdam, Stichting "Het veiligheidsinstituut".

- [33] Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (1987).
Jaarverslag 1986. Leidschendam.
- [34] Nederlandse Aerosolvereniging (1987).
Jaarverslag 1986. Tilburg.
- [35] Vereniging van Erkende Specialisten op Isolatiegebied in Nederland (1987).
Jaarverslag 1986. Gouda.
- [36] Algemene Nederlandse Kappersorganisatie (1987).
Jaarverslag 1986. Bunschoten.
- [37] Nederlandse Vereniging van Ondernemingen op het gebied van de Koudetechniek en Luchtbehandeling (1987).
Jaarverslag 1986. Zoetermeer.
- [38] Stichting Arbouw (zonder jaartal).
Het betere werk. Arbeidsomstandigheden in de bouwnijverheid. Amsterdam.
- [39] CAO-bouwbedrijf 1987/1988.
- [40] Nederlandse Federatie voor Kunststoffen (1985).
Jaarboek 1985; 40 jaar ontwikkeling. Woerden.

LIJST MET VERKLARING VAN AFKORTINGEN

AI	Arbeidsinspectie
BGD	Bedrijfsgezondheidsdienst
BGZ	Bedrijfsgezondheidszorg
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz
BRD	Bondsrepubliek Duitsland
BVZ	Bedrijfsveiligheidszorg
CAO	Collectieve arbeidsovereenkomst
CAS	Chemical Abstract Service
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CC14	Tetrachloorkoolstof
CFK's	Chloorfluorkoolwaterstoffen
CGGS	Commissie Grenswaarden Gezondheidsschadelijke Stoffen
CID	Centrum voor Informatie en Documentatie van TNO
CS ₂	Koolstofdisulfide
CV _T	Coëfficiënt of Variation (Total)
DGA	Directoraat Generaal van de Arbeid
DME	Dimethylether
F-11	Trichloormonofluormethaan
F-12	Dichloordifluormethaan
F-22	Chloordifluormethaan
F-113	Trichloortrifluorethaan
FID	Vlamionisatie detector
HSE	Health and Safety Executive
ILO	International Labour Organisation
kPa	kilopascal
LEL	Lower Explosion Limit

MAC	Maximaal Aanvaarde Concentratie
MDI	Methyleendiisocyaan
N	Groepsgrootte in personen of aantal metingen
NFK	Nederlandse Federatie van Kunststoffen
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NVVK	Nederlandse Vereniging van Veiligheidkundigen
OR	Ondernemingsraad
OVA	Organic Vapour Analyser
Pa	pascal
ppm	parts per million
PUR	Polyurethaan
SBI	Standaard Bedrijfsindeling van het CBS
TDI	Tolyeendiisocyaan
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VI	Veiligheidsinstituut
VNCI	Vereniging Nederlandse Chemische Industrie
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VN	Verenigde Naties
VS	Verenigde Staten van Noord-Amerika
WGD	Werkgroep van Deskundigen

LIJST MET VERKLARING RELEVANTE BEDRIJFSGROEPEN

codenummer	Bedrijfsgroep
22.2	Katoenvezelbewerkende fabrieken Katoenspinnerijen Katoentwijnerijen, -spoelerijen, naaigarenfabrieken Katoenweverijen
23.42	Bontfabrieken en bontwerkerijen
25.3	Timmerfabrieken Parket- en hardhoutvloerenfabrieken
25.7	Meubelfabrieken (houten) Grafkistenfabrieken Rietmeubelfabrieken Matrassenfabrieken (geen staaldraad) Woningstoffeerderijen
29.0	Chemische industrie
29.4	Industriële gassenfabrieken Anorganische chemische grondstoffenfabrieken n.e.g. Synthetische reuk- en smaakstoffenfabrieken Organische chemische grondstoffenfabrieken n.e.g.
29.7	Zeep-, was- en reinigingsmiddelenfabrieken Parfumerie- en cosmeticafabrieken
29.8	Chemische bestrijdingsmiddelenfabrieken e.d.
31.3	Kunststofverwerkende fabrieken
35.9	Fabrieken en pompen en compressoren, hydraulische en pneumatische elementen en installaties

- Luchttechnische-, koel- en droogapparatenfabrieken,
 koeltechnische installatiebedrijven (inclusief koel-
 kasten - huishoudelijk)
- Weegwerktuigen- en winkelmachinefabrieken
- Huishoudmachinefabrieken (wasmachines e.d.; overige
 huishoudelijke elektrische apparaten = 3698)
- Appendagefabrieken
- Machine-onderdelenfabrieken n.e.g.
- Machine- en apparatenfabrieken n.e.g.
- Machinereparatiebedrijven n.e.g.
- 36.2 Elektromotoren-, generatoren- en transformatorenfa-
 brieken
- Schakel- en installatiemateriaalfabrieken
- 51.1 Aannemersbedrijven en burgerlijke en utiliteitsbouw
 (algemeen), (standbouw, steigerbouw = 5119)
- Heiersbedrijven
- Betonijzervlechtersbedrijven
- Schoorsteen- en ovenbouwbedrijven
- Dakdekkersbedrijven
- Slopersbedrijven
- Gespecialiseerde aannemersbedrijven B.en U.-bouw
 n.e.g.
- 98.4 Herenkappersbedrijven
- Dameskappersbedrijven
- Dames- en herenkappersbedrijven
- Schoonheidsinstituten (pedicures = 9382)