Ser. 4
S16-1

Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen

Een praktijkoriëntatie
Uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal
van de Arbeid onder coördinatie van
Bureau Humanisering van de Arbeid TNO

Nederlands Instituut voor Arbeidsomstandigheden
NIA0035734

Directoraat-Generaal van de Arbeid

S 16-1

gratis
80-201

Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen

Een praktijkoriëntatie
Uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal
van de Arbeid onder coördinatie van
Bureau Humanisering van de Arbeid TNO

Nederlands Instituut voor
Arbeidsomstandigheden NIA
bibliotheek-documentatie-informatie
De Boelelaan 30, Amsterdam-Buitenveldert
ISSN-nr. 13843
plaats Ser 4. S16-1
datum

november 1986

ONDERZOEKSTEAM

071-178888

Ir. H.A. Smit (projectleider)	Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Ir. M.J.C. Matthijsen	Metaalinstituut TNO
H. Compaan	Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO
drs. P.J. Groenen	Instituut CIVO-Analyse TNO

Medewerking werd verleend door:

dr. D.P. Bruynzeel	Vrije Universiteit Amsterdam, Afdeling Arbeidsdermatologie
dr. W.G. van Ketel	(idem)
dr.ir. G. de Mik	Medisch-Biologisch Laboratorium TNO

Coördinatie:

dr. V.A. Güttinger	Bureau Humanisering van de Arbeid TNO

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

dr. P.B. Koster	voorzitter, Directoraat-Generaal van de Arbeid
M.C.L.C. van Eekelen	secretaris, Directoraat-Generaal van de Arbeid
ing. C.H. Chudaska	Arbeidsinspectie, 7e district
W.L.M. de Kort, bedrijfsarts	Directoraat-Generaal van de Arbeid
ing. P. v.d. Riet	Directoraat-Generaal van de Arbeid
J.P. Wonder, bedrijfsarts	Bedrijfsgezondheidsdienst Amsterdam-Oostenburg
J.A.G. Verhoef	Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie

Inhoudelijk is deze studie een weergave van de bevindingen en conclusies van de onderzoekers.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING

TEN GELEIDE I

1. INLEIDING 1

2. DE UITVOERING VAN HET ONDERZOEK 3
2.1 Selectie en benadering van de bedrijven 3
2.2 Werkwijze bij de bedrijfsbezoeken 4
2.3 Enkele gegevens van bezochte bedrijven 6

3. RESULTATEN 9
3.1 Omgang met metaalbewerkingsvloeistoffen binnen de bedrijven 9
3.1.1 Keuze van de vloeistoffen 9
3.1.2 Onderhoud van de vloeistoffen, periodieke controle en verversing 12
3.1.3 Opslag van nieuwe vloeistoffen en afvalverwerking van gebruikte vloeistoffen 19
3.1.4 Getroffen maatregelen ter beperking van de blootstelling 21
3.2 Blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen: tijdens de metaalbewerking 25
3.3 Chemische bepalingen 35
3.3.1 Nitraat-, nitriet- en NDELA-bepalingen in waterhoudende vloeistoffen 35
3.3.2 PAK-, Chloor- en PCB-bepalingen in zuivere oliën 42
3.4 Bedrijfsgezondheidszorg 47

4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES 50
4.1 Omgang met metaalbewerkingsvloeistoffen binnen de bedrijven 50
4.1.1 Keuze van metaalbewerkingsvloeistoffen 50
4.1.2 Onderhoud 52
4.1.3 Opslag en afvalverwerking 56
4.1.4 Getroffen maatregelen ter beperking van de blootstelling 56
4.2 Beperking van de blootstelling tijdens de metaalbewerking 60
4.3 Rol van de bedrijfsgezondheidszorg 65

5. AANBEVELINGEN TER BEPERKING VAN GEZONDHEIDSRISICO's ... 68

BIJLAGEN

SAMENVATTING

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden als vervolg op een literatuurstudie naar de gezondheidsrisico's van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.
Het onderzoek had tot doel inzicht te verkrijgen in:

- de wijze waarop binnen bedrijven met metaalbewerkingsvloeistoffen wordt omgegaan;
- de wijze van blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen;
- de vorming van schadelijke stoffen in al dan niet gebruikte metaalbewerkingsvloeistoffen;
- de rol van de bedrijfsgezondheidszorg bij de preventie van nadelige gezondheidseffecten.

Er zijn 11 bedrijven bezocht waar regelmatig met metaalbewerkingsvloeistoffen wordt gewerkt. In elk bedrijf heeft een gesprek plaatsgevonden over de wijze waarop met metaalbewerkingsvloeistoffen werd gewerkt, er heeft een rondleiding plaatsgevonden langs de verspanende afdelingen en er zijn enkele monsters genomen van metaalbewerkingsvloeistoffen die bij een bedrijf in gebruik waren. Monsters van waterhoudende vloeistoffen zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van N-Nitrosodiethanolamine (NDELA). Monsters van zuivere snijoliën zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van polycyclische aromatische koolwaterstoffen en polychloorbifenylen.
Met nadruk wordt gesteld dat de 11 bedrijven willekeurig zijn gekozen, en dat de werkwijze binnen deze bedrijven niet vanzelfsprekend een representatieve afspiegeling vormt van alle metaalbedrijven in Nederland.

<u>De wijze waarop binnen de bedrijven met metaalbewerkingsvloeistoffen wordt omgegaan</u>

Bij de aanschaf van waterhoudende vloeistoffen wordt door de meeste bedrijven slechts weinig rekening gehouden met de mogelijke

gezondheidseffecten. Een aantal bedrijven schaften echter op grond van de gezondheidsrisico's van nitrosaminen, een nitrietvrije vloeistof aan. In het algemeen werden deze functioneel volwaardig geacht.

De werkwijze en werkorganisatie bij het onderhoud van de waterhoudende vloeistoffen verschilde sterk tussen de bezochte bedrijven. De wijze waarop het onderhoud van waterhoudende vloeistoffen plaatsvindt is vaak niet optimaal. Als mogelijke oorzaken daarvoor worden genoemd: gebrek aan informatie, bedrijfseconomische afwegingen.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de gesprekken en rondleidingen in de bedrijven beoordeeld in relatie tot reeds bestaande aanbevelingen die in de literatuurstudie* zijn geïnventariseerd. Er wordt nagegaan in hoeverre er wijzigingen of aanvullingen wenselijk zijn.

In hoofdstuk 5 worden aanbevelingen gedaan om te komen tot een beperking van de gezondheidsrisico's.

Blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen en beïnvloedende factoren

De intensiteit van de blootstelling tijdens het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen hangt vooral samen met de handelingen die daarbij worden verricht. De automatiseringsgraad van de machine is van groot belang (handbediend, gemechaniseerd of numeriek bestuurd). Men kan echter niet zonder meer stellen dat de intensiteit van het huidcontact bij gemechaniseerde en bij numeriek bestuurde machines geringer is dan bij handbediende machines. Wanneer de werkstukin- en -uitvoer bij gemechaniseerde en numeriek

---

*Smit, H.A., M.J.C. Matthijsen, H. Compaan. Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen; een literatuurstudie. Den Haag, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986.

bestuurde machines met de hand plaatsvindt, is daarbij de intensiteit van huidcontact met de vloeistof beduidend groter dan op handbediende machines omdat een groter aantal producten per tijdseenheid gehanteerd moet worden.

De volgende handelingen worden onderscheiden (zie ook tabel 2):

- instellen van de machine;
- inzetten en vóórinstellen van bewerkingsgereedschap;
- werkstukinvoer;
- bediening van de machine;
- feitelijke bewerking;
- werkstukuitvoer;
- maatcontrole.

Blootstelling aan vloeistofnevel en -spetters treedt vooral op bij handbediende machines enerzijds omdat deze zelden omkast zijn, anderzijds omdat de operateur zich tijdens de bewerking vaak dichtbij de machine bevindt. In veel gevallen bleek de aanwezige spatbescherming onvoldoende effectief te zijn.

Daarnaast kan een aanzienlijke blootstelling aan vloeistofnevel of -spetters optreden bij niet-omkaste gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines. Weliswaar bevindt de operateur zich tijdens de bewerking veelal niet dicht bij de machine, maar het bereik van de vloeistofspetters bleek veelal zo groot te zijn dat blootstelling vaak moeilijk te vermijden was.

In hoofdstuk 4 en 5 wordt een aantal aanbevelingen ter beperking van de blootstelling nader gespecificeerd voor handbediende, gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines (zie ook tabel 8).

De vorming van schadelijke stoffen in al dan niet gebruikte vloeistoffen

NDELA in waterhoudende vloeistoffen

In alle monsters op één na, van verse waterhoudende vloeistoffen werden zeer lage nitrietgehaltes aangetroffen (0-1 mg/kg). 2 van deze monsters zijn geanalyseerd op NDELA. In beide monsters was

geen NDELA aantoonbaar (< 0,05 mg/kg). In één monster van een verse waterhoudende vloeistof bevond zich 2270 mg nitriet/kg. Het NDELA-gehalte in dit product was 1 mg/kg.
Tijdens het gebruik bleek dat het nitrietgehalte in de meeste (aanvankelijk nitrietvrije) vloeistoffen was toegenomen (tot maximaal 44 mg/kg). 15 monsters, waarin tijdens het gebruik het nitrietgehalte het meest was toegenomen zijn geanalyseerd op NDELA. De NDELA-gehaltes in deze vloeistoffen liepen uiteen van niet aantoonbaar (< 0,05 mg/kg) tot 7 mg/kg.
Het product waarin zich aanvankelijk zeer veel nitriet bevond, bevatte na gebruik geen aantoonbare hoeveelheden nitriet meer. Het NDELA-gehalte van de gebruikte vloeistof was 3,2 mg/kg.
De gevonden NDELA-gehaltes in waterhoudende vloeistoffen zijn beduidend lager dan die bij eerdere onderzoeken zijn aangetroffen. Opmerkelijk is echter dat zich tijdens het gebruik toch nitriet vormt in vloeistoffen die aanvankelijk nitrietvrij waren, zij het in lage concentraties.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in zuivere snijoliën
Het gehalte van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) in zuivere snijoliën varieerde van 4-780 ppm (mg/kg). Onder de PAK's die in de snijoliën zijn aangetroffen bevonden zich 8 kankerverwekkende verbindingen. Door een gebrek aan epidemiologische gegevens kan geen uitspraak gedaan worden over de kans dat zich kanker ontwikkelt bij contact met deze oliën. De aanwezigheid van deze kankerverwekkende verbindingen dient echter altijd vermeden te worden.

Chloor en polychloor bifenylen (PCB's)
Het gehalte aan totaal chloor in de zuivere snijoliën varieerde van 40-247.000 mg/kg. In 2 monsters met een hoog chloorgehalte is het PCB-gehalte bepaald. Het bleek dat PCB's niet in aantoonbare hoeveelheden aanwezig waren.

De rol van de bedrijfsgezondheidszorg

De bedrijfsgezondheidsdiensten waarmee in het kader van dit onderzoek gesprekken zijn gevoerd werden door de aangesloten bedrijven vooral geraadpleegd wanneer zich gezondheidsklachten voordeden bij metaalbewerkers. Gebleken is, dat deze bedrijfsgezondheidsdiensten de laatste jaren steeds meer aandacht aan de preventie van gezondheidsklachten besteedden door middel van gezondheidkundige adviezen bij de aanschaf van metaalbewerkingsvloeistoffen, werkplekbezoeken en uiteraard ook periodiek geneeskundig onderzoek.

In hoofdstuk 5 van het rapport worden aanbevelingen gedaan voor een structurele beperking van gezondheidsrisico's van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.

TEN GELEIDE

In opdracht van het Directoraat-Generaal van de Arbeid is een onderzoek uitgevoerd naar de gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.
De aanleiding voor het onderzoek was dat er door het CIVO-TNO in 1981 in een aantal metaalbewerkingsvloeistoffen hoge concentraties van het carcinogenen NDELA (N-nitrosodiethanolamine) werden aangetroffen.
Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is om te komen tot een voorlichtingsblad over het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen, uit te brengen door het Directoraat-Generaal van de Arbeid.
Daartoe is in de eerste fase van het onderzoek een literatuurstudie uitgevoerd naar de gezondheidsrisico's van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen en de factoren die deze beïnvloeden (Smit e.a., 1986).*
Het onderhavige rapport is een verslag van een praktijkoriëntatie die in de tweede fase van het onderzoek heeft plaatsgevonden.

De praktijkoriëntatie heeft tot doel een beter inzicht te verwerven in de mogelijkheden om de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen en de gevolgen daarvan te beperken en om inzicht te verkrijgen in de haalbaarheid en uitwerking van de mogelijke preventieve maatregelen, die in de literatuurstudie reeds zijn geïnventariseerd.

Er zijn in totaal 11 bedrijven bezocht; doordat dit aantal slechts een klein deel uitmaakt van alle metaalbewerkende bedrijven in Nederland, kunnen de resultaten van dit onderzoek niet als representatief worden beschouwd voor alle bedrijven. Er wordt slechts een beeld verkregen van de werkwijze in de praktijk van een aantal willekeurige bedrijven.
Dank is verschuldigd aan deze bedrijven die mee wilden werken aan het onderzoek en aan de personen met wie we gesprekken hebben gevoerd en die ons door het bedrijf hebben rondgeleid.
Dank gaat ook uit naar de arbeidshygiënisten en de bedrijfsartsen van de bedrijfsgezondheidsdiensten, die de eerste contacten met de bedrijven hebben gelegd en met wie gesprekken zijn gevoerd.

---

*Smit, H.A., M.J.C. Matthijsen, H. Compaan. Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen; een literatuurstudie. Den Haag, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986.

1. INLEIDING

In het kader van een onderzoek naar de gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen heeft, als vervolg op een literatuurstudie, een praktijkoriëntatie plaatsgevonden; het onderhavige rapport is een verslag hiervan.

De praktijkoriëntatie had tot doel inzicht te verkrijgen in de volgende aspecten:

a. de wijze waarop binnen bedrijven met metaalbewerkingsvloeistoffen wordt omgegaan;
b. de wijze waarop in de praktijk blootstelling optreedt aan metaalbewerkingsvloeistoffen en de factoren die dit beïnvloeden;
c. de mate waarin nitrosaminen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en polychloorbifenylen (PCB's) vóórkomen in al dan niet gebruikte metaalbewerkingsvloeistoffen;
d. de rol die de bedrijfsgezondheidszorg kan spelen bij het voorkómen van nadelige effecten op de gezondheid.

Het uiteindelijke doel van de praktijkoriëntatie was om een beter inzicht te verwerven in de mogelijkheden om de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen en de gevolgen daarvan te beperken en om inzicht te verkrijgen in de haalbaarheid en uitwerking van de mogelijke preventieve maatregelen, die in de literatuurstudie reeds zijn geïnventariseerd.

Er zijn in het totaal 11 bedrijven bezocht. In elk bedrijf heeft een gesprek plaatsgevonden over de wijze waarop met

metaalbewerkingsvloeistoffen wordt omgegaan (zie a); er heeft een rondleiding langs verschillende verspanende bewerkingen plaatsgevonden om een beter inzicht te krijgen in de factoren die de blootstelling beïnvloeden (zie b) en er zijn monsters genomen van waterhoudende vloeistoffen en zuivere oliën ter analyse op de ad c genoemde stoffen.

Daarnaast zijn gesprekken gevoerd met bedrijfsartsen en/of arbeidshygiënisten van enkele bedrijfsgezondheidsdiensten, om inzicht te verkrijgen in de mogelijke rol van de bedrijfsgezondheidszorg bij de preventie van nadelige effecten op de gezondheid (zie d).

De uitvoering van het onderzoek is beschreven in hoofdstuk 2. Op de resultaten wordt in hoofdstuk 3 ingegaan. De punten a t/m d worden achtereenvolgens behandeld in de paragrafen 3.1 t/m 3.4.
In de discussie (hoofdstuk 4) worden de resultaten beoordeeld in relatie tot reeds bestaande aanbevelingen die in de literatuurstudie zijn geïnventariseerd. Er is nagegaan in hoeverre deze aanbevelingen in de bezochte bedrijven worden opgevolgd, in hoeverre deze haalbaar zijn en of er wijzigingen of aanvullingen wenselijk zijn.
In hoofdstuk 5 tenslotte wordt aangegeven wat er nodig is om te komen tot een structurele beperking van de blootstelling.

2. DE UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

2.1 Selectie en benadering van de bedrijven

selectiecriteria:

In overleg met de begeleidingscommissie van het onderzoek is een aantal criteria vastgesteld op grond waarvan elf bedrijven zijn geselecteerd. De te bezoeken bedrijven dienden volgens deze criteria te bestaan uit enkele kleine, middelgrote en grote bedrijven, waar zoveel mogelijk verschillende bewerkingen aangetroffen zouden kunnen worden. Tevens werd ernaar gestreefd enkele bedrijven te bezoeken die niet aangesloten zijn bij een bedrijfsgezondheidsdienst (BGD).

benadering:

In december 1985 is contact opgenomen met drie BGD-en, waarbij één of meer metaalbewerkingsbedrijven zijn aangesloten. De BGD-en ontvingen vervolgens een brief waarin het doel en de opzet van het onderzoek uiteen werd gezet. Via de BGD-en (bedrijfsarts of arbeidshygiënist) is medewerking gevraagd aan 9 metaalbewerkingsbedrijven met uiteenlopende personeelssterkte en waar uiteenlopende bewerkingen worden toegepast. De bedrijven zegden alle hun medewerking toe. Daarnaast zijn door middel van rechtstreekse contacten twee kleinere bedrijven benaderd, die niet bij een BGD zijn aangesloten. Ook deze bedrijven zegden hun medewerking toe.
Zodra een afspraak voor een bedrijfsbezoek met een bedrijf was gemaakt ontvingen zij hiervan een schriftelijke bevestiging, waarin tevens nogmaals het doel en de opzet van het onderzoek uiteen werden gezet.

2.2 Werkwijze bij de bedrijfsbezoeken

De bedrijfsbezoeken werden afgelegd door 2 TNO-medewerkers in de periode van 16 januari tot en met 4 maart 1986.

Een bezoek bestond uit:

a) Een gesprek van 1 à 2 uur met één of meer personen die op de hoogte waren van de wijze waarop men in het bedrijf omging met metaalbewerkingsvloeistoffen. Afhankelijk van de bedrijfsgrootte en de organisatie kon dit de chef van de verspanende afdeling, een operateur, een onderhoudswerknemer, de bedrijfsleider of de technisch directeur zijn (afzonderlijk of in combinatie). In het gesprek kwamen de volgende onderwerpen aan de orde:

- bedrijfskenmerken (personeelsomvang, aantal operateurs, aantal machines, aard van de productie, toegepaste bewerkingen, type vloeistofreservoirs);
- merk en type vloeistoffen en jaarlijks verbruikte hoeveelheden;
- vloeistofkeuze (overwegingen daarbij, ervaringen met de vloeistof, zowel functioneel als gezondheidskundig);
- onderhoud van de vloeistoffen (periodieke controle, verversing, suppletie, richtlijnen voor de werkwijze en werkorganisatie);
- opslag van de vloeistoffen;
- afvalverwerking van de vloeistof en metaalspanen;
- taakinhoud van de operateurs (opslag en transport van vloeistoffen, onderhoud van vloeistoffen, reparatie van machines, cyclustijden van producten);
- getroffen maatregelen ter beperking van de blootstelling (afzuiging en ventilatie, beschikbaarheid van persoonlijke beschermingsmiddelen, voorlichting en instructie van werknemers);
- hygiënische aspecten (reiniging van de werkkleding en

aard en gebruik van de poetslappen).

b) Een rondleiding door de verspanende afdeling(en) van het bedrijf. Daarbij werd gelet op de aanwezigheid van mechanische of natuurlijke ruimteventilatie of plaatselijke afzuiging, het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen door de operateurs (globaal), de plaats van de wasgelegenheid ten opzichte van de werkplekken, de aard van de reinigingsmiddelen en handdoeken aldaar, de plaats van de kantine ten opzichte van de werkplek.

Bovendien werden tijdens de rondleiding door het bedrijf enkele werkplekken gedurende 5-10 minuten geobserveerd aan de hand van een observatielijst. Het doel van deze observaties was vooral om een indruk te verkrijgen van de factoren die de intensiteit van de blootstelling beïnvloeden en van de wijze waarop met de vloeistoffen wordt gewerkt. De selectie van deze werkplekken vond dan ook niet plaats uit het oogpunt van representativiteit voor de arbeidshygiënische situatie in het bedrijf. Er is steeds naar gestreefd zoveel mogelijk verschillende bewerkingen en blootstellingssituaties te observeren.

In bijlage 1 is weergegeven op welke aspecten van het werk tijdens de observatie werd gelet.

c) Monstername van een aantal metaalbewerkingsvloeistoffen. Er werd naar gestreefd om in alle bedrijven, van elk merk vloeistof dat in gebruik was, een monster te nemen.

Alle monsters van waterhoudende vloeistoffen zijn op het Instituut CIVO-Analyse (TNO) geanalyseerd op de aanwezigheid van nitraat en nitriet. In alle monsters (vers aangemaakte en gebruikte) waarin nitraat of nitriet werd aangetroffen is het NDELA-gehalte bepaald. Dit werd bovendien bepaald in een aantal <u>gebruikte</u> vloeistoffen waarin geen nitraat of nitriet aanwezig was omdat daarin het nitriet mogelijk omgezet is in NDELA. De analysemethode voor NDELA

in waterhoudende metaalbewerkingsvloeistoffen is beschreven in bijlage 2.
Alle monsters van zuivere snijoliën zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van polycyclische aromatische koolwaterstoffen en organische chloorverbindingen (door de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie/TNO). In monsters met een hoog chloorgehalte is het gehalte aan polychloorbifenylen (PCB's) bepaald.

2.3 Enkele gegevens van bezochte bedrijven

In tabel 1 is een aantal bedrijfsgegevens weergegeven. Daaruit blijkt dat er 3 kleinere bedrijven met minder dan 200 werknemers zijn bezocht, 4 middelgrote bedrijven met 200-500 werknemers en 4 grote bedrijven met 500 werknemers of meer.

Tabel 1. Bedrijfsgegevens (anoniem).

	aantal werknemers totaal circa	aantal werknemers verspaning circa	aantal machines circa	aangesloten bij BGD	aard van de productie
1	58	5	10	+	stuks
2	500	50-60	50	+	stuks/kleine serie
3	198	16	20	+	stuks/kleine serie
4	565	32	25	+	kleine serie
5	500	50	40	+	grote serie
6	2600	100-150	125	+	stuks/serie
7	260	40	30	+	stuks/serie
8	450	100	80	+	massa
9	255	25	20-30	+	massa
10	100	20	45	-	serie
11	120	25	25	-	serie

Het aantal operateurs (hier bedoeld werknemers in verspaning) in deze bedrijven varieerde van 5 tot maximaal 150. Het aantal operateurs maakte in de meeste bedrijven 5-15% uit van het totale aantal werknemers. In enkele bedrijven was 20-25% van de werknemers werkzaam in de verspaning.

In twee van de bedrijven vond massaproductie plaats. De productie in de andere bedrijven kan gekarakteriseerd worden als stuks-kleine serie (ongeveer de helft) of kleine-grote serie (eveneens ongeveer de helft).

In één van de bedrijven was een centraal vloeistofomloopsysteem in gebruik. De andere bedrijven hadden per machine individuele vloeistofreservoirs.

In de meeste bedrijven vonden veel draai-, boor- en freesbewerkingen plaats, meer in het bijzonder vonden onder andere in één of meer bedrijven de volgende bewerkingen plaats: tandwielafwikkelfrezen, slijpen, honen, tappen, automaatdraaien, langgatboren, kotteren, schroefdraadrollen, brootsen, wervelen.

Er zijn in het totaal bij 36 werkplekken observaties van de blootstelling gedaan. Het aantal geobserveerde werkplekken varieerde van 2 tot 6 per bedrijf:

draaien (conventioneel)	7x
automaatdraaien	5x
frezen	4x
slijpen	4x
kruipslijpen	1x
boren	4x
kotteren	2x
honen	1x
schroefdraadrollen	1x
brootsen	1x
wisselende bewerkingen op bewerkingscentra	6x

Bij andere bewerkingen dan draaien, boren, frezen en slijpen konden slechts weinig observaties gedaan worden enerzijds omdat ze

weinig voorkwamen, anderzijds omdat de machines soms onbemand waren tijdens de rondleiding.

waterhoudende vloeistoffen:

Er bleken in het totaal bij de 11 bedrijven 12 verschillende producten* waterhoudende snijvloeistoffen in gebruik te zijn. Veel bedrijven hadden slechts één product in gebruik voor draaien, boren, frezen en andere bewerkingen. Sommige bedrijven gebruikten voor het slijpen echter een speciaal daarvoor geschikt product.
Twee producten werden in meer dan één bedrijf gebruikt. Er zijn in het totaal 33 monsters verkregen van waterhoudende vloeistoffen nl. 13 vers aangemaakte en 20 gebruikte vloeistoffen. De jaarlijks verbruikte hoeveelheid concentraat van een product varieerde per bedrijf van ca. 200-7000 liter per jaar (meestal 1.200-1.400 liter/jaar). Bij het bedrijf met een centraal vloeistofomloopsysteem werd jaarlijks 30.000 liter concentraat gebruikt.

zuivere snij-oliën:

Er waren in het totaal bij de 11 bedrijven 12 verschillende producten van zuivere snij-oliën in gebruik. Vaak werd er voor elke bewerking een ander product gebruikt (bijvoorbeeld verschillende producten voor honen, brootsen, langgatboren e.d.).
In het totaal zijn er 21 monsters genomen van zuivere snijoliën (7 verse en 14 gebruikte vloeistoffen).
De jaarlijks verbruikte hoeveelheid per product (van zuivere olie) varieerde per bedrijf van ca. 200-6.000 liter per jaar.

---

*Onder een product wordt verstaan: een metaalbewerkingsvloeistof met bepaalde samenstelling van een merk met een type-aanduiding.
Elke producent heeft een eigen merk. Van één merk bestaan vaak verschillende producten (met verschillende samenstelling). Elk product heeft specifieke gebruiksdoeleinden en een eigen type-aanduiding.

3. RESULTATEN

3.1 Omgang met metaalbewerkingsvloeistoffen binnen de bedrijven

3.1.1 Keuze van de vloeistoffen

In de literatuurstudie is aangegeven dat snijvloeistoffen aan verschillende bewerkingstechnische eisen dienen te voldoen (bijvoorbeeld het koelen van gereedschap en werkstuk, het optimaliseren van oppervlaktekwaliteit, minimaliseren van benodigde snijkracht en vermogen), tegelijkertijd dienen zij zo universeel mogelijk toepasbaar te zijn.
Dit speelt uiteraard een belangrijke rol bij de keuze van een metaalbewerkingsvloeistof. Daarnaast kunnen echter ook andere aspecten een rol spelen zoals economische en gezondheidskundige aspecten of binding met een leverancier (zie ook hoofdstuk 1 van de literatuurstudie).
De bedrijven zijn gevraagd naar de overwegingen die een rol hebben gespeeld bij de aanschaf van de vloeistof. Indien het bedrijf nitrietvrije vloeistoffen in gebruik had, is gevraagd of deze functioneel volwaardig werden geacht. Tevens is gevraagd of er wel eens van merk of type vloeistof is gewisseld om gezondheidskundige redenen. De informatie uit de gesprekken, aangevuld met waarnemingen die tijdens de rondleidingen werden gedaan zijn hierna per onderwerp op kwalitatieve wijze verwerkt.

overwegingen bij de keuze van een vloeistof

In alle bedrijven gaf men te kennen de bewerkingstechnische aspecten van groot belang te vinden, in sommige bedrijven speelden daarnaast echter nog andere aspecten een meer of minder belangrijke rol.

3 Bedrijven zeiden sterk te hechten aan de houdbaarheid van de vloeistof, één van deze bedrijven was in de periode van dit onderzoek aan het experimenteren met verschillende merken om een standtijd van circa 1 jaar te bereiken.
In 3 bedrijven speelde ook de binding met de leverancier een rol. In één van deze bedrijven bestond een dergelijke binding omdat de leverancier tevens producten van het bedrijf afnam.
Een duidelijke afweging van potentiële gezondheidseffecten werd vaak niet van te voren gemaakt. De indruk werd verkregen dat hierbij een gebrek aan kennis onder meer een rol speelt. De respondenten gaven echter wel aan dat men bereid is van merk of type vloeistof te veranderen wanneer er reden is om aan te nemen dat er mogelijk gezondheidseffecten optreden (hetzij op grond van eigen ervaringen, hetzij op grond van wetenschappelijk onderzoek). Bij de aanschaf van zuivere snijoliën werd in het geheel geen afweging van gezondheidsrisico's gemaakt.
In drie bedrijven is men al eens op een andere waterhoudende vloeistof overgegaan vanwege het optreden van huidklachten in het bedrijf. In één van deze bedrijven had men op het moment van het onderzoek te maken met een aantal in ernst variërende gevallen van huidirritatie bij operateurs. Om die reden is men op één machine gaan experimenteren met een ander merk vloeistof. In vier andere bedrijven is men na de publiciteit rondom nitrosaminen overgestapt op een nitrietvrije, waterhoudende vloeistof. Drie van deze vier bedrijven vielen onder één BGD, die hierin een stimulerende rol heeft vervuld.

het gebruik van nitrietvrije waterhoudende vloeistoffen

In bijna alle bedrijven werden vloeistoffen gebruikt die als 'nitrietvrij' door de fabrikant worden verkocht. In enkele bedrijven gebeurde dit echter niet bewust om de potentiële gezondheidsrisico's van nitrosaminen te vermijden. Dat bleek onder andere uit het feit dat het in sommige bedrijven niet bekend was dat de vloeistof

nitrietvrij was of uit het feit dat er in sommige bedrijven naast nitrietvrije vloeistoffen, ook vloeistoffen in gebruik waren waarvan (in ieder geval bij het bedrijf) niet bekend was of zij nitriet bevatten.

functionele volwaardigheid van nitrietvrije vloeistoffen

In de bedrijven waar al dan niet bewust, nitrietvrije vloeistoffen werden gebruikt achtte men deze in het algemeen functioneel volwaardig. Een uitzondering daarop is één bedrijf waar men de standtijd zou willen verlengen tot 1 jaar. Men vertelde dat tijdens de experimenteertijd de nitrietvrije vloeistof na 3 maanden ging schuimen (waarschijnlijk niet gerelateerd aan het nitriet-vrij zijn). Men wilde het experiment echter eerst nog enige tijd voortzetten om te zien of er verbetering optrad. In één ander bedrijf waar men tevreden was met de nitrietvrije vloeistof merkte men op dat de vloeistof bij hoge kwaliteitseisen aan het werkstuk extra zorg behoeft ten aanzien van onderhoud en gebruik.

bekendheid met de samenstelling van de vloeistof

In het algemeen was er bij bedrijven weinig of niets bekend over de samenstelling van de vloeistoffen. De meeste bedrijven hebben wel eens pogingen ondernomen om de samenstelling te verkrijgen van de fabrikant. Twee BGD-en van de onderzochte bedrijven hebben zich beziggehouden met het achterhalen van de samenstelling van metaalbewerkingsvloeistoffen, die in hun bedrijven werden gebruikt.
De verstrekte informatie (veelal onder geheimhouding) bevatte volgens zeggen van de BGD-en en bedrijven echter nooit een volledige opsomming van chemische namen van de componenten. De fysische eigenschappen (kookpunt, smeltpunt e.d.) werden uitgebreid vermeld, maar de opsomming van chemische verbindingen bevatte vaak termen als 'esters van boorzuren', 'anti-schuimmiddelen' en dergelijke. Eén van de respondenten merkte op dat het moeilijk zou zijn voor het bedrijf om de gevolgen voor de gezondheid te boordelen, zelfs

als de chemische samenstelling bekend zou zijn.

3.1.2 Onderhoud van de vloeistoffen, periodieke controle en verversing

In hoofdstuk 2 van de literatuurstudie werd het belang onderstreept van een goed onderhoud van snijvloeistoffen om de blootstelling aan schadelijke stoffen te minimaliseren.
In de bezochte bedrijven werden vragen gesteld met betrekking tot factoren die de kwaliteit van het onderhoud mogelijk beïnvloeden:

- werkplekinrichting: type vloeistofreservoir, machineconstructie;
- werkwijze bij de periodieke controle en het verversen;
- werkorganisatie en taakinhoud van de operateurs.

Het hierna volgende heeft uitsluitend betrekking op waterhoudende vloeistoffen, aangezien de genoemde factoren bij het onderhoud van zuivere snijoliën amper een rol spelen. In de praktijk vond het onderhoud van zuivere snijoliën plaats door 'af en toe' (bijvoorbeeld eenmaal per jaar) het reservoir leeg te zuigen en te vullen met nieuwe of gerecyclede olie. Tussentijds werd er doorgaans niet naar de oliën gekeken.

werkplekinrichting

Onder de 11 bezochte bedrijven bevond zich één bedrijf waar met een centraal vloeistofomloopsysteem werd gewerkt. Het onderhoud van dit centraal systeem was erg afwijkend van het onderhoud in andere bedrijven. De wijze van onderhoud wordt hier apart besproken. De rest van deze paragraaf heeft uitsluitend betrekking op de 10 bedrijven met machines met individuele vloeistofreservoirs.
In het bedrijf met een centraal vloeistofsysteem werd het onderhoud door een vaste werknemer uitgevoerd. Het laboratorium voerde dagelijks een aantal bepalingen uit, te weten concentratie, pH en

roestvormend vermogen (corrosiviteit). Tweewekelijks werd onder andere een nauwkeurige concentratiebepaling gedaan, het kiemgetal en de electrische geleidbaarheid bepaald. Op grond daarvan voegde de werknemer die belast was met het onderhoud een aantal additieven toe zoals bactericide, antischuimmiddel en antiroestmiddel. Indien nodig werd ook de verdunning weer op peil gebracht. Door de grote uitsleep aan vloeistof ging dagelijks ± 20% van de reservoirinhoud verloren. Het reservoir werd daarom dagelijks bijgevuld met vers aangemaakte vloeistof. Van een werkelijke periodieke verversing kan dan ook niet gesproken worden, er treedt veeleer een zeer regelmatige aanlenging op van gebruikte vloeistof. Nadat de vloeistof éénmaal bij de bewerking was gebruikt werd deze direct naar het centrale reservoir teruggevoerd, waar het slijpsel en de spanen werden verwijderd. Daarna werd de vloeistof weer teruggevoerd naar de bewerkingsmachines.

In de andere tien bedrijven bevonden zich uitsluitend machines met individuele vloeistofreservoirs. De machineconstructie speelt dan een belangrijke rol bij de mogelijkheid om goed onderhoud te plegen. Zo bleek bijvoorbeeld tijdens de rondleidingen dat de vloeistofreservoirs zich bij vele machines in de voet bevonden en daardoor slecht bereikbaar waren. Het zal dan moeilijk zijn om alle hoeken van het reservoir goed te reinigen voordat men dit met de nieuwe vloeistof vult.

Bij nagenoeg alle machines trad verontreiniging van de snijvloeistoffen door lekoliën ('trampoils') op. Deels zijn dit smeeroliën, zoals bijv. leibaanoliën, die door de snijvloeistoffen worden weggespoeld, deels ook oliën uit de hydraulische circuits. Aanwezigheid van olie-afscheiders is bij de bedrijfsbezoeken niet geconstateerd.

werkwijze bij periodieke controle en verversing

Er kunnen 3 criteria worden onderscheiden waarop bij de bezochte bedrijven de beslissing werd gebaseerd om de snijvloeistof in

individuele vloeistofreservoirs te verversen.

a) subjectieve beoordeling van de toestand van de vloeistof (kleur, vervuilingsgraad, 'breken' van de emulsie, stank);

b) periodieke controle van pH, concentratie, kiemgetal;

c) vooraf vastgestelde standtijd van de vloeistof in de machine.

ad a. De subjectieve beoordeling van de vloeistof speelde vrijwel altijd een rol; wanneer een operateur of de chef van mening was dat de vloeistof 'slecht' werd, was dit in alle bedrijven aanleiding om tot verversing over te gaan.
In twee bedrijven werd deze beslissing uitsluitend op grond van subjectieve beoordeling genomen. De standtijd in deze bedrijven werd door de respondenten geschat op 2-3 maanden respectievelijk ½-1 jaar. Eén van deze bedrijven voerde een gebrek aan tijd en personeel aan als reden waarom men geen periodieke controle uitvoerde.

ad b. In 6 van de 10 bedrijven vond met een zekere regelmaat (maandelijks of tweemaandelijks) periodieke controle plaats. Daarbij werd altijd de concentratie van de vloeistof en de pH bepaald. In 4 bedrijven werd met grotere tussenpozen ook het kiemgetal bepaald. In het bedrijf waar de periodieke controle het meest systematisch plaatsvond werd per machine een lijst bijgehouden met de datum van controle, de pH en de concentratie. Als de pH lager werd dan 7, werd de vloeistof ververst. In een ander bedrijf werden de vloeistofreservoirs elke maand steekproefsgewijs gecontroleerd op pH en concentratie.
Op grond van te hoge of te lage pH of een te hoog kiemgetal werd in het algemeen besloten om de vloeistof te verversen. Eén bedrijf vormde hierop een uitzondering: men streefde daar een standtijd van één jaar na en voegde daartoe wekelijks een (geringe) hoeveelheid biocide toe. Slechts wanneer de vloeistof te sterk vervuild

was werd deze ververst. Geen enkel ander bedrijf zei tussentijds additieven zoals biociden, nitrieten e.d. toe te voegen. De standtijden varieerden volgens schatting van de respondenten van 2 tot 6 maanden. Tijdens de gesprekken werd door de respondenten steeds benadrukt dat er moeilijk een algemene uitspraak over de standtijd gedaan kon worden omdat deze afhangt van het type bewerking en van het te bewerken materiaal. Vaak werd opgemerkt dat de standtijd vooral bij het verspanen van gietijzer sterk werd bekort (soms tot slechts 1 week).

ad c. In 2 bedrijven waar geen periodieke controle plaatsvond hanteerde men een vast verversingsschema waarbij de vloeistof in het ene bedrijf elke 2 maanden en in het andere bedrijf elke 5 à 7 maanden werd ververst. Tussentijdse verversing vond alleen plaats als hiertoe op grond van een subjectief oordeel aanleiding bestond. In het laatste bedrijf hield de chef zich reeds vele jaren bezig met onder andere het onderhoud van snijvloeistoffen. Vroeger werd regelmatig de pH, verdunning en kiemgetal bepaald. Volgens de respondent (chef) was inmiddels zoveel ervaring met het dagelijks onderhoud opgedaan dat de tijdrovende periodieke controle niet meer noodzakelijk was. De standtijd van 5-7 maanden was experimenteel bepaald.

Van de hiervoor genoemde criteria voor het verversen van de vloeistof biedt een periodieke controle de beste mogelijkheden om de toestand van de vloeistof in elk reservoir afzonderlijk te beoordelen.
Bij de verversing van de vloeistof werd het reservoir leeggezogen en meestal werd achterblijvend vuil zo goed mogelijk verwijderd.
In 5 bedrijven werd bij elke verversing een systeemreiniger gebruikt (dit was in één bedrijf sodawater), in 3 bedrijven zei men bij uitzondering een systeemreiniger te gebruiken en in de andere 2 bedrijven gebruikte men in het geheel geen systeemreiniger. Het

systeem werd daar leeggezogen en direct gevuld met de nieuw aangemaakte vloeistof.

De werkwijze die gehanteerd werd bij het aanmaken van de concentraties was in het algemeen vrij onnauwkeurig. Deze werd bijvoorbeeld omschreven als 'met een emmer en een blikje', 'in een vat met een maatstreepje' enz. Dit kan tot gevolg hebben dat de concentratie van de gebruiksklare vloeistof enigszins te laag of juist te hoog is. Een te hoge concentratie geeft een grotere kans op huidirritatie.
In 2 bedrijven werd de vloeistof aangemaakt met behulp van een mengkraan waarop de gewenste concentratie te voren kan worden ingesteld. Men moet echter rekening houden met temperatuur- en drukgevoeligheid van de mengkranen, waardoor variaties in concentraties kunnen optreden.

De werkwijze die wordt gehanteerd bij het verversen van vloeistof en het aanmaken van concentraat is niet alleen van belang voor het onderhoud van de vloeistof maar ook voor de blootstelling van werknemers die deze werkzaamheden uitvoeren.
In sommige bedrijven moest de vloeistof rechtstreeks uit het vat in een emmer gegoten worden zonder dat een aftappunt aanwezig was, daarbij moest het vat vaak schuin gehouden worden of opgetild worden. Bij een dergelijke werkwijze is de kans dat er gemorst wordt en dat de werknemer daarbij met het concentraat in aanraking komt, groot.

werkorganisatie en taakinhoud

- In twee bedrijven (beide onder dezelfde BGD) werd de periodieke controle uitgevoerd door de operateurs zelf (pH en concentratie). Zij hebben daarvoor richtlijnen gekregen van de BGD. Op de werkplekken trof men dan ook herhaaldelijk pH-papier en refractometers aan. Het

bleek echter niet mogelijk om na te gaan met welke frequentie de periodieke controle in werkelijkheid plaatsvond. Het kiemgetal werd met behulp van 'dipslides' door de BGD bepaald wanneer daartoe aanleiding was. De verversing en het aanmaken van de gebruiksklare vloeistof uit het concentraat werd eveneens door de operateurs zelf verricht. In het ene bedrijf rouleerden de onderhoudswerkzaamheden echter over de operateurs: er werd wekelijks een 'corveeër' aangesteld. In het andere bedrijf werkte men tot voor kort met een onderhoudsploeg die op zaterdag de machines en de snijvloeistof controleerde. Indien nodig, werd de vloeistof ververst. Uit economische overwegingen zijn deze taken echter overgedragen aan de operateurs zelf.

- In drie bedrijven werd de periodieke controle uitgevoerd door een vaste werknemer binnen het bedrijf namelijk de chef van de verspanende afdeling (2x) of een onderhoudsmonteur (1x). De verversing van de vloeistof gebeurde echter door de operateurs zelf. De aanmaak van het concentraat vond in één van de bedrijven plaats door de chef en in beide andere bedrijven door de operateur zelf.
- In één bedrijf vond wel periodieke controle plaats van de vloeistof maar deze werd verricht door de leverancier. De beslissing om de vloeistof te verversen werd doorgaans echter genomen op grond van een subjectieve beoordeling van de vloeistof (chef of operateur). De verversing werd door de operateur zelf uitgevoerd.
- Er waren twee bedrijven waar geen periodieke controle werd verricht, maar waar men vaste standtijden van de vloeistoffen aanhield. De verversing van de vloeistoffen en de aanmaak van concentraten werd in beide bedrijven uitgevoerd door andere werknemers dan

operateurs (werknemers van het magazijn of een onderhoudsmonteur).

- In twee andere bedrijven waar geen periodieke controle werd verricht werd tot verversing van de vloeistoffen overgegaan op grond van een subjectieve beoordeling van de vloeistofconditie door de chef of operateur (ad-hoc beslissing).

De machinegebondenheid van de operateurs is een aspect van de werkorganisatie dat van invloed kan zijn op het onderhoud en de kwaliteit van de vloeistof, vooral in de bedrijven waar de operateurs zelf moeten bepalen wanneer de vloeistof wordt ververst. Het is denkbaar dat een operateur die altijd aan dezelfde machine werkt een beter zicht kan houden op de conditie van de vloeistof van die machine dan een operateur die steeds aan verschillende machines werkt.

De volgende vormen van machinegebondenheid of combinaties daarvan kwamen vóór in de bezochte bedrijven:

- één operateur werkt altijd aan één (soms twee) dezelfde machines, er werkt zelden een andere operateur aan de machine (7x genoemd);
- één operateur per machine, maar ten gevolge van 2- of 3-ploegendienst werken er achtereenvolgens 2 of 3 operateurs aan dezelfde machine (3x genoemd);
- één operateur werkt aan een groep (4-6) automatische machines (2x genoemd);
- enkele operateurs rouleren over meerdere machines (1x genoemd).

Het bleek dat de operateurs in de meeste bedrijven aan één of meer machines werkten. Slechts in één bedrijf was sprake van roulatie van een deel van de operateurs over meerdere machines. Eén respondent vermeldde echter dat men de operateurs in de toekomst meer wilde laten rouleren om hen op meerdere plaatsen inzetbaar te

maken.
Er kon in dit onderzoek geen duidelijke invloed worden geconstateerd van machinegebondenheid op de kwaliteit van het onderhoud.
In een aantal bedrijven bevonden zich ook machines die niet door een vaste operateur werden bediend, maar voor algemeen gebruik waren. Wanneer er geen verversingsschema is en geen periodieke controle plaatsvindt is de kans aanwezig dat de vloeistof in dergelijke machines relatief slecht onderhouden wordt, enerzijds omdat er waarschijnlijk minder op gelet wordt, anderzijds omdat de vloeistof daarin waarschijnlijk vaker stilstaat zodat anaerobie kan optreden. Dit werd tijdens de rondleiding in enkele bedrijven dan ook geconstateerd.

3.1.3 Opslag van nieuwe vloeistoffen en afvalverwerking van gebruikte vloeistoffen

De opslag en afvalverwerking worden in deze paragraaf afzonderlijk behandeld omdat het hier aspecten betreft van het omgaan met metaalbewerkingsvloeistoffen in bedrijven, die nauwelijks of niet van invloed zijn op de blootstelling van metaalbewerkers aan metaalbewerkingsvloeistoffen.

opslag:
Producenten van concentraten voor waterhoudende vloeistoffen doen in de meeste gevallen de aanbeveling de vaten met het concentraat vorstvrij op te slaan en er voor te zorgen dat er geen water bij het concentraat kan komen (overdekt opslaan of de vaten op hun kant leggen). Voor de opslag van zuivere snij-oliën zijn geen bijzondere aanbevelingen bekend.
In de praktijk bleken 4 van de 11 bezochte bedrijven de concentraten (en zuivere oliën) buiten op te slaan en niet op de hoogte te zijn van deze aanbeveling van producenten. Men constateerde echter

geen nadelige effecten op de bewerkingstechnische eigenschappen van de waterhoudende vloeistoffen.
In het algemeen was de voorraad van concentraten en zuivere oliën opgeslagen elders in het bedrijf (op enige afstand van de werkplek buiten of in het magazijn) en bevond zich één vat voor direct gebruik op de afdeling zelf. Het transport van een vat naar de verspanende afdeling werd meestal niet uitgevoerd door de operateurs zelf, maar door werkplaatsbedienden, magazijnbedienden of andere werknemers die dit tot taak hadden.

afvalverwerking

De gebruikte waterhoudende snijvloeistoffen (uit de machines) werden in de meeste bedrijven in principe gescheiden bewaard van de afgewerkte zuivere snij-oliën. In enkele bedrijven bevonden zich de afvalvaten in een afgescheiden ruimte, elk voorzien van een duidelijke aanduiding van het soort afvalstoffen waarvoor zij bedoeld zijn. Herhaaldelijk merkten de respondenten echter op dat zij niet konden garanderen dat daarbij nooit vergissingen optraden.
Bij alle bedrijven werden de afgewerkte waterhoudende vloeistoffen regelmatig opgehaald door een verwerkingsbedrijf (frequentie is afhankelijk van de hoeveelheid gebruikte vloeistof). Kleinere bedrijven vermeldden soms dat zij moeite hadden om een verwerkingsbedrijf te vinden dat bereid was een relatief kleine hoeveelheid afgewerkte vloeistof op te halen voor verwerking.
De afgewerkte oliën werden bij sommige bedrijven eveneens door een verwerkingsbedrijf opgehaald, andere bedrijven lieten de olie recycelen voor hergebruik.
In alle bedrijven bevond zich een zgn. 'spanenbak' (meestal buiten) waar de metaalspanen, al dan niet gescheiden naar aard van het materiaal, werden opgeslagen. De spanen werden opgehaald door een verwerkingsbedrijf of (vooral duurdere materialen) verkocht.
Bij vele bedrijven bleken aanzienlijke hoeveelheden afgewerkte

snijvloeistoffen uit de spanenbakken te lekken die waarschijnlijk in de bodem verdwijnen, hetgeen uit milieukundig oogpunt uiteraard ongewenst is.

3.1.4 Getroffen maatregelen ter beperking van de blootstelling

Tijdens de gesprekken werd gevraagd naar de maatregelen die bij het bedrijf getroffen waren ter beperking van de blootstelling van de werknemers, zoals aanwezigheid van natuurlijke of mechanische ventilatie, gerichte afzuiging op de machines afscherming van de machines, beschikbaarheid van persoonlijke beschermingsmiddelen en voorlichting en instructie van werknemers over veilig werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.

afzuiging en ventilatie

Bij 10 van de 11 bedrijven vond de ventilatie van de bedrijfsruimten plaats door middel van raam- of dakventilatie (natuurlijke ventilatie). In één van de 10 bedrijven werd door de respondent vermeld dat er in de winter luchtverversing plaatsvond doordat de verwarming voor 50% buitenlucht aanzoog.
Eén bedrijf had een mechanisch ventilatiesysteem waarvan men vond dat het naar voldoening werkte.
In 5 bedrijven was een gerichte afzuiging gemonteerd op een aantal omkaste gemechaniseerde of numeriek bestuurde machines (4-sledenautomaten, stuikmachines, CNC-machines). In 2 bedrijven was een gerichte afzuiging gemonteerd op een aantal niet-omkaste slijpmachines. In 4 bedrijven vond op geen der machines gerichte afzuiging plaats. Eén van deze bedrijven zei echter te overwegen een electrostatische afzuiginstallatie aan te schaffen vanwege de (zichtbaar) grote nevelvorming bij een aantal automatische draaimachines. In het algemeen bevond zich in de bedrijven zelden een gerichte afzuiging op handbediende machines.

afscherming van machines

Omkasting van machines werd vooral aangetroffen bij de numeriek bestuurde machines en bij sommige gemechaniseerde machines. Handbediende machines waren vrijwel nooit omkast, omdat dit hinderlijk is voor het werk.

Wel was op veel handbediende machines en op niet-omkaste gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines een spatbescherming gemonteerd. In de meeste gevallen was de spatbescherming echter niet effektief omdat deze bijvoorbeeld niet voldoende groot was, of omdat deze op een vaste plaats gemonteerd was en niet meeliep met de plaats van de bewerking.

persoonlijke beschermingsmiddelen

De respondenten bleken niet altijd precies op de hoogte te zijn van de verkrijgbaarheid van specifieke beschermingsmiddelen. Beschikbaarheid van schoenen, brillen, handschoenen en gehoorbescherming werd vrijwel altijd genoemd. Ademhalingsbescherming en spatschorten waren volgens de respondenten in ongeveer de helft van de bedrijven niet aanwezig.

Tijdens de rondleiding door de bedrijven kon een globale indruk verkregen worden van het feitelijke gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Veiligheidsschoenen werden door vele werknemers wel gedragen, bij veiligheidsbrillen was dit in mindere mate het geval. Gehoorbescherming werd vooral gebruikt in enkele bedrijven met een hoog geluidsniveau. Veiligheidshandschoenen werden weinig gebruikt. Deze lagen weliswaar vaak bij de werkplek, maar dan werden ze vooral gebruikt voor het aanpakken van werkstukken met scherpe kanten en bramen. Operateurs zelf merkten soms op dat het onmogelijk was de handschoenen aan de binnenzijde schoon te houden en dat ze hinderlijk waren bij de bewerking. In één bedrijf merkten de respondenten op dat vooral jongeren met handschoenen werkten. Het gebruik van ademhalingsbescherming werd op een enkele uitzondering na, niet waargenomen. Het gebruik van spatschorten

bleek eveneens zeldzaam te zijn. In 2 bedrijven werd echter een operateur gezien die bij een bewerking met zuivere snijolie gebruik maakte van een spatschort (brootsen en langgatboren). In het algemeen valt te concluderen dat er door een relatief klein deel van de werknemers gebruik werd gemaakt van persoonlijke beschermingsmiddelen.

mogelijkheden voor goede hygiëne

wasgelegenheid:
In de meeste bedrijven bevond zich de wasgelegenheid op redelijke korte afstand van de werkplek, slechts in 2 bedrijven werd de afstand door de onderzoekers te ver geacht (meer dan 100 m).
Bij de wasbakken bevond zich in het algemeen speciale zeep (in gel- of korrelvorm) voor de reiniging van de handen. De indruk werd verkregen dat de bedrijven zich bij de aanschaf van de zeep vaak niet hadden gerealiseerd dat sommige zepen nadelige effecten op de huid kunnen hebben. Er waren slechts 2 bedrijven waar een vrij agressieve zeep werd gebruikt. In hoeverre werknemers hierover klachten hadden is echter niet bekend. Verzachtende crèmes werden zelden bij de wasbakken aangetroffen. De handdoeken die bij de wasbakken aanwezig waren bestonden soms uit papier en meestal uit textiel (in alle gevallen ging het om handdoeken op een grote rol, waar men steeds een schoon deel kan afrollen).

reiniging werkkleding en poetslappen:
In alle bedrijven deelden de respondenten mee dat reiniging van de werkkleding wekelijks plaatsvond. De werknemers hadden meestal de beschikking over 2 overalls of meer en konden op verzoek een extra overall verkrijgen.
In 4 bedrijven werden poetslappen van textiel gebruikt die eveneens éénmaal per week werden gereinigd. Tijdens de rondleiding werden op de werkplekken echter regelmatig sterk vervuilde poets-

lappen waargenomen, hetgeen mogelijk duidt op een te geringe geneigdheid om regelmatig schone poetslappen te halen.
In 4 bedrijven werd kledingafval als poetslappen gebruikt, die na herhaald gebruik werden weggegooid. Ook deze bleken regelmatig (te) sterk vervuild te zijn.
In 6 bedrijven werden, uitsluitend of in combinatie met poetslappen van textiel, poetslappen van wegwerpmateriaal gebruikt, zoals papier of andere vezels. Dit materiaal heeft als voordeel dat het ongeschikt is voor (te) langdurig gebruik. Als nadeel werd echter door sommige respondenten genoemd dat het materiaal onvoldoende absorbeert. Een ander nadeel bleek tijdens de rondleiding te zijn dat het wegwerpmateriaal soms in de vloeistofreservoirs terecht komt, met nadelige gevolgen voor de houdbaarheid van de vloeistoffen.

voorlichting en instructie van werknemers

Er werd slechts in weinig bedrijven aandacht besteed aan voorlichting en instructie van werknemers over een juiste wijze van omgaan met metaalbewerkingsvloeistoffen en over de mogelijke gezondheidseffecten van de vloeistoffen. Een aantal malen werd als reden opgegeven dat men daarvoor onvoldoende informatie had.
In 3 bedrijven die onder één BGD vielen werden incidenteel door de bedrijfsarts voorlichtingsbijeenkomsten georganiseerd. In enkele andere bedrijven vermeldden de respondenten dat de werknemers er weleens op werden gewezen dat het voor de houdbaarheid van de vloeistof van belang is geen afval in het reservoir te gooien en dat de machine regelmatig schoongehouden dient te worden, ook aan de buitenzijde. In één bedrijf was in de werkplaats een leesplank aanwezig waar zich onder andere enkele publicaties bevonden van de fabrikant van de metaalbewerkingsvloeistof met tips over het onderhoud van en het omgaan met de vloeistof.

3.2 Blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen: tijdens de metaalbewerking

Tijdens de gesprekken met de bedrijfsleider en/of de chef is gevraagd naar de werkzaamheden die tot de taken van de operateur behoren. Daaruit bleek behalve de metaalbewerking ook de aanmaak van concentraten en het onderhoud van de vloeistoffen vaak tot de taak van de operateurs te behoren, terwijl de reparatie van machines en de opslag en transport van de vloeistoffen in het algemeen door andere werknemers werd uitgevoerd (zie ook § 3.1.2) . De feitelijke blootstelling van operateurs aan metaalbewerkingsvloeistoffen bij de bezochte bedrijven trad dan ook voornamelijk op bij het onderhoud van de vloeistoffen en bij de metaalbewerking. De blootstelling tijdens het onderhoud kwam aan de orde in paragraaf 3.1.2.

In deze paragraaf zal een beeld worden geschetst van de factoren die de blootstelling tijdens de metaalbewerking beïnvloeden. Dit is enerzijds gebaseerd op aanwezige kennis over metaalbewerkingsmachines en de metaalbewerking zelf en anderzijds op waarnemingen die tijdens de rondleiding zijn gedaan (zie bijlage 1 voor de opsomming van geobserveerde kenmerken per bewerking en bijlage 3 voor resultaten van een aantal geobserveerde kenmerken per bewerking).

Op grond daarvan werd de indruk verkregen dat de intensiteit van huidcontact tijdens de metaalbewerking vooral bepaald wordt door de te verrichten handelingen en niet zozeer door de aard van de bewerking.

Bij de metaalbewerking kan men de volgende handelingen onderscheiden, waarbij in meer of mindere mate blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen kan optreden:

- instellen van machines;
- inzetten en vóórinstellen van bewerkingsgereedschap;
- invoeren en opspannen van het werkstuk;
- bedienen van de machine;
- feitelijke bewerking van het werkstuk;
- uitnemen van het werkstuk;
- maatcontrole.

Deze indeling in handelingen zou kunnen dienen als basis voor een instrument om de intensiteit van de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen te bepalen (bijvoorbeeld door het bepalen van frequentie en tijdsduur van de verschillende handelingen door middel van herhaalde observatie van werkplekken). Hierna zal voor elk van de handelingen worden aangegeven wat deze handeling inhoudt en welke factoren de intensiteit van de blootstelling bij die handeling beïnvloeden (zie tabel 2). Daarbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen waterhoudende vloeistoffen en zuivere snijoliën, omdat de factoren die de blootstelling beïnvloeden voor beide gelijk zijn. Wel wordt onderscheid gemaakt naar de mechaniserings- en automatiseringsgraad van de machines omdat de blootstelling van de operateur aan snijvloeistoffen bij de uitvoering van deze handelingen waarschijnlijk in hoge mate afhangt van de mechaniseringsgraad dan wel de automatiseringsgraad van het productiemiddel.
Gelet op de graad van mechanisering c.q. automatisering kunnen, met enige vereenvoudigingen, de productiemiddelen als volgt in groepen worden ingedeeld:

a. Machines met handbediening (conventionele machines), vooral gebruikt voor stuksproductie en kleine-serieproductie.

Tabel 2. Factoren die de intensiteit van de blootstelling bij de verschillende handelingen beïnvloeden en de uitwerking daarvan per type machine

	intensiteit van de blootstelling afhankelijk van	handbediende machines	gemechaniseerde machines	numeriek bestuurde machines
1. Instellen van de machine contact met machine-onderdelen, handgereedschap, buitenzijde van machine	a. al dan niet handinstelling	.handinstelling	.handinstelling	.gedeeltelijke handinstelling, nl. uitsluitend spanmiddelen
	b. tijdsduur van het instellen	.relatief kort	.relatief lang	
	c. frequentie waarmee ingesteld wordt	.relatief kort	.relatief laag	.varieert sterk
	d. vervuiling buitenzijde van de machine en handgereedschap	.afhankelijk werkwijze	.afhankelijk werkwijze	.afhankelijk werkwijze
	e. bereikbaarheid machine-onderdelen	.afhankelijk machineconstructie	.afhankelijk machineconstructie	.afhankelijk machineconstructie
2. Inzetten en vóórinstellen van gereedschap contact met machine-onderdelen, handgereedschap, buitenzijde van machine	a. al dan niet instellen aan de machine	.geheel aan de machine	.geheel aan de machine	.vóórinstelling buiten de machine; vooringesteld gereedschap wordt met de hand ingezet
	b. slijtagesnelheid gereedschap	.afhankelijk materiaal	.afhankelijke materiaal	.afhankelijk materiaal
	c. vervuiling buitenzijde machine + gereedschap	.afhankelijk werkwijze	.afhankelijk werkwijze	.afhankelijk werkwijze
3. Werkstukinvoer huidcontact met werkstuk en soms vloeistofstraal	a. mechanisering of automatisering	.handinvoer	.draaiautomaten: gemechaniseerd; bewerkingseenheden: handinvoer	.meestal handinvoer, soms geautomatiseerd
	b. aantal producten per tijdseenheid	.relatief klein	.groot	.variërend
4. Bediening huidcontact met bedieningselementen	a. plaats van de bedieningselementen	.altijd op machine	.altijd op machine	.bedieningspaneel meestal op afstand
	b. afscherming van bedieningselementen	.meestal onvoldoende (slechte spatbescherming)	.vaak wel, soms geen omkasting	.vaak wel, soms geen omkasting
5. Bewerking inhalatie van vloeistofnevel huidcontact met spetters, soms werkstuk	a. spatbescherming of omkasting	.geen omkasting, vaak ineffectieve spatbescherming	.meestal wel, soms geen omkasting	.vaak wel, soms geen omkasting
	b. afstand van operateur tot machine	.operateur meestal dicht bij machine	.operateur niet noodzakelijk bij machine	.operateur op afstand van de machine
	c. mate van verneveling en spetteren	.afhankelijk van bewerkingsconditie	.veel spetteren door hoog bewerkingstempo	.afhankelijk van bewerkingscondities
6. Werkstukuitvoer huidcontact met werkstuk	a. mechanisering of automatisering	.handuitvoer	.draaiautomaten: gemechaniseerd; bewerkingseenheden: meestal handuitvoer	.meestal handuitvoer, soms geautomatiseerd
	b. aantal producten per tijdseenheid	.relatief klein	.groot	.variërend
7. Maatcontrole huidcontact met werkstuk	a. mechanisering of automatisering	.handmatig	.meestal handmatig, soms gemechaniseerd	.meestal handmatig, soms geautomatiseerd
	b. aantal te controleren producten per tijdseenheid	.100% controle van relatief klein aantal producten per tijdseenheid	.steekproefsgewijze controle van groot aantal producten per tijdseenheid	.meestal steekproefsgewijze controle van variërend aantal producten per tijdseenheid (soms 100% controle bij geautomatiseerde maatcontrole)

Kenmerkend voor deze machines is een in eerste instantie vrijwel voortdurende aanwezigheid van de operateur bij de machine en een periodieke, dikwijls frequente, interactie tussen mens en machine, waarbij hij deels handelend deels als procesbewaker (supervisor) optreedt. Een zeker niet uitputtend overzicht van verspanende machines is in bijlage 5 opgenomen.

b. Gemechaniseerde machines, vooral gebruikt voor grote series en massaproductie.
De uitvoering van de bewerkingen en de processen wordt bij deze machines in een vastgelegde cyclus mechanisch (door curven, nokken, aanslagen e.d.) gestuurd.
Men kan onderscheid maken tussen enkelvoudige machines met een mechanische programmabesturing waarvan de "(stangen)-draai-automaat" wel de belangrijkste is, en bewerkingseenhedenmachines (zie bijlage 5).

c. Numeriek bestuurde machines, vooral voor kleine-serieproductie. Bij deze machines is sprake van een gemakkelijk en snel te wijzigen geautomatiseerde programma-afloop, gebruikmakend van electronische hulpmiddelen (waaronder thans veelal een computer). Er bestaan verschillende soorten numeriek bestuurde machines met verschillende graden van automatisering, zoals enkelvoudig numeriek bestuurde machines (CNC), Flexibel Fabricage Moduul (FFM), enz. Een korte beschrijving van de verschillende systemen wordt gegeven in bijlage 5.

De intensiteit van de blootstelling hangt sterk samen met de automatiseringsgraad van de machine en hangt minder sterk samen met de aard van de bewerking. Hier moet echter benadrukt worden dat de mate waarin verneveling, spetteren en rookvorming optreedt tijdens de bewerking van het werkstuk wél samenhangt met de aard van de bewerking die wordt uitgevoerd.

instellen van de machine

Bij het instellen van de machine wordt deze voor de fabricage van een bepaald product gereed gemaakt. In veel gevallen houdt dit in dat een machine plaatselijk wordt schoon gemaakt en dat spanmiddelen worden vervangen. Bij gemechaniseerde machines dienen bovendien de bewegende delen te worden afgesteld. Het is onvermijdelijk dat men bij het instellen in contact komt met machine-onderdelen die bedekt zijn met metaalbewerkingsvloeistoffen (zuivere snijoliën of waterhoudende vloeistoffen, afhankelijk van de bewerking).

Wanneer de machine-onderdelen slecht bereikbaar zijn kan het vaak vóórkomen dat men in of over de machine heen moet leunen: vooral bij machines waarbij de buitenkant en machine-onderdelen sterk met vloeistof zijn bedekt kan de werkkleding op diverse plaatsen met vloeistof doordrenkt worden.

Bij het instellen van een machine wordt gebruik gemaakt van handgereedschap dat in veel gevallen eveneens bedekt bleek te zijn met vloeistof. De blootstelling van operateurs bij het instellen van de machine zal dan ook voornamelijk bestaan uit huidcontact van de handen, maar soms ook van andere lichaamsdelen (tengevolge van doordrenkte werkkleding).

De intensiteit van de blootstelling is afhankelijk van de frequentie en de duur van het instellen van de machine. Bij handbediende machines komt het relatief vaak voor dat de machine opnieuw ingesteld moet worden, afhankelijk van de bewerkingstijd van de producten en de totale tijdsduur van een serie. Het instellen vergt echter minder tijd maar moet vaker gebeuren dan bij gemechaniseerde machines, zoals draai-automaten en bewerkingseenheden (bedraagt vaak 1 à 1½ uur). Bij numeriek bestuurde machines hoeft het instellen nog maar gedeeltelijk met de hand te gebeuren nl. slechts het instellen van het spangereedschap. Dit betekent dat men dan veel minder vaak en lang over de machine hoeft te leunen. Bij

sommige machines kunnen de spanmiddelen ook buiten de machine worden ingesteld en in het geheel in de machine geplaatst worden (palletinvoer). Er vindt dan geen blootstelling plaats bij het instellen.

inzetten en vóórinstellen van bewerkingsgereedschap

Regelmatig moet het bewerkingsgereedschap (bijvoorbeeld beitels en boren) in de machine gewisseld worden, hetzij ter vervanging van versleten gereedschap, hetzij bij wisseling van het type bewerking op een machine. Daarbij treedt evenals bij instellen van de machine contact op met vervuilde machine-onderdelen (ook door leunen) en wordt al dan niet vervuild handgereedschap gehanteerd. Deze handeling wordt vaker verricht naarmate er meer verschillende bewerkingen plaatsvinden op één machine en naarmate de slijtagesnelheid van het gereedschap groter is (dit hangt samen met het te bewerken materiaal en de verspaningscondities).

Bij handbediende machines en gemechaniseerde machines moet het gereedschap ingezet en vóóringesteld worden op de machine zelf. Bij numeriek bestuurde machines kan het vóórinstellen (hetgeen de meeste tijd kost en waarbij juist vaak over de machine geleund wordt) buiten de machine gebeuren. Het vóóringestelde gereedschap wordt dan met een simpele handeling ingezet, waardoor de blootstelling aanzienlijk beperkt kan worden.

het invoeren en opspannen van het werkstuk

In nagenoeg alle machines moet het werkstuk worden opgespannen. Evenals bij het instellen van de machine en het inzetten van gereedschap treedt contact op met machine-onderdelen en handgereedschappen die bedekt zijn met metaalbewerkingsvloeistof. Bij een aantal machines kan het werkstuk eenvoudig met de hand worden ingevoerd zónder dat daarbij spanmiddelen en handgereedschap wordt gebruikt. Bij dergelijke bewerkingen werd een aantal malen waargenomen dat de handen van de operateur zich bij het invoeren van de

werkstukken voortdurend onder de vloeistofstraal bevonden (hoge blootstellingsintensiteit).
Bij draai-automaten is de aanvoer van het werkstukmateriaal altijd gemechaniseerd (stafaanvoer). Bij handbediende machines, bewerkingseenheden en numeriek bestuurde machines vindt meestal handinvoer plaats. Bij enkele numeriek bestuurde machines was deze handeling echter gemechaniseerd. De frequentie waarmee werkstukken ingezet en opgespannen moeten worden is afhankelijk van het aantal werkstukken dat per tijdseenheid wordt geproduceerd. Dit zal in het algemeen het grootst zijn bij gemechaniseerde machines (grote serie en massaproductie) en kleiner bij numeriek bestuurde en handbediende machines (kleine serie en stuksproductie).

bediening van de machine

Bedieningselementen van een machine, waarmee de verspaningscondities worden ingesteld en het gereedschap wordt gepositioneerd kunnen bestaan uit handwielen, krukken, knoppen en handels, die zich meestal op de machine zelf bevinden (handbediende en gemechaniseerde machines) of uit een bedieningspaneel dat zich veelal op enige afstand van de machine bevindt (1 à 2 meter) (numeriek bestuurde machines). Bij handbediende machines en niet-omkaste gemechaniseerde machines is het vrijwel onvermijdelijk dat de bedieningselementen tijdens de bewerking door spetters en nevelneerslag met snijvloeistof wordt bedekt. Bij omkaste mechanische machines bleek dit in mindere mate het geval te zijn. Bij de numeriek bestuurde machines met een bedieningspaneel op enige afstand van de machine bleken de knoppen in het algemeen weinig vervuild te zijn.

de feitelijke bewerking

Tijdens de bewerking kan verneveling, rookvorming en spetteren van de vloeistof optreden. De intensiteit van de blootstelling is afhankelijk van

- de mate waarin de bewerking en de bewerkingscondities

aanleiding geven tot vloeistofnevel, -spetters en rook;
- de afscherming van de machine (omkasting, spatbescherming).

In veel gevallen zijn numeriek bestuurde machines geheel omkast. Tijdens de bewerking is de omkasting gesloten zodat de operateur daarbij niet blootgesteld wordt aan nevel en spetters. Bij de niet-omkaste numeriek bestuurde machines bevindt de operateur zich veelal bij het bedieningspaneel op enige afstand van de machine, hetgeen eveneens de intensiteit van de blootstelling reduceert.
Bij gemechaniseerde machines treedt o.a. door het hoge bewerkingstempo vrij veel spetteren op. Bij de omkaste machines (vooral draaiautomaten) wordt de blootstelling van de operateur aan vloeistofspetters vrijwel geheel voorkomen. Bij niet-omkaste gemechaniseerde machines is de intensiteit van de blootstelling vooral afhankelijk van de noodzaak om zich tijdens de bewerking dichtbij de machine te bevinden. Bij draai-automaten met automatische werkstukinvoer is dit niet het geval, bij bewerkingseenheden met handinvoer bevindt men zich echter veelal zeer dicht bij de machine.
Zoals reeds in § 3.1.4 werd opgemerkt zijn de handbediende machines meestal niet omkast. In het algemeen bevindt de operateur zich dan tijdens de bewerking dichtbij de machine.
Vooral bij handbediende machines kan de intensiteit van de blootstelling en de plaats van blootstelling op het lichaam sterk uiteenlopen.
Eerder (in de literatuurstudie, hoofdstuk 1) werd reeds aangegeven dat het niet mogelijk is een algemeen beeld te schetsen van de blootstelling per bewerking omdat er teveel factoren zijn die dit beïnvloeden.
In bijlage 4 wordt een aantal van deze invloedsfactoren genoemd en er wordt een schatting van de grootte van deze invloedsfactoren gegeven. Bij de volgende machines c.q. machinesoorten kan spetteren en/of verneveling een probleem vormen:

- de draaimachines
- de freesmachines
- de frees-, boor- en kottermachines
- de boormachines (met uitzondering van de diepgatboormachines)
- de wervelmachines voor de buitenomtrek
- de slijpmachines.

Tenslotte mag nog de aandacht worden gevraagd voor de brootsmachines en de handboormachines waarbij een zeer intensief en nagenoeg continue contact van de handen met snij-oliën veelal regel is.

Tijdens de rondleidingen werd regelmatig opgemerkt dat er bij de werkplek een potje of een flesje staat met 'tapvet' of snij-olie. Dit wordt gebruikt door de operateurs om moeilijk lopende bewerkingen een extra smering te geven (bijv. schroefdraadtappen). Bij navraag bleek dat daarvoor soms kokosolie wordt gebruikt of oliën en vetten met onbekende samenstelling.

uitnemen van het werkstuk

Bij handbediende machines wordt het werkstuk met de hand uit het spangereedschap (klauwplaat e.d.) verwijderd. Ook daarbij leunt de operateur vaak over de machine heen en komt deze in contact met machine-onderdelen en handgereedschappen die meestal bedekt zijn met metaalbewerkingsvloeistof.

In het algemeen zal het aantal producten per tijdseenheid (en dus het aantal uit te nemen werkstukken) op handbediende machines kleiner zijn dan op gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines.

Op gemechaniseerde draai-automaten is de werkstukuitvoer gemechaniseerd: de veelal kleine producten vallen in verzamelbakjes. Bij bewerkingseenheden-machines kan echter een zeer intensief huidcontact optreden wanneer een relatief groot aantal producten per

tijdseenheid met de hand worden uitgenomen.
Ook op numeriek bestuurde machines vindt de werkstukuitvoer vaak met de hand plaats. Er werden echter ook enkele machines gezien met een gemechaniseerde werkstukuitvoer.

Een andere veel voorkomende handeling die frequent tijdens de bedrijfsbezoeken werd opgemerkt is dat vele operateurs vooral bij handbediende machines het werkstuk en de werktafel met perslucht schoonbliezen. Uit gezondheidskundig oogpunt is dit niet aan te bevelen omdat daardoor de vloeistofrestanten direct zeer fijn verneveld worden. Afgezien daarvan treden daardoor ook aanzienlijk vloeistofverliezen op.

maatcontrole van het werkstuk

Nadat het werkstuk is uitgenomen en schoongemaakt wordt nagemeten of de afmetingen van het werkstuk binnen de vereiste specificaties vallen.
Op handbediende machines vindt bij elk werkstuk maatcontrole plaats. Naarmate de werkstuknauwkeurigheid groter is zal dit vaker plaatsvinden.
Op gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines vindt de maatcontrole steekproefsgewijs plaats. Op sommige van deze machines is de maatcontrole geautomatiseerd en vindt dan binnen of buiten de machine plaats.

algemeen

Behalve bij de hiervoor genoemde activiteiten kan huidcontact optreden door het leunen tegen een machine met een vervuilde buitenkant, door het afvegen van de handen met vuile poetslappen of ten gevolge van met vloeistof doordrenkte werkkleding (poetslappen in de zak) (zie ook § 3.1.4).
Zoals hiervoor is aangegeven komt de huid (vooral de handen) tijdens het werk veelvuldig in contact met metaalbewerkingsvloeistof-

fen. Dit kan leiden tot secundaire ingestie van vloeistoffen, wanneer er op de werkplek met vuile handen wordt gerookt, gegeten of gedronken (vooral wegwerpbekertjes zonder houdertje worden vaak boven aan de rand vastgepakt waardoor de kans op ingestie van kleine beetjes vloeistof groot is).

3.3 Chemische bepalingen

3.3.1. Nitraat-, nitriet- en NDELA-bepalingen in waterhoudende vloeistoffen

Er zijn in het totaal 33 monsters genomen van waterhoudende vloeistoffen. Het ging om 12 verschillende producten. Het aantal monsters dat genomen werd van verse (concentraat of aangelengd en gebruikte vloeistoffen is hieronder gegeven:

product	verse vloeistof	gebruikte vloeistof
A	-	1
B	1	1
C	1	2
D	4	6[1]
E	1	1
F	1	1
G	1	1
H	-	1
I	1	1
J	1	2
K	1	1
L	1	2

1) Het product werd in 6 bedrijven gebruikt. In alle 6 bedrijven werd een monster van dit product uit een machine genomen.

De monsters werden met Merckoquant teststrips onderzocht op nitriet- en (zo mogelijk) nitraatgehalte (een positieve nitraatrespons met deze teststrips is niet betrouwbaar indien nitriet aanwezig is). Op grond van de uitkomsten van de semi-kwantitatieve metingen en andere informatie die over de monsters was verkregen werd vastgesteld welke van de vloeistoffen onderzocht diende te worden op NDELA. Van een deel van de monsters werd bovendien de precieze nitraat- en nitrietgehaltes bepaald met een colorimetrische methode (Griess-reactie op nitriet; nitraat wordt bij deze methode bepaald na reductie tot nitriet op een cadmiumkolom).
Hiervoor werden voornamelijk producten gekozen waarin het nitraatgehalte 10 mg/kg of hoger en/of het nitriet-gehalte 1 mg/kg of hoger bedroeg. Voor de overige monsters leek een nauwkeurige nitraat- en nitrietbepaling niet zinvol. De getrokken grenzen zijn overigens arbitrair.
De resultaten van de nitraat- en nitrietbepalingen worden in onderstaande tabel weergegeven. Waar mogelijk worden de colorimetrische waarden vermeld. Wanneer het een semi-kwantitatieve bepaling betreft is dit aangegeven.

Tabel 3. Resultaten van nitraat- en nitriet-bepalingen en NDELA-bepaling

product	monster van gebruikte of verse vloeistof	semi-kwantitatieve bepaling[1]		colorimetrische bepaling[2]	
		nitraat-gehalte mg/kg	nitriet-gehalte mg/kg	nitraat-gehalte mg/kg	nitriet-gehalte mg/kg
A	gebruikt	-	-	.	.
B	vers	-	-	.	.
	gebruikt	.	1-5	.	.*
C	vers (concentraat)	-	-	.	.
	gebruikt	-	-	.	.*
	gebruikt	-	-	.	.
D a	vers	-	-	.	.
	gebruikt	-	1-5	.	.*
b	vers (concentraat)	-	-	.	.
	gebruikt	.	1-5	.	.
c	vers	-	-	1	-
	gebruikt	.	10-25	10	13*
d	gebruikt	-	5-10	.	.
e	gebruikt	.	10-25	6	16*
f	vers	-	1-5	1	1*
	gebruikt	.	10-25	6	14*
E	vers	-	-	1	-
	gebruikt	-	-	1	-*
F	vers (concentraat)	-	-	.	.
	gebruikt	-	1-5	.	.*
G	vers (concentraat)	-	-	.	.
	gebruikt	-	-	.	.
H	gebruikt	.	10-25	12	15*
I	vers	-	-	6	-
	gebruikt	.	1-5	1	-*
J	vers	-	1-5	1	1*
	gebruikt	.	50-100	20	44*
	gebruikt	.	10-25	31	13*
K	vers	-	-	.	.
	gebruikt	-	5-10	.	.*
L	vers (concentraat)	.	5.000-10.000	10.800	45.000*
	gebruikt	-	-	8	3*
	gebruikt	-	-	1	-*

1) = bij semikwantitatieve bepaling met teststrips: respectievelijk minder dan 10 en 1 mg/kg aanwezig.

2) = bij colorimetrische bepaling: minder dan 1 mg/kg van beide aanwezig.

* = geanalyseerd op NDELA.

. = geen bepaling uitgevoerd.

Bij 10 van de 12 producten is minimaal één monster van de verse (ongebruikte) vloeistof genomen. In deze vloeistoffen werd semi-kwantitatief en soms ook colorimetrisch het nitraat- en nitrietgehalte bepaald. In slechts één van deze 10 producten werd een aanzienlijke concentratie nitraat en nitriet geconstateerd (product L). Opgemerkt dient te worden dat het hier gaat om een concentraat dat 20-25 maal verdund wordt voor het gebruik. Na verdunning en gebruik is vrijwel geen nitraat of nitriet meer aantoonbaar. Vermoedelijk is dit product gebruikt onder sterk reducerende omstandigheden (namelijk het slijpen van werkstukken waarbij veel slijpsel werd gevormd), waarbij het nitraat wordt omgezet in nitriet (invloed van metallisch ijzer of aluminium?). De nitrietverdwijning zou dan verklaard moeten worden uit verdere reductie of uit intensieve reactie van het nitriet met één of meer bestanddelen van de vloeistof tijdens het gebruik bij hoge temperaturen. De NDELA-vorming speelt bij de nitrietdepletie geen rol van betekenis; zij maakt slechts circa 0,1% daarvan uit.

In de andere 9 producten in verse vorm werd geen of een zeer geringe hoeveelheid nitraat en nitriet aangetoond.
Opmerkelijk is, dat bij sommige monsters tijdens het gebruik het nitraat- en nitrietgehalte zijn toegenomen (vooral in monsters van product D en J). Een verklaring is niet voorhanden, maar zou kunnen liggen in de opname van NO_x uit de lucht, tijdens het gebruik, of in eventuele toevoegingen aan de vloeistoffen voor of tijdens het gebruik. Uit de gesprekken die bij de bedrijfsbezoeken zijn gevoerd zeggen de betreffende respondenten echter geen toevoegingen te plegen.

In voorgaande tabel is aangegeven (met *) in welke monsters NDELA is bepaald. Deze keuze werd vooral gemaakt op grond van het nitrietgehalte van het monster: er werden 2 verse vloeistoffen met geen of zeer weinig nitriet geanalyseerd (product D en J) en één

verse vloeistof met zeer veel nitriet (product L). Bij de analyse van gebruikte vloeistoffen werden monsters geselecteerd waarin enig nitriet aanwezig bleek te zijn. Tevens werd een zo groot mogelijke spreiding over de producten en bedrijven nagestreefd. Uiteindelijk werd van 2 producten geen verse of gebruikte vloeistof op NDELA geanalyseerd, omdat daarin geen nitriet werd aangetroffen en omdat zij bovendien afkomstig waren uit bedrijven waarvan reeds andere monsters geanalyseerd zouden worden. De resultaten van de analyse op NDELA worden hieronder weergegeven. De analysemethode van NDELA is beschreven in bijlage 2. De detectielimiet is 0,05 mg/kg.

Tabel 4. Resultaten van de analyse van verse en gebruikte vloeistoffen op NDELA

product		verse verdunde vloeistof		gebruikte vloeistof	
		nitriet mg/kg	NDELA mg/kg	nitriet mg/kg	NDELA mg/kg
B				1-5[1)]	0,2
C				-[1)]	0,1
D	a			1-5[1)]	0,6
	c			13	1,3
	e			16	1,6
	f	1	< 0,05	14	3,7[3)]
E				-	2,1
F				1-5[1)]	< 0,05
H				15	1,5
I				-	1,6
J		1	< 0,05	44	7[3)]
K				13	2,4
L		2.270[2)]	1.0[2)3)]	5-10[1)]	< 0,05
				3	2,3[3)]
				-	3,2[3)]

1) semi kwantitatieve bepaling
2) op basis van 20-voudige verdunning, feitelijk geconstateerd in het concentraat 45.400 mg nitriet/kg en 20,0 mg NDELA/kg
3) nog extra bevestigd door UV-fotolyse

Opmerkelijk in de NDELA-uitkomsten is, dat dergelijke zeer hoge gehaltes (enkele duizenden mg/kg) als bij eerdere metingen soms

zijn aangetroffen (van Montfort & Groenen, CIVO-Instituten TNO Rapport nummer A 81.332 (1981), in de thans geanalyseerde reeks monsters niet zijn waargenomen. Zelfs in de verse vloeistof van product L, het enige monster met een hoog nitrietgehalte (circa 45.000 mg/kg of 4,5%), was "slechts" 20 mg NDELA per kg aanwezig. Hierbij moet nog opgemerkt worden, dat het hier om een concentraat gaat. Bij verdunning tot de gebruiksklare vorm (stel 20 maal) wordt het NDELA-gehalte 1 mg/kg.
Over het geheel genomen liepen de NDELA-gehaltes in de geanalyseerde, gebruiksklaar-verdunde vloeistoffen (vers of gebruikt) uiteen van niet aantoonbaar (dat wil zeggen < 0,05) tot 7 mg/kg. De hoogste gehaltes kwamen voor in monsters van de producten J, D, L en E. Of deze gehaltes risico's voor de betrokken werknemers inhouden kan zonder nader onderzoek niet worden beoordeeld. Over het algemeen wordt aangenomen, dat zogenaamde volledig carcinogene stoffen ook bij lage concentraties werkzaam kunnen zijn. Of er een absolute ondergrens voor de werking van NDELA bestaat, en zo ja, op welk niveau deze voor NDELA bij de mens ligt, is niet bekend. Derhalve dient deze stof waar mogelijk vermeden of teruggedrongen te worden, in het geval van NDELA ook huidcontact, aangezien deze stof gemakkelijk door de huid heen het lichaam kan binnendringen.

Van 3 producten (D, J, L) is een monster van de verse vloeistof op NDELA geanalyseerd. In twee daarvan was geen NDELA aantoonbaar (D en J, beide reeds verdund); het derde product (L) bevatte, indien zoals boven uitgegaan wordt van een 20-voudige verdunning, 1 mg/kg NDELA. Alle overige producten die op NDELA zijn onderzocht waren (meer of minder lang) gebruikt. De daarin aangetroffen NDELA-gehaltes kunnen al dan niet reeds in de ongebruikte vloeistoffen aanwezig geweest zijn; zij kunnen in de concentraten, afhankelijk van de toegepaste verdunningsfactor, tientallen malen zo hoog zijn geweest als in de gebruikte, verdunde vloeistoffen. Werknemers zullen in het algemeen echter meer in aanraking komen met de ge-

bruiksklare, verdunde vloeistoffen dan met de concentraten. Opmerkelijk is de vorming van NDELA die vooral bij de producten D (monster f) en J tijdens het gebruik is opgetreden.

Enkele van de onderzochte vloeistoffen bevatten naast NDELA nog een andere, ons onbekende verbinding. Dit was waarschijnlijk geen N-nitrosoverbinding. De hoeveelheid ervan was steeds aanzienlijk lager dan die van NDELA.

De hier voor NDELA gebruikte analysemethode is ook geschikt voor de aantoning van NDiPLA (N-nitrosodiisopropanolamine). De verbinding is echter in geen van de onderzochte vloeistoffen aangetroffen.

Omdat tijdens de NDELA-bepaling in product L het vermoeden rees dat daarin ook geheel andere, meer vluchtige nitrosaminen aanwezig waren, is dit product ook op laatstgenoemde groep verbindingen onderzocht.
Het resultaat was dat in het product 0,3 à 0,4 µg/kg aan nitrosodimethylamine (NDMA) werd aangetroffen (berekend op een twintigvoudige verdunning van het concentraat); hierin kwam tijdens het gebruik geen verandering. Het NDMA valt in het niet bij de NDELA-gehaltes die in de onderzochte monsters werden aangetroffen en die zoals gezegd op hun beurt relatief laag zijn in vergelijking met de hoge gehaltes (honderden mg per kg verdund product) die enkele jaren geleden soms in metaalbewerkingsvloeistoffen zijn aangetroffen.

Conclusie:

1. de gevonden NDELA-gehaltes zijn laag vergeleken bij eerdere onderzoeken. Aangezien niet alle producten die in de handel zijn, hier zijn onderzocht kan niet uitgesloten worden dat zich in andere producten wel hoge NDELA-gehal-

tes kunnen bevinden.

2. Het blijkt dat er tijdens het gebruik het nitraat- en nitrietgehalte in de vloeistoffen kan toenemen zodat ook in vloeistoffen die in ongebruikte vorm nitrietvrij zijn lage concentraties NDELA tijdens het gebruik kunnen ontstaan.

3.3.2 PAK-, Chloor- en PCB-bepalingen in zuivere oliën

Er zijn in het totaal 21 monsters genomen van zuivere snijoliën. Het ging om 12 verschillende producten (a t/m l). Van 7 producten zijn monsters genomen van een verse én een gebruikte vloeistof (uit de machine). Van 5 producten werd geen monster van een verse vloeistof verkregen omdat er op het moment van het bezoek geen voorraadvat aanwezig was.

Alle monsters zijn onderzocht op het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen, totaal chloor en in wateroplosbaar chloor. 2 Monsters met een hoog gehalte aan totaal chloor zijn onderzocht op de aanwezigheid van polychloorbifenylen. Het was in het kader van dit onderzoek niet mogelijk in meer dan 2 monsters PCB's te bepalen.

Voor de interpretatie van de resultaten wordt benadrukt dat het gaat om een kleine willekeurige steekproef van snijoliën die in gebruik zijn in Nederland.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Er zijn analyses uitgevoerd op een 22-tal PAK's met behulp van HPLC (zie bijlage 2). Daarbij gaat het om de volgende verbindingen: fenanthreen, anthraceen, fluorantheen, 3,6-dimethylfenanthreen, trifenyleen, benzo(b)fluoreen, benzo(a)anthraceen, chryseen, benzo(e)pyreen, benzo(j)fluorantheen, peryleen, benzo(b)-fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, dibenzo(aj)anthraceen, dibenzo(al)pyreen, benzo(ghi)peryleen), dibenzo(ah)an-

thraceen, indeno(1,2,3-cd)pyreen, 3-methylcholanthreen, anthanthreen.

In onderstaande tabel wordt het totale gehalte aan PAK's van de geanalyseerde monsters gegeven.

Tabel 5. Resultaten van de analyse op polycyclische aromatische koolwaterstoffen in verse en gebruikte snijoliën.

product	verse vloeistof totaal PAK (ppm)[3] ca.	gebruikte vloeistof totaal PAK (ppm)[3] ca.
a	-[1]	260
b	32	107[2]
		53
c	780	550
d	180	37
e	350	300
f	360	130
g	13	335
h	380	340
i		4[2]
		104
j	-[1]	130
k	-[1]	12
l	-[1]	135
spreiding	13-780	4-550

[1] Geen monster genomen.
[2] Het product werd in 2 verschillende bedrijven gebruikt. In beide bedrijven werd een monster uit de machine genomen.
[3] ppm = parts per million

Van 7 producten (a t/m i) zijn monsters van de verse en van de gebruikte vloeistof genomen.

In 2 van deze producten was het totaal PAK-gehalte tijdens het gebruik toegenomen. In de andere 5 producten was het afgenomen tijdens het gebruik. De oorzaak van de toe- of afname in deze monsters is niet bekend.

In onderstaande tabel worden referentiewaarden gegeven om de hier gevonden totaal PAK-gehaltes mee te vergelijken.

Tabel 6. Enkele referentiewaarden voor het gehalte aan totaal PAK, op basis van literatuur.

totaal PAK, op basis van literatuur	gehalte totaal PAK	referentie
gehalten in oliën voor cosmetisch gebruik	enkele ppb	1
gehalten in groenten	0,1-1 ppm	2,3
achtergrond waarde bodem	1 ppm	4
toetsingswaarde voor nader onderzoek bodem	20 ppm	4
toetsingswaarde voor sanering van bodem	250 ppm	4
compost	8 ppm	2
bitumen	ca. 25 ppm	2
ongebruikte motorolie	enkele 10-tallen ppm	5
chemisch afval in de zin der wet (klasse A)	50 ppm	7
gebruikte motorolie (benzinemotor)	1-3%	6
koolteer	>10%	2
22 monsters van snijoliën in dit onderzoek	4-780 ppm	

ppb = parts per billion ($1:10^9$)
ppm = parts per million ($1:10^6$).

16 van de 21 monsters, dus ook vele verse oliën, bevatten meer dan 50 ppm totaal PAK's, waardoor deze beschouwd zouden kunnen worden als chemisch afval in de zin der wet (7).

Er zijn 8 specifieke PAK's in de monsters aangetoond, waarvan de carcinogeniteit voor dieren door het IARC (8) als bewezen wordt beschouwd, nl.:

benzo(a)anthraceen	tot 4,8 ppm
benzo(i)fluorantheen	tot 18,5 ppm
benzo(b)fluorantheen	tot 4,4 ppm
benzo(k)fluorantheen	tot 0,3 ppm
benzo(a)pyreen	tot 1,7 ppm
dibenzo(al)pyreen	tot 2 ppm
dibenzo(ah)anthraceen	tot 7 ppm
indeno(1,2,3-cd)pyreen	tot 1,9 ppm

Het hoogste gehalte van benzo(a)pyreen (1,7 ppm) in de hier onderzochte snijoliën is hoger dan het gehalte dat door Thony e.a. (9) werd aangetroffen in gebruikte snijoliën (0,001-0,25 ppm).

Over de kans dat er bij contact met deze snijoliën kanker optreedt is door gebrek aan valide epidemiologische gegevens geen uitspraak te doen.

Chloor en PCB's

Het gehalte aan totaal chloor werd bepaald met behulp van Neutronen Activerings Analyse en het PCB-gehalte werd bepaald met behulp van Gaschromatografie en Massaspectrometrie.
Het totaal chloorgehalte varieerde van ca. 40-247.000 mg/kg.

Tabel 7. Resultaten van de analyse op totaal chloorgehalte in snijoliën.

product	verse olie totaal Cl (mg/kg)	gebruikte olie totaal Cl (mg/kg)
a	-[1]	32.000
b	7.500	7.900
		8.000
c	55.000	75.000
d	1.150	4.700
e	32.000	27.000
f	247.000	215.000
g	210.000	191.000
h	10.500	11.100
i		1.070
		108
j	-[1]	311
k	-[1]	1.130
l	-[1]	42

[1] Geen monster genomen.

Op grond van het hoge gehalte aan totaal chloor in de monsters van het product f en g werd in de monsters van de gebruikte oliën f en g het PCB-gehalte bepaald (analysemethode zie bijlage 2).
De monsters van de gebruikte producten f en g bevatten beide geen aantoonbare hoeveelheden PCB's (<0,5 ppm per isomeer).

Het was in het kader van dit onderzoek niet mogelijk het PCB-gehalte van een groter aantal monsters te bepalen. De resultaten geven echter geen aanleiding om aan te nemen, dat er PCB's gevormd zijn in de andere vloeistoffen.

Referenties

1) Monarca, S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in petroleum products for medicinal and cosmetic analytical procedure. Science Tot.Environm. 14(1980) 233-43

2) Verhoeve, P. & H. Compaan. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het Nederlandse milieu. Een oriënterende literatuurstudie. MT/TNO Delft, 1980

3) Tuinstra, L.G.M.Th. e.a. Onderzoek over gehalten aan polycyclische aromaten in Nederlandse land- en tuinbouwproducten. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren, Nota 142 2.j.

4) Leidraad bodemsanering afl. 1. Directoraat-Generaal Milieuhygiëne, Den Haag 1983

5) Grimmer, G., J. Jacob, K.W. Nautack. Profile of the polycyclic aromatic hydrocarbons from lubricating oils inventory by GCGC/MS-PAH in environmental materials, Part 1. z.Anal.Chem. 306(1981) 347-55

6) Grimmer, G., J. Jacob, K.W. Nautack, G. Dettbarn. Profile of the polycyclic aromatic hydrocarbons from used engine oil-inventory by GCGC/MS-PAH in environmental materials, Part 2. z.Anal.Chem. 309(1981) 13-19

7) Stoffen- en processenbesluit Vet Chemische Afvalstoffen. Besluit van 26 mei 1977 tot uitvoering van artikel 1, eerste en derde lid van de Wet Chemische Afvalstoffen. Den Haag, Staatsblad 1977 nr. 435

8) IARC. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Polycyclic aromatic Com-

pounds, Part I. Chemical, Environmental and Experimental Data. Vol. 32 IARC, 1983

9) Thony, C., J. Thony, M. Lafontaine, J.C. Limasset, M. Boulanger & C. Gosgnach. Concentrations en hydrocarbures polycycliques aromatiques cancerogènes de quelques huiles minérales. Étude du risque correspondant. Arch.Mal.Prof. 36(1975) 37-52.

3.4 Bedrijfsgezondheidszorg

Eén van de doelstellingen van het onderzoek was om inzicht te verkrijgen in de rol die de bedrijfsgezondheidszorg kan spelen bij de preventie van gezondheidseffecten door het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.
Van de 11 bezochte bedrijven waren er 9 bedrijven aangesloten bij een bedrijfsgezondheidsdienst (BGD). Het gaat om 3 BGD-en die elk 3 bedrijven hebben benaderd voor deelname aan het onderzoek.
Hoewel in het kader van dit onderzoek gesprekken zijn gevoerd met bedrijfsartsen en arbeidshygiënisten van de 3 betrokken BGD-en, is het aantal BGD-en te klein om een representatief beeld te verkrijgen van de rol die BGD-en in de praktijk spelen bij de preventie van gezondheidseffecten.
Op enkele aspecten zal hier echter kort worden ingegaan omdat uit de gesprekken zinvolle informatie werd verkregen over de mogelijke rol die de BGD-en kunnen spelen.
Daarop zal in § 4.3 worden ingegaan.

In het algemeen behoort het tot de taak van een bedrijfsarts om aanstellingskeuringen van nieuw aan te stellen werknemers en Periodiek Geneeskundig Onderzoek (PGO) van reeds aangestelde werknemers uit te voeren. Bij de betrokken BGD-en vond een PGO éénmaal per 2 à 3 jaar plaats.

Alle drie de BGD-en hadden een arbeidshygiënist in dienst (hetgeen niet bij alle BGD-en in Nederland het geval is) en een aantal bedrijfsverpleegkundigen. Zij kunnen een rol vervullen bij werkplekonderzoek naar mogelijkheden om de blootstelling te beperken.
Uit de gesprekken werd de indruk verkregen dat de hulp van BGD-en in eerste instantie vaak vooral voor medische zaken werd ingeroepen, namelijk wanneer zich gezondheidsklachten voordeden bij werknemers. De bedrijfsartsen met wie gesproken is hadden allen wel eens met huidklachten te maken gehad die mogelijk door blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen werd veroorzaakt. De wijze waarop te werk wordt gegaan om de oorzaak van de klachten op te sporen kon volgens de respondenten per bedrijfsarts verschillen. In bijzondere gevallen wordt vaak overleg gepleegd met collega's, maar dit zal uiteraard niet in alle individuele gevallen gebeuren.
De bedrijfsartsen met wie gesproken is gaven te kennen bij de aanstellingskeuring een anamnese af te nemen waarin onder meer gevraagd wordt naar atopie en constitutioneel eczeem. Tevens zei men tijdens de keuring te letten op het manifest eczeem. Soms werd benadrukt dat de beslissing om een werknemer op grond daarvan goed of af te keuren uiteraard niet aan de hand van strenge maatstaven kan worden bepaald, en dat dit ter beoordeling door de bedrijfsarts is.
Het bleek dat er de laatste jaren bij de BGD-en steeds meer aandacht werd besteed aan het onderzoeken van mogelijkheden om de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen op de werkplek te beperken hetgeen vaak tot taak van de arbeidshygiënist werd gerekend. Bij één van de bezochte BGD-en werd door de bedrijfsarts zelf relatief veel aandacht besteed aan de beperking van de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen: door de bedrijfsarts werd advies verstrekt over de aanschaf van metaalbewerkingsvloeistoffen met zo min mogelijk gezondheidsrisico's, de gegevens over de samenstelling van de vloeistoffen werden opgevraagd door de BGD. Er werd regelmatig contact onderhouden met de bedrijven over

onderhoud en controle van de vloeistoffen, incidenteel werd ook voorlichting aan werknemers gegeven (individueel of groepsgewijs) over veilig werken met en onderhoud van de vloeistoffen. Ook vond regelmatig werkplekbezoek plaats (1-2 maal per week), waarbij gelet werd op het onderhoud van de vloeistoffen. Deze activiteiten dragen zeer waarschijnlijk bij aan de preventie van gezondheidseffecten van metaalbewerkingsvloeistoffen. Het was echter niet mogelijk dit te toetsen in het onderhavige onderzoek.

Bedrijven die niet aangesloten zijn bij een BGD (2 bedrijven in dit onderzoek) kunnen niet terugvallen op de daar aanwezige medische en arbeidshygiënische kennis. In één van deze bedrijven kwamen op het moment van onderzoek huidklachten (soms in ernstige vorm) voor bij enkele werknemers. Het ontbreken van medische kennis binnen het bedrijf en het gebrek aan inzicht van de behandelende arts in de bedrijfssituatie en de blootstelling maakten het moeilijk om een juiste aanpak te kiezen om deze huidklachten te verminderen of te voorkómen.

4. DISKUSSIE EN CONCLUSIES

In dit hoofdstuk wordt de informatie die verkregen is uit de bedrijfsbezoeken, in relatie gebracht met reeds bekende aanbevelingen die in hoofdstuk 5 van de literatuurstudie* zijn genoemd. Hier wordt nogmaals benadrukt dat het onderzoek is uitgevoerd bij een relatief klein aantal bedrijven. De situatie in die bedrijven kan dan ook niet als representatief voor alle bedrijven worden beschouwd. Er wordt nagegaan in hoeverre de eerder genoemde aanbevelingen in de praktijk worden nagevolgd en in hoeverre navolging in de praktijk haalbaar is in de huidige omstandigheden. Op grond daarvan worden suggesties gedaan voor aanpassing of aanvulling van de eerder genoemde aanbevelingen.

4.1 Omgang met metaalbewerkingsvloeistoffen binnen de bedrijven

4.1.1 Keuze van metaalbewerkingsvloeistoffen

In hoofdstuk 5 van de literatuurstudie werd een tweetal aanbevelingen vermeld, die regelmatig gedaan worden ten aanzien van de keuze van een metaalbewerkingsvloeistof, namelijk:

1. Het vermijden van aanschaf van vloeistoffen met componenten die een grote kans op gezondheidsschade geven;
2. Vervangen van vloeistoffen die aanleiding geven tot gezondheidsklachten bij gebruik.

Uit het onderhavige onderzoek blijkt dat de bedrijven bij de aanschaf van waterhoudende vloeistoffen en zuivere oliën meestal geen

---

*Smit, H.A., M.J.C. Matthijsen, H. Compaan. Gezondheidsaspecten van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen; een literatuurstudie. Den Haag, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 1986.

grondige afweging hebben gemaakt van potentiële gezondheidseffecten. Zodra zich echter gezondheidsklachten voordeden werden er in het algemeen wel maatregelen genomen. In de meeste gevallen werd dan de BGD ingeschakeld en/of er werd contact opgenomen met de leverancier. In enkele bedrijven is het weleens voorgekomen dat men ten gevolge van gezondheidsklachten is overgegaan tot het vervangen van de in gebruik zijnde vloeistof door een ander product. Bovendien is gebleken dat enkele bedrijven op grond van de gezondheidsrisico's van nitriethoudende waterhoudende vloeistoffen zijn overgegaan op een nitrietvrije vloeistof. Vervangen door nitrietvrije vloeistof is mogelijk omdat het nitriet-vrij-zijn van een waterhoudende vloeistof duidelijk door de producent wordt vermeld. De aanwezigheid van andere schadelijke verbindingen (bijvoorbeeld irriterende of sensibiliserende stoffen) is echter lang niet altijd te achterhalen.

De genoemde aanbevelingen met betrekking tot aanschaf van een onschadelijke vloeistof en de vervanging van een schadelijke vloeistof zijn weliswaar zinvol, maar blijken in de praktijk vaak moeilijk op te volgen. Oorzaken daarvoor moeten gezocht worden in:

- gebrek aan informatie over de samenstelling van de vloeistoffen. Het blijkt steeds weer, dat de producenten onvoldoende informatie verschaffen over de chemische samenstelling van de vloeistoffen zodat een toxicologische evaluatie van de componenten niet mogelijk is.
- gebrek aan toxicologische en medische kennis. Het ontbreekt de bedrijven veelal aan kennis om de kans op gezondheidseffecten aan de hand van de chemische samenstelling te kunnen beoordelen. Bedrijven die aangesloten zijn bij een BGD kunnen echter gebruik maken van de daar aanwezige medische en soms ook arbeidshygiënische kennis.

Omdat er onvoldoende bekend is over de samenstelling van de ver-

schillende producten en over de toxicologische eigenschappen van de meeste componenten kan geen uitputtende lijst gegeven worden van verbindingen die bij voorkeur vermeden zou moeten worden.
Aan de hiervoor genoemde aanbevelingen kan dan ook slechts toegevoegd worden dat een bedrijf van elk product dat in gebruik is (zowel waterhoudende vloeistoffen als zuivere oliën) zou moeten proberen de samenstelling te achterhalen en vervolgens de BGD zou moeten raadplegen over de potentiële gezondheidsrisico's.
Het is echter van groot belang dat een BGD kan beschikken over goed toegankelijk informatie over gezondheidsrisico's en werkplekfactoren die daarmee samenhangen. Verder zouden bedrijven ernaar moeten streven uitsluitend metaalbewerkingsvloeistoffen te gebruiken waarvan de samenstelling bekend is of verkregen kan worden.

4.1.2 Onderhoud

werkplekinrichting

In hoofdstuk 5 van de literatuurstudie zijn enkele aanbevelingen genoemd met betrekking tot de werkplekinrichting, die tot doel hebben de verontreiniging van de vloeistof tijdens het gebruik zoveel mogelijk te beperken:

1. Het treffen van voorzieningen om lekoliën en metaalslijpsel zoveel mogelijk te verwijderen;
2. Het vermijden van dode hoeken in het systeem;
3. Goede bereikbaarheid van machine-onderdelen.

Voorgenoemde aanbevelingen zijn echter vooral van belang bij de aanschaf en constructie van nieuwe machines. Op bestaande machines kunnen deze maatregelen in de praktijk niet getroffen worden.
Op grond van de bevindingen tijdens de praktijkoriëntatie kunnen hieraan nog enkele aanbevelingen worden toegevoegd:

4. Zorg voor goede bereikbaarheid van het vloeistofreservoir. Om een grondige reiniging van het reservoir moge-

lijk te maken zou dit zich niet in de voet van de machine moeten bevinden maar zou het bij voorkeur buiten de machine opgesteld en van bovenaf bereikbaar moeten zijn.

5. Het aanbrengen van eenvoudig te bedienen aftappunten op de voorraadvaten (met concentraten en met zuivere oliën). Blootstelling aan concentraten van waterhoudende vloeistoffen of aan zuivere oliën bij het tappen van verse vloeistof kan zoveel mogelijk beperkt worden wanneer daarbij het vat niet omgekeerd hoeft te worden maar wanneer dit zodanig is opgesteld dat daaruit rechtstreeks via een aftappunt vloeistof verkregen kan worden.

Het aanleggen van een centraal vloeistofomloopsysteem biedt de mogelijkheid om op efficiënte en effectieve wijze de snijvloeistof te onderhouden: periodieke controle, suppletie van vloeistof, het toevoegen van additieven en het verwijderen van lekoliën en metaalspanen kan in één keer in het centrale reservoir plaatsvinden. In bedrijven waar een dergelijk groot systeem om praktische redenen niet haalbaar is, kan een gemeenschappelijk reservoir voor meerdere machines vergelijkbare voordelen bieden.
De aanwezigheid van een goed onderhouden centraal omloopsysteem is echter niet de oplossing voor het geheel van voorkómen van blootstelling. Men kan daarmee weliswaar voorkómen dat de schadelijke effecten van de vloeistof tijdens het gebruik toenemen, maar de blootstelling tijdens de bewerking kan slechts beperkt worden door dezelfde maatregelen te treffen als genoemd worden voor machines met individuele vloeistofreservoirs (§ 4.2).

werkwijze

De aanbevelingen met betrekking tot de werkwijze bij het onderhoud van waterhoudende vloeistoffen, die in hoofdstuk 5 van de literatuurstudie zijn opgesomd, richten zich op:

1. regelmatige controle van de vloeistof tijdens het gebruik (pH-waarde, kiemgetal, electrische geleidbaarheid, aanwezigheid van metaalslijpsel, verontreinigingen en schadelijke verbindingen, concentratie van additieven en dergelijke).
2. goede instructie van werknemers die voor onderhoud verantwoordelijk zijn.
3. instellen van een schema voor periodiek onderhoud
4. opvolgen van instructies van producent of leverancier.
5. vermijden dat (organisch) afval in de vloeistof terecht komt.
6. reinigen van het vloeistofomloopsysteem voordat dit met nieuwe vloeistof wordt gevuld.

In paragraaf 3.1.2 zijn de verschillende aspecten van het onderhoud beschreven. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de wijze van onderhoud bij de meeste bedrijven op een aantal punten verbeterd zou kunnen worden. De indruk werd verkregen dat de respondenten van de meeste bedrijven zich wel realiseren dat de wijze van onderhoud bij het bedrijf niet optimaal is, maar dat er weinig initiatieven worden genomen om dit te verbeteren.
De volgende factoren liggen daaraan mogelijk ten grondslag:

- gebrek aan concrete richtlijnen en informatie voor een goed onderhoud;
- bedrijfseconomische overwegingen: een bedrijf zal in het algemeen de kosten van goed onderhoud (mankracht en aan te schaffen snijvloeistof) afwegen tegen de baten (langere standtijd, betere bewerkingseigenschappen, geringere kans op gezondheidseffecten);
- lage prioriteit die in vergelijking met andere bedrijfsproblemen aan het onderhoud van vloeistoffen wordt toegekend.

Het is moeilijk uit te maken in hoeverre deze factoren in de prak-

tijk een rol spelen. Het is dan ook niet duidelijk in hoeverre het verschaffen van informatie over de werkwijze bij het onderhoud, in een voorlichtingsblad de huidige situatie zal verbeteren.
Om de kans zo groot mogelijk te maken dat de aanbevelingen in een voorlichtingsblad in de praktijk ook worden opgevolgd zou daarin aangegeven moeten worden wat het belang is van de genoemde aanbevelingen. Waar mogelijk zouden de aanbevelingen ook meer in detail gesteld moeten worden. Bijvoorbeeld het belang van periodieke controle, te controleren kenmerken, werkwijze daarbij, interpretatie van de gegevens.

taakinhoud en werkorganisatie

Er werden in de literatuurstudie geen aanbevelingen genoemd om door aanpassingen van de taakinhoud en werkorganisatie een goed onderhoud te bewerkstelligen. Wel werd gesuggereerd dat er een beter onderhoud mogelijk zou zijn wanneer periodieke controle, regelmatig verversen van de vloeistoffen en het aanmaken van het concentraat door één of enkele vaste werknemers wordt uitgevoerd zodat dit niet tot de taak van elke operateur afzonderlijk wordt gerekend. In enkele van de bezochte bedrijven had een dergelijke scheiding van taken plaatsgevonden. In hoeverre dit de kwaliteit van het onderhoud beïnvloedt kan uit het onderhavige onderzoek echter niet geconcludeerd worden. Toch lijkt het wenselijk een aanbeveling met deze strekking in het voorlichtingsblad op te nemen.
Tevens werd gesuggereerd dat het de kwaliteit van het onderhoud ten goede zou komen wanneer elke operateur een 'eigen' machine heeft of vaak aan dezelfde machine werkt, zodat de operateur zelf kan toezien op het proces van verontreiniging van de vloeistof. Uit de bedrijfsbezoeken blijkt dat veel operateurs meestal aan dezelfde machine werken. Sommige bedrijven zijn echter bezig de taakroulatie van operateurs te bevorderen.
Het lijkt beter in een voorlichtingsblad geen aanbeveling op te

nemen over de wenselijkheid van machinegebondenheid van operateurs, omdat uit dit onderzoek niet duidelijk blijkt dat dit het onderhoud van de vloeistof verbetert, terwijl taakroulatie uit het oogpunt van de kwaliteit van de arbeid wel wenselijk is.*

4.1.3 Opslag en afvalverwerking

Er zijn in de literatuurstudie geen aanbevelingen genoemd met betrekking tot opslag en afvalverwerking die tot doel hebben de blootstelling te beperken. De kans op blootstelling tijdens opslag en transport van metaalbewerkingsvloeistoffen is gering mits men zorgt dat de vaten goed afgesloten zijn en aan de buitenzijde schoon zijn. In § 3.1.3 is echter een aantal aanbevelingen genoemd die door producenten van metaalbewerkingsvloeistoffen vaak werden gegeven om de kwaliteit van de vloeistoffen te waarborgen. Deze bleken in de praktijk slecht nagevolgd te worden.
Uit milieukundig oogpunt verdient het aanbeveling om bij de opslag van het metaalafval in de vorm van spanen, te vóórkomen dat de aanhangende metaalvloeistof weglekt en in de bodem verdwijnt (goed afgedichte spanenbakken of roostertjes met een opvangreservoir voor vloeistof).

4.1.4 Getroffen maatregelen ter beperking van de blootstelling

De maatregelen die in hoofdstuk 5 van de literatuurstudie zijn genoemd hebben betrekking op:

---

* Zie bijvoorbeeld Assen, A. van, J.F. Den Hertog 'Werkbeleving en werkstructurering'. In: C. de Galan, M.R. van Gils, P.J. van Strien 'Humanisering van de arbeid', Van Gorcum, Assen, 1983.

- technische maatregelen aan de machine. Daaraan wordt in paragraaf 4.2 aandacht besteed;
- persoonlijke beschermingsmiddelen;
- mogelijkheden voor hygiëne;
- voorlichting en instructie van werknemers.

persoonlijke beschermingsmiddelen

In het algemeen werd in de bezochte bedrijven weinig gebruik gemaakt van persoonlijke beschermingsmiddelen (dit is iets dat vaker kan worden geconstateerd), alleen veiligheidsschoenen werden meestal wel gedragen.

De persoonlijke beschermingsmiddelen die aangetroffen kunnen worden bij blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen zijn vloeistofafstotende kleding, ademhalingsbescherming, veiligheidsbrillen en eventueel handschoenen of barriercreams.

Het feit dat persoonlijke beschermingsmiddelen vaak zo weinig worden gebruikt wordt mogelijk veroorzaakt door:

- het niet-beschikbaar zijn of moeilijke verkrijgbaar zijn van bepaalde beschermingsmiddelen;
- gebrek aan draagcomfort;
- twijfel aan de effectiviteit van bepaalde beschermingsmiddelen. Werknemers zelf merken vaak op dat het dragen van handschoenen niet kan beletten dat men toch met de blote handen in contact komt met vloeistof, omdat inwendige vervuiling van de handschoenen onvermijdelijk is.

In het algemeen geldt, dat het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen pas dan aanbevolen moet worden, wanneer de blootstelling redelijkerwijs niet verder beperkt kan worden door technische maatregelen.

Het lijkt wenselijk om het gebruik van handschoenen en barriercreams niet op te nemen in aanbevelingen van een op te stellen voorlichtingsblad: het dragen van handschoenen is in de praktijk

vaak niet zinvol (vervuiling van de binnenzijde van handschoenen is praktisch onvermijdelijk). Bovendien is het gebruik van handschoenen soms zelfs gevaarlijk omdat deze tussen de machine kunnen raken. Ook over de effectiviteit van barriercreames zijn vele twijfels*.

Het gebruik van vloeistofafstotende kleding, ademhalingsbescherming en veiligheidsbrillen verdient echter wel aanbeveling indien redelijkerwijze geen andere maatregelen getroffen kunnen worden. Aan het draagcomfort van deze beschermingsmiddelen dient echter aandacht besteed te worden.

Als aanvulling op de aanbeveling tot het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen zou het bevorderen van de bereikbaarheid en beschikbaarheid van persoonlijke beschermingsmiddelen genoemd kunnen worden.

hygiëne

Er zijn in de literatuurstudie aanbevelingen genoemd met betrekking tot:

1. beschikbaarheid en frequente reiniging van werkkleding.
2. het regelmatig wassen van de handen met lauw water en zachte zeep.
3. het vermijden van reiniging met oplosmiddelen, schuurzeep en harde borstels.
4. het gebruik van verzachtende crème.
5. nabijheid en hygiëne van de wasinrichting.
6. het gebruik van schone handdoeken en poetslappen.
7. vermijden van vuile poetslappen en vuil gereedschap in de werkkleding.

---

*Literatuur: Eick, A.J. van & C. van Hooidonk. Huidbescherming met barriercreams; evaluatie van de literatuur. MBL/TNO, Rijswijk, 1985.

8. aanwezigheid van schone en verzorgde douchegelegenheid.

In alle bedrijven vindt een frequente reiniging van werkkleding plaats en is er een schone wasinrichting aanwezig, meestal voldoende dichtbij de werkplek. Hoewel er bij alle bedrijven een speciale zeep voor goede reiniging werd gebruikt blijkt men veelal niet op de hoogte te zijn van het belang van niet-agressieve werking van de zeep en de aanwezigheid van een verzachtende crème. Deze aspecten dienen dan ook benadrukt te worden.

Om het optreden van voetschimmels bij het gebruik van douches te voorkomen, dient de douchegelegenheid in ieder geval dagelijks schoongespoten te worden en is het noodzakelijk dat elke werknemer eigen badslippers gebruikt.

In dit onderzoek kon niet worden nagegaan in hoeverre de aanbevelingen met betrekking tot persoonlijke hygiëne door de werknemers in acht werden genomen.

Op grond van de bevindingen tijdens de bedrijfsbezoeken kunnen de volgende aanvullingen worden gegeven:

9. Het vermijden van de aanwezigheid van poetslappen van wegwerpmateriaal in de vloeistofreservoirs te werpen (met het oog op bederf van de vloeistof);

10. Het voorkómen dat er op de werkplek gegeten, gedronken en gerookt wordt.

voorlichting en instructie van werknemers

In de meeste bedrijven vond geen voorlichting en instructie plaats van werknemers over het veilig werken met metaalbewerkingsvloeistoffen. In enkele bedrijven werd hieraan echter incidenteel door de bedrijfsarts aandacht besteed.

Hiervóór zijn diverse aanbevelingen genoemd met betrekking tot het omgaan met werknemers met snijvloeistoffen, persoonlijke hygiëne e.d.

Om het veilig werken te stimuleren is het doen van aanbevelingen alléén echter niet voldoende. Het is van belang dat daaraan op

gezette tijden en op informatieve wijze aandacht wordt besteed door het bedrijf zelf en/of door de BGD.
Dat dit in de huidige praktijk weinig gebeurt wordt waarschijnlijk voor een belangrijk deel veroorzaakt door:

- een gebrek aan overzichtelijke informatie bij bedrijven en BGD'en over mogelijke gezondheidsrisico's van het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen en mogelijk daardoor een gebrek aan inzicht in de achtergronden en belang van diverse aanbevelingen;
- een gebrek aan inzicht in de wijze waarop de overdracht van informatie en aanbevelingen het meest effectief kan plaatsvinden.

Een voorlichtingsblad kan slechts voor een deel bijdragen tot de voorlichting en instructie van werknemers: er kan overzichtelijke informatie worden verschaft en er kunnen aanbevelingen worden gedaan om de gezondheidsrisico's zoveel mogelijk te beperken. Er kan echter niet aangegeven worden wat de meest effectieve methode is om te bevorderen dat de aanbevelingen ook worden nageleefd. Daartoe zou nader onderzoek op het gebied van gezondheidsvoorlichting en -opvoeding (GVO) noodzakelijk zijn.

4.2 Beperking van de blootstelling tijdens de metaalbewerking

Uit § 3.2 blijkt dat de intensiteit van de blootstelling sterker samenhangt met de mate van mechanisering en automatisering van de machine (en dus met de te verrichten handelingen) dan met de aard van de bewerking.
Op grond van deze bevindingen kunnen specifiekere aanbevelingen worden gedaan om de blootstelling te beperken dan in hoofdstuk 5 van het literatuurrapport konden worden gegeven, te weten: omkasting van machines, plaatselijke afzuiging en spatbescherming.

Hierbij wordt weer onderscheid gemaakt naar handbediende, gemechaniseerde en numeriek bestuurde (geautomatiseerde) machines.
In tabel 8 is samengevat hoe voor deze 3 typen machines de blootstelling voor elke handeling beperkt kan worden.

handbediende machines

Elk van de genoemde handelingen in paragraaf 3.2 wordt op handbediende machines door de operateur verricht, daarbij treedt vrijwel altijd een zekere blootstelling op. Er is veelal geen of een ineffectieve spatbescherming aanwezig. Bovendien belemmert een spatbescherming vaak het zicht op de bewerking. Ook omkasting van handbediende machines is in de praktijk te hinderlijk. In tabel 8 worden maatregelen genoemd, die de blootstelling tijdens het werken op handbediende machines kunnen beperken. Deze maatregelen hebben deels betrekking op de machineconstructie en deels op de werkwijze van de operateurs. Niet alle genoemde maatregelen met betrekking tot machineconstructie zijn echter te realiseren op de machines die momenteel in gebruik zijn. De volgende maatregelen zijn echter wel eenvoudig te verwezenlijken:

- aanbrengen van effectieve spatbescherming (voldoende groot en geplaatst tussen de operateur en de bedieningselementen enerzijds en de bewerking anderzijds). De spatbescherming mag de bewerking en het zicht daarop niet hinderen en zou zo geconstrueerd moeten zijn dat deze niet uitnodigt om erop of tegenaan te leunen;
- aanbrengen van plaatselijke afzuiging op machines, met matige of sterke verneveling. Men dient er echter rekening mee te houden dat deze nooit geheel effectief is bij niet-omkaste machines.

gemechaniseerde machines

Op gemechaniseerde machines worden de meeste handelingen nog door de operateur verricht: de bewerking wordt mechanisch gestuurd en

soms (bij draai-automaten) is ook de werkstukin- en -uitvoer gemechaniseerd. Direct zicht op het werk is dientengevolge niet nodig en, gezien de compacte bouw van de machines, dikwijls niet mogelijk. Het blijkt echter in de praktijk dat de gemechaniseerde machines niet altijd van omkasting zijn voorzien. De mechanisering van de bewerking zelf biedt echter wel de mogelijkheid om het contact met de vloeistof of enkele handelingen te beperken of zelfs geheel te voorkomen.

Op de machines die momenteel in gebruik zijn, kunnen de volgende maatregelen worden getroffen:

- omkasting van de machine en afzuiging van vloeistofnevel binnen de omkasting. Dit is op gemechaniseerde machines mogelijk omdat een operateur niet voortdurend zicht op de bewerking hoeft te houden. Vervuiling van de bedieningselementen en blootstelling aan vloeistofnevels en -spetters tijdens de bewerking zelf kan daardoor grotendeels voorkómen worden;
- mechanisering van werkstukin- en uitvoer is vooral van belang omdat het aantal producten per tijdseenheid op gemechaniseerde machines relatief groot is. Op draaiautomaten is de werkstukin- en uitvoer vrijwel altijd gemechaniseerd. Op sommige machines (bijvoorbeeld bewerkingseenheden) is dit niet het geval.

numeriek bestuurde machines

Numeriek bestuurde machines bieden de meeste mogelijkheden om blootstelling aan snijvloeistoffen te beperken. De handelingen benodigd voor het gereedmaken van een machine voor de fabricage van een product (programmeren, gereedschap instellen, opbouw van spangereedschap) kunnen grotendeels buiten de machine en desgewenst op grote afstand van de machine worden uitgevoerd (eventueel in andere ruimten). In de praktijk wordt van deze mogelijkheden echter nog niet altijd gebruik gemaakt, zodat de blootstelling bij

bepaalde handelingen soms zelfs groter is dan op handbediende machines. Dit speelt vooral een rol bij de werkstukuitvoer: bij korte stuktijden kan het vóórkomen dat een operateur relatief veel producten (bedekt met vloeistof) per tijdseenheid moet hanteren.
Bovendien blijkt dat niet alle numeriek bestuurde machines zijn voorzien van een omkasting, terwijl dit juist eenvoudig te realiseren is en de bewerking niet hindert.
De volgende voorzieningen kunnen de blootstelling bij het werken met numeriek bestuurde machines zoveel mogelijk voorkomen:

- geautomatiseerde werkstukin- en -uitvoer;
- omkasting van de machine en afzuiging van vloeistofnevel binnen de omkasting;
- palletinvoer van (buiten de machine) opgespannen werkstukken. Daardoor wordt bij het instellen het contact met de machine en machine-onderdelen (veelal bedekt met vloeistof) tot een minimum beperkt;
- het vóórinstellen van gereedschap buiten de machine, waardoor de blootstelling bij het inzetten van gereedschap wordt beperkt;
- geautomatiseerde maatcontrole, hetgeen de mate van contact met de werkstukken beperkt;
- bedieningspaneel op voldoende afstand van de machine vooral ter beperking van blootstelling bij niet-omkaste machines.

Hiervoor zijn vooral mogelijkheden aangegeven om voorzieningen te treffen op handbediende gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines die reeds bij bedrijven in gebruik zijn.
Automatisering van verschillende handelingen kan een belangrijke bijdrage leveren aan de beperking van de blootstelling. Hierbij dienen echter enige kanttekeningen te worden gemaakt: enerzijds moet men er rekening mee houden dat automatisering van grote invloed kan zijn op de kwaliteit van de arbeid. Bij het invoeren van productie-automatisering in de metaalbewerking is het dan ook

van belang met verschillende factoren tegelijkertijd rekening te houden (arbeidshygiënische én sociaal-organisatorische) om een verbetering van de kwaliteit van de arbeid te bewerkstelligen. Anderzijds moet het effect van automatisering op het beperken van de blootstelling, op korte termijn niet worden overschat.
Thans (1986) wordt geraamd dat ca. 3% van dit park uit numeriek bestuurde machines bestaat, terwijl Flexibele Fabricage Modulen, Cellen en zeker Systemen nog zeer gering in aantal zijn. Toekomstige ontwikkelingen zijn moeilijk voorspelbaar. Toch mag als een realistische vóóronderstelling gelden dat rond de eeuwwisseling de penetratiegraad van de automatisering niet meer dan ca. 15% zal bedragen. Derhalve zal ook dan nog het grootste deel van het machinepark handbediende machines omvatten, waarbij een blootstelling aan snijvloeistoffen mag worden verwacht.

Bij de aanschaf van nieuwe machines en bij constructie van machines is het van belang aan de volgende factoren aandacht te besteden:

- goede bereikbaarheid van machine-onderdelen;
- bedieningsgemak van spanmiddelen;
- effectieve spatbescherming of omkasting.

Op alle typen machines kan hierdoor de intensiteit van de blootstelling gereduceerd worden.

Daarnaast is het van belang dat de technische mogelijkheden worden onderzocht om het vernevelen en spetteren van metaalbewerkingsvloeistoffen zoveel mogelijk te beperken bijvoorbeeld door het verbeteren van nevelarme vloeistoffen of door het ontwikkelen van bewerkingstechnieken waarbij verneveling en spetteren van vloeistof zoveel mogelijk voorkomen wordt. Er bestaan echter twijfels of dit laatste practisch haalbaar is.

Ook bij de werkplekinrichting kan aandacht besteed worden aan het

beperken van de blootstelling, namelijk door:

- de plaatsing van machines op voldoende afstand van elkaar, zodat een operateur in ieder geval niet wordt blootgesteld aan nevel en spetters van andere machines;
- zorg te dragen voor een effectieve ruimteventilatie (mechanisch of natuurlijk).

De operateur zelf kan door middel van een juiste werkwijze het contact met metaalbewerkingsvloeistoffen zoveel mogelijk vermijden bijvoorbeeld door:

- regelmatige reiniging van de buitenzijde van de machine en van de bedieningselementen (minimaal wekelijks);
- het creëren van een opbergplaats voor handgereedschap die enerzijds onder handbereik van de machine is en anderzijds goed afgeschermd is van vloeistof of spetters e.d.;
- het vermijden van het gebruik van perslucht om werkstuk en machine schoon te blazen;
- het vermijden van leunen tegen de machine;
- het treffen van hygiënische maatregelen (§ 4.1.4);
- het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (§ 4.1.4).

De hier genoemde maatregelen ter beperking van de blootstelling (technische maatregelen aan de machine, werkplekinrichting en de werkwijze van operateurs) zijn samengevat in tabel 8).

4.3 Rol van de bedrijfsgezondheidszorg

In het literatuurrapport zijn de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Bijzondere aandacht voor het opsporen van predisponerende factoren bij de aanstellingskeuring (aanwezigheid manifest eczeem, anamnese met acne vulgaris, eczeem of atopie).

Tabel 8. Beperking van de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen bij verschillende handelingen op handbediende, gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines

	handbediening	gemechaniseerde machines	numeriek bestuurde machines
1. instellen van de machine	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap	- palletinvoer van reeds opgespannen werkstukken
2. inzetten van bewerkingsgereedschap	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap - eenvoudig te gebruiken spangereedschap	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap	- vóór instellen van gereedschap buiten de machine
3. werkstukinvoer	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap - eenvoudig te gebruiken spanmiddelen	- mechaniseren van werkstukinvoer - vermijden met de handen onder de vloeistofstraal te komen	- automatiseren van werkstukinvoer indien daarbij contact met metaalbewerkingsvloeistoffen optreedt
4. bediening van de machine	- afscherming van bedieningselementen - reiniging van bedieningselementen	- omkasting van de machines	- bedieningspaneel op voldoende afstand van de machine
5. bewerking	- technische maatregelen om verneveling en spetteren tegen te gaan - gerichte afzuiging - spatbescherming - vermijden van gebruik van perslucht - plaatsing van machines op voldoende afstand van elkaar	- omkasting en gerichte afzuiging - plaatsing van niet-omkaste machines op voldoende afstand van elkaar	- omkasting en gerichte afzuiging - plaatsing van niet-omkaste machines op voldoende afstand van elkaar
6. werkstukuitvoer	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap - eenvoudig te gebruiken spanmiddelen	- mechaniseren van werkstukuitvoer	- automatisering van werkstukuitvoer
7. maatcontrole	- goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoon houden van handgereedschap	- mechanisering van maatcontrole - goede bereikbaarheid machine-onderdelen - reiniging buitenzijde machine - schoonhouden van handgereedschap	- numeriek controle (automatisering)

2. Het geven van speciale adviezen aan individuele werknemers met gezondheidsklachten.
3. Bemiddeling bij noodzaak voor (tijdelijke) overplaatsing naar zogenaamd 'droog werk' aan individuen met ernstige gezondheidsklachten.
4. Het verrichten van periodiek onderzoek met bijzondere aandacht voor het vóórkomen van huidaandoeningen.

Deze aanbevelingen zijn alle gericht op de rol die een bedrijfsarts kan spelen bij het voorkómen van gezondheidsschade, wanneer de blootstelling als gegeven wordt beschouwd. Tijdens de gesprekken werd de indruk verkregen dat er behoefte is aan overzichtelijke informatie over de gezondheidsrisico's van metaalbewerkingsvloeistoffen en de factoren die dit beïnvloeden.

In de hiervoor genoemde aanbevelingen is geen aandacht besteed aan de rol die de bedrijfsgezondheidsdienst (met name arbeidshygiënisten en bedrijfsverpleegkundigen), kan spelen bij het onderzoeken van mogelijkheden om de blootstelling te beperken.

De reeds gedane aanbevelingen zouden daarom als volgt uitgebreid kunnen worden.

5. Het verrichten van regelmatig werkplekbezoek door arbeidshygiënist, bedrijfsverpleegkundige of bedrijfsarts. Daarbij zou aandacht besteed kunnen worden aan dezelfde punten als in dit onderzoek (zie bijlage 1).
6. Het verstrekken van (gezondheidskundig) advies bij de aanschaf van nieuwe vloeistoffen en reinigingsmiddelen voor de handen.
7. Het geven van voorlichting aan werknemers over de mogelijkheden om de blootstelling aan metaalbewerkingsvloeistoffen zoveel mogelijk te vermijden.

5. AANBEVELINGEN TER BEPERKING VAN GEZONDHEIDSRISICO'S

In dit hoofdstuk worden in het kort de aanbevelingen genoemd die opgenomen zouden moeten worden in een voorlichtingsblad over het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen (uit te brengen door de Arbeidsinspectie).
Deze aanbevelingen worden gegeven in de hierna volgende rangorde van prioriteiten, volgens de arbeidshygiënische principes van het Directoraat-Generaal van de Arbeid.

1. Bestrijding aan de bron
   - het gebruik van metaalbewerkingsvloeistoffen met zo min mogelijk gezondheidsrisico's;
   - het voorkomen dat zich tijdens het gebruik schadelijke stoffen vormen: goed onderhoud.
2. Beperking van de blootstelling
   - werkplekinrichting;
   - technische maatregelen aan de machines;
   - maatregelen ten aanzien van de werkwijze;
   - hygiënische maatregelen.
3. Toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen.

De toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen dient pas plaats te vinden wanneer redelijkerwijze de blootstelling niet verder beperkt kan worden. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan omtrent de rol die de bedrijfsgezondheidszorg kan spelen bij de preventie van nadelige gezondheidseffecten.
Tot slot is een goede voorlichting en instructie aan werknemers onontbeerlijk.

5.1 Bestrijding aan de bron

5.1.1 Het gebruik van metaalbewerkingsvloeistoffen met zo min mogelijk gezondheidsrisico's

5.1.1.1 Het opvragen van de samenstelling van aan te schaffen en in gebruik zijnde producten

5.1.1.2 Aanschaf van nitrietvrije waterhoudende vloeistoffen

5.1.1.3 Het zoveel mogelijk vermijden van metaalbewerkingsvloeistoffen waarin zich irriterende of sensibiliserende verbindingen bevinden

5.1.1.4 Het gebruik van waterhoudende vloeistoffen met een zuurgraad tussen 7 en 9

5.1.1.5 Het vermijden van zuivere oliën waarin zich kankerverwekkende polycyclische aromatische koolwaterstoffen bevinden

5.1.2 Het voorkómen dat zich tijdens het gebruik schadelijke verbindingen vormen in de vloeistoffen: een goed onderhoud

5.1.2.1 Het schoonhouden van de vloeistof; de aanwezigheid van metaalslijpsel, lekoliën, afval, microbiële verontreiniging zoveel mogelijk voorkómen

5.1.2.2 Periodieke controle van waterhoudende vloeistoffen (zuurgraad, kiemgetal, mengverhouding, metaalslijpsel, electrische geleidbaarheid, NDELA)

5.1.2.3 Het vermijden van toevoeging van additieven, tenzij de producent anders aanbeveelt

5.1.2.4 Regelmatige en goed uitgevoerde verversing

5.2 Maatregelen ter beperking van de blootstelling

5.2.1 Werkplekinrichting

5.2.1.1. Omkasting en afzuiging van machines

5.2.1.2 Ruimteventilatie

5.2.1.3 Spatbescherming op niet-omkaste machines

5.2.1.4 Plaatsing van machines op voldoende afstand van elkaar

5.2.1.5 Opslag en transport van voorraadvaten; het opstellen van voorraadvaten op enige hoogte en aanbrengen van aftappunten

5.2.2 Technische maatregelen aan de machines

5.2.2.1 Machineconstructie; goede bereikbaarheid van machine-onderdelen, gebruik van bewerkingsgereedschap waarbij geen lange spanen worden gevormd, gebruik van eenvoudig te hanteren spangereedschap

5.2.2.2 Mechanisering of automatisering van werkstuk-in- en uitvoer op machines waar een groot aantal producten per tijdseenheid wordt geproduceerd

5.2.2.3 Vóórinstellen van bewerkingsgereedschap bij numeriek bestuurde machines en palletinvoer van reeds opgespannen werkstukken

5.2.3 Maatregelen ten aanzien van de werkwijze

5.2.3.1 Reiniging van de buitenzijde van de machine

5.2.3.2 Schoonhouden van handgereedschap

5.2.3.3 Vermijden van het gebruik van perslucht

5.2.4 Hygiënische maatregelen

5.2.4.1 Het vermijden van roken, eten en drinken op de werkplek; aanwezigheid van schone schaftruimte

5.2.4.2 Reiniging van de handen met zachte zeep en lauw water; gebruik van oplosmiddelen en schurende middelen vermijden; het gebruik van schone handdoeken en verzachtende crème; aanwezigheid van wasgelegenheid nabij de werkplek

5.2.4.3 Aanwezigheid en gebruik van douches

5.2.4.4 Regelmatig aantrekken van schone werkkleding en vervanging van vuile poetslappen; het

vermijden van poetslappen en handgereedschap in de werkkleding; beschikbaarheid van voldoende schone werkkleding en poetslappen

5.3 Toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen

5.3.1 Het gebruik van ademhalingsbescherming bij sterk vernevelende bewerkingen

5.3.2 Het gebruik van vloeistof afstotende kleding bij sterk spetterende bewerkingen

5.3.3 Het gebruik van handschoenen en barriercreams wordt niet aangeraden

5.4 Bedrijfsgezondheidszorg

5.4.1 Het verstrekken van gezondheidskundig advies bij aanschaf en vervanging van metaalbewerkingsvloeistoffen

5.4.2 Bijzondere aandacht bij de anamnese voor constitutioneel eczeem, acne vulgaris en atopische aanleg

5.4.3 Het opsporen van oorzaken van gezondheidsklachten; regelmatig werkplekbezoek; bemiddelen bij overplaatsing naar ander werk

5.5 Voorlichting en instructie van werknemers

Het verstrekken van een goede voorlichting en instructie van werknemers met betrekking tot gezondheidsrisico's, onderhoud van de vloeistoffen, juiste werkwijze ter beperking van de blootstelling, betrachten van hygiëne, toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Bovengenoemde maatregelen worden uitgewerkt in een concept-voorlichtingsblad dat door de Arbeidsinspectie uitgegeven zal worden. Behalve de aanbevelingen die in het voorlichtingsblad worden gedaan aan gebruikers van metaalbewerkingsvloeistoffen zouden ook andere activiteiten gestimuleerd moeten worden, die bijdragen tot de beperking van gezondheidsrisico's bij het omgaan met metaalbewerkingsvloeistoffen:

a. Bewerkingstechnisch onderzoek: het ontwikkelen van

alternatieve metaalbewerkingstechnieken, waarbij geen vloeistof noodzakelijk is; aan de praktische haalbaarheid daarvan bestaan tot op heden vele twijfels.

b. Ontwikkeling van vloeistoffen met zo min mogelijk gezondheidsrisico's: de ontwikkeling van nitrietvrije waterhoudende vloeistoffen is hiervan een voorbeeld. Verder is het van belang dat nieuwe waterhoudende vloeistoffen zo min mogelijk irriterende verbindingen bevatten en een zuurgraad hebben van 8 à 9. De ontwikkeling van vloeistoffen die weinig nevel produceren zou voortgezet moeten worden. Ook aan de verwijdering van PAK's uit zuivere snijoliën zou aandacht besteed moeten worden.

c. Toxicologisch onderzoek naar mogelijke gezondheidseffecten van componenten van metaalbewerkingsvloeistoffen.

d. Stimulering van het gebruik van metaalbewerkingsvloeistoffen met zo min mogelijk gezondheidsrisico's door regelgeving van overheidswege. Ook een uit te brengen voorlichtingsblad kan hiertoe bijdragen.

e. Stimulering van het verstrekken van productinformatie over de samenstelling van metaalbewerkingsvloeistoffen en over de samenstelling van reinigende zepen.

f. Het aanpassen van machineconstructies: het ontwerpen van machines die mogelijkheden bieden voor een juiste uitvoering van het onderhoud en waarbij blootstelling van de operateurs zoveel mogelijk beperkt kan worden. Er zou vooral aandacht besteed moeten worden aan een goede bereikbaarheid van machine-onderdelen, de constructie van een vloeistofreservoir dat goed (van bovenaf) bereikbaar is met zo min mogelijk dode hoeken, het ontwikkelen en toepassen van eenvoudig te bedienen spanmiddelen, het ontwikkelen van effectieve spatbe-

scherming voor niet-omkaste machines.

g. Het ontwikkelen van beschermende werkkleding met een goed draagcomfort, die bovendien geen veiligheidsrisico's met zich meebrengt, bijvoorbeeld vloeistofafstotende goed zittende werkkleding ter beperking van het huidcontact en effectieve, niet hinderlijke ademhalingsbescherming ter beperking van inhalatie van vloeistofnevel.

Door het uitbrengen van een voorlichtingsblad over het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen en door tegelijkertijd aandacht te besteden aan bovengenoemde activiteiten (a t/m g) kan een bijdrage worden geleverd aan een structurele beperking van de gezondheidsrisico's bij het werken met metaalbewerkingsvloeistoffen.

BIJLAGE 1. Aspekten van het werk waarop bij werkplekobservaties werd gelet

1. Bewerking
   aard van de bewerking
   vorm en omvang van het werkstuk
   aard van het materiaal
   toerental
   vereiste werkstuknauwkeurigheid
   aard van de productie (massa, serie, stuks)
2. Metaalbewerkingsvloeistof
   merk en type
   kleur
   zuurgraad pH
   standtijd
   aanwezigheid microbiële verontreiniging
   aanwezigheid lekoliën of leibaanoliën op de vloeistof
   aanwezigheid metaalslijpsel in de vloeistof
   aanwezigheid metaalspanen in het reservoir
   aanwezigheid andere rommel (papier, peuken, bekertjes, schillen) in het reservoir
3. Machine
   merk van de machine
   plaats en bereikbaarheid van de vloeistoftank
   bereikbaarheid van machine-onderdelen
   aanwezigheid spatbescherming
   aanwezigheid gerichte afzuiging
   aanwezigheid omkasting
   automatisering van de bewerking
   besturing (numeriek of met de hand)
4. Blootstelling
   handelingen waarbij huidcontact optreedt
   mate van verneveling

mate van spatten

rookvorming

vervuiling bedieningsknoppen

vervuiling buitenzijde machine

vermoedelijke plaats van blootstelling (gewicht, handen, enz.)

5. Omgeving van de werkplek

aanwezigheid van olie op de vloer

aanwezigheid van spanen op de vloer

aanwezigheid van een extra portje 'tapvet' of snijolie op de werkplek

aanwezigheid van eten of drinken op de werkplek

aard en hygiënische conditie van poetslappen

6. Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen

ademhalingsbescherming

veiligheidsbril

schorten

handschoenen

schoenen

helmen

gehoorbescherming

BIJLAGE 2. Analysemethoden van chemische bepalingen

a. NDELA
b. PAK's
c. PCB's

a. Analysemethode voor NDELA

De NDELA-bepaling werd uitgevoerd met behulp van GC/TEA (gaschromatografie met Thermal Energy Analyzer detectie), na trimethylsilylering van het NDELA. Vijf gram van het monster werd 30 min krachtig geroerd met 100 ml ethylacetaat, in aanwezigheid van 250 mg ammoniumsulfamaat. De vloeistof werd via een trechter met 40 g watervrij natriumsulfaat op een kolom van 20 g kiezelgel 60 (Merck, Art. 7754) gebracht. Het natriumsulfaat werd nagespoeld met 50 ml ethylacetaat. De uitstromende vloeistof werd verworpen. De kolom werd vervolgens geëlueerd met 100 ml aceton. Het eluaat werd bij 70°C ingedampt tot enkele ml, en aangevuld tot 10,0 ml. Van deze vloeistof werd een aliquot van 1,0 ml drooggedampt bij 70°C met een argonstroom, waarna het residu werd gesilyleerd met 400 µl MSTFA (N-methyl-N-trimethylsilyltrifluoraceetamide) in 100 µl pyridine (30 min, 80°C). Na afkoelen werd CH_2Cl_2 toegevoegd tot 500 µl. De gesilyleerde extracten werden bewaard in een exsiccator met silicagel.
Afzonderlijk werden blanco- en recoverybepalingen uitgevoerd.
Gaschromatografie: Intersmat IGC 16, kolom 10 m x 0,5 mm i.d. WCOT fused silica Chrompack CB 52, kolomtemperatuur 140°C, injectortemperatuur 270°C, TEA-oven 480°C, TEA-vacuum 0,2-0,3 mm kwik (0,03-0,04 kPa).
De meest in het oog lopende TEA-positieve uitkomsten zijn nog extra bevestigd met UV-fotolyse; NDELA is UV-labiel.

b. Analyse van polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Opwerkingsmethode:

- In een 100 ml scheitrechter worden achtereenvolgens 10 ml cyclohexaan, 250 µl monster, 250 µl interne standaard en 10 ml DMF samengevoegd.
- Gedurende 20 minuten schudden in het schudapparaat.
- Laten ontmengen en de DMF-laag (onderlaag) in een 100 ml scheitrechter laten lopen.
- Voeg vervolgens 10 ml water en 30 ml cyclohexaan toe, en schud gedurende 20 minuten.
- Laat nu de DMF-laag (onderlaag) weglopen en was de cyclohexaanlaag tweemaal met 25 ml water. Dit kan in de scheitrechter worden gedaan door aan de cyclohexaanlaag water toe te voegen, een aantal malen te schudden, te laten ontmengen en de onder(=water)laag weg te laten lopen.
- De cyclohexaanlaag wordt ingedampt met behulp van een rotavapor en het extract wordt opgenomen in 0.5 ml methanol.

Analyse:

De analyse wordt uitgevoerd met behulp van HPLC. De scheiding wordt uitgevoerd op een reversed phase kolom, detectie vindt plaats door middel van een fluorescentie- en een U.V.spectrometer.

Kolommen:

- Supelcosil LC-PAH C18 5 µm kolom (25 x 0.46 cm)
- Supelco LC-18 guard kolom

Mobiele fase:

- vloeistof A: 70% Methanol + 30% water
- vloeistof B: 100% Methanol
- vloeistof snelheid 1 ml/min.

- Gradient:

tijd/min)	%A	%B
0	85	15
80	45	55
120	0	100
150	0	100
152	85	15

Detectie:

- fluorescentie: excitatiegolflengte = 250 nm.
  emissiegolflengte > 385 nm.
- U.V.absorptie: 280 nm.

c. Polychloorbifenylen

Van de monsters werden oplossingen bereid in hexaan. Deze oplossingen werden na voorzuivering over aluminiumoxide gescreend op de aanwezigheid van PCB's en eventuele PCB-patronen met behulp van capilaire gaschromatografie met electronenvangstdetectie. Van de monsters van gebruikte producten f en g (tabel 7) is met behulp van capilaire gaschromatografie met massaselectieve detectie geanalyseerd. Voor kwantificering werd gebruik gemaakt van een externe standaardoplossing bevattende geselecteerde di-, tri-, tetra-, penta-, hexa- en heptachloorbifenylen. Hiervan werden volgens de SIM-methode de volgende ionen gedetecteerd:

dichloorbifenylen	222.0	224.0	226.0
trichloorbifenylen	256.0	258.0	260.0
tetrachloorbifenylen	289.9	291.9	293.9
pentachloorbifenylen	323.9	325.9	327.9
hexachloorbifenylen	357.8	359.8	361.8
heptachloorbifenylen	391.8	393.3	395.8

De gaschromatografische condities waren:
injectie: on column
temperatuurprogramma: 100°C gedurende 1 min, hierna met

30°C/min naar 207°C, vervolgens met

40°C/min naar 240°C

kolom: 50 m x 0.22 mm i.d. CPSil5 CB af = 0.12µm.

BIJLAGE 3. Enkele waarnemingen van de werkplekobservaties

	wijze van blootstelling[1]				machine[1]		plaats van blootstelling[2]									
type machine	type vloeistof	nevel-vorming	spatten	rook-of damp	bedie-nings-knoppen vuil	buiten-zijde machine vuil	gezicht	handen + onder-armen	borst + buik	benen	lucht-wegen	omkasting aanwezig[3]	automa-tische bewer-king[3]	numerieke besturing[3]	automa-tische werk-stuk-invoer[3]	automa-tische werk-stuk-uitvoer[3]
freesmachine	w.h.	-	+/-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
freesmachine	w.h.	+/-	+/-	-	+/-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
freesmachine	w.h.	+	+	-	+/-	+/-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
tandwielafwikkelfreesmachine	olie	-	+/-	-	+/-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
slijpmachine (centerloos)	w.h.	+	+	-	+	+/-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
slijpmachine	w.h.	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
slijpmachine	w.h.	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
kruipslijpmachine	w.h.	+	+	-	+	+/-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
kolomboormachine	w.h.	+	+		+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
kolomboormachine	olie	-	-	-	+/-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
langgatboor	olie	-	+/-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
radiaalboor	w.h.	+	+	-	+	+/-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
kottermachine	w.h.	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kottermachine	olie	+/-	+	+	-	+/-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

1) + = sterk
+/- = matig
- = gering of geen
2) + = belangrijkste plaats van blootstelling
- = op moment van observatie niet sterk blootgesteld
3) + = aanwezig
- = afwezig
4) w.h. = waterhoudende vloeistof

BIJLAGE 3. (vervolg) Enkele waarnemingen van de werkplekobservaties

		wijze van blootstelling[1]			machine[1]		plaats van blootstelling[2]									
	type vloeistof	nevel-vorming	spatten	rook- of damp	bedie-nings-knoppen vuil	buiten-zijde machine vuil	gezicht	handen + onder-armen	borst + buik	benen	lucht-wegen	omkasting aanwezig[3]	automa-tische bewer-king[3]	numerieke besturing[3]	automa-tische werk-stuk-invoer[3]	automa-tische werk-stuk uitvoer[3]
draaien	w.h.	+	++	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	+	++	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
draaien	w.h.	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
draaien	olie	+/-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+
draaien	olie	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+
draaien	olie	+	+/-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
draaien	w.h.	+	+	+	+/-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
draaien	w.h.	+/-	+/-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
honen	olie	-	-	-	+/-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
schroefdraadrollen	w.h.	+/-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+
brootsen	olie	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
bewerkingscentrum	w.h.	+/-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
bewerkingseenheden	olie	+	+/-	+/-	+/-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+
bewerkingseenheden	w.h.	+	+	-	+/-	+/-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-
bewerkingscentrum	w.h.	-	+	-	-	++	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
bewerkingscentrum	w.h.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
bewerkingscentrum	w.h.	-	+	-	+/-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-

BIJLAGE 4. Kans op optreden van spatten, vernevelen, dampvorming dan wel rookvorming bij verspanende bewerkingen

Gegeven dat een snijvloeistof wordt gebruikt hangt de kans op spatten, vernevelen, damp- dan wel rookvorming in belangrijke mate af van:

1. De aard van de bewerking c.q. van het bewerkingsproces
2. De bewerkbaarheid van het werkstukmateriaal
3. De warmtevastheid van het gereedschapmateriaal c.q. de voor een gereedschapmateriaal toelaatbare snijsnelheden
4. De rotatiediameter van het roterende gereedschap dan wel van het roterende werkstuk
5. De grofheid van de spanen
6. De vorm van de spanen
7. De plaats (inwendig of uitwendig) waar de verspaning plaatsvindt
8. De hoeveelheid per tijdseenheid toegevoerde vloeistof en de vloeistofdruk.

De verscheidenheid in de bewerkingsprocessen, de werkstukmaterialen, de rotatiediameters, de spaanafmetingen en de spaanvormen is zeer groot. Een beschouwing van elk van de letterlijk duizenden combinaties is onmogelijk.

Met dit voor ogen is getracht, door een rigoureuze simplificatie, te komen tot kengetal dat een indicatie kan geven voor de kans op de verspreiding van snijvloeistoffen in de werkruimte dan wel op de werkplek.

Voor dit kengetal is de volgende vorm gekozen:

$$K = C_{pro} * C_{wm} * C_{gm} * C_{pl} * C_{sv}$$

waar:

C_{pro} = procesfactor
C_{wm} = factor voor het werkstukmateriaal
C_{gm} = factor voor het gereedschapmateriaal
C_{pl} = factor voor de plaats/aard van de bewerking
C_{sv} = factor voor de spaanvorm.

In de hieronder volgende tabellen is getracht deze invloedsfactoren te kwantificeren, en wel zodanig dat naarmate het kengetal groter is de kans op verspreiding van de vloeistof door spatten, vernevelen, verdampen dan wel rookvorming eveneens groter is.

Ad C_{pro} = procesfactor

proces	C_{pro}
vlakslijpen	10
profielslijpen	9
rond- en centerloos slijpen	8
frezen	7
wervelen	6
draaien en kotteren	5
boren[1]	4
tandwielfrezen, schaven, steken	3
zagen, trekfrezen (brootsen)	2
ruimen, tappen, honen	1

[1] N.B.: diepgatboren met gesloten systeem: C_{pro} 0.

Ad C_{wm} = factor voor werkstukmateriaal

materiaal(groep)	C_{wm}
magnesiumlegeringen	10
aluminiumlegeringen	9
koperlegeringen	8
niet- en laaggelegeerde stalen	7
gelegeerde stalen	6
gietstalen/nodulair gietijzer	5
gietijzer	4
titaanlegeringen	3
super (turbine-)legeringen	2
geharde (staal-)legeringen	1

Ad C_{gm} = factor voor gereedschap (materiaal)

gereedschap (materiaal)		C_{gm}
slijpsteen		16
snijmaterialen:	keramisch	8
	hardmetaal	4
	snelstaal	2
	gereedschapsstaal	1

Ad C_{pl} = factor voor plaats/aard v.d. bewerking

plaats/aard	C_{pl}
uitwendige bewerking - onderbroken snede	4
uitwendige bewerking - continue snede	3
inwendige bewerking - ondiep	2
inwendige bewerking - diep	1

Ad C_{sv} = factor voor de spaanvorm

spaanvorm	C_{sv}
slijp- c.q. "poederspaan"	5
fijne lint- en kurketrekkerspaan	4
grove lint- en kurketrekkerspaan	3
fijne brokkelspaan	2
grove brokkelspaan	1

Met nadruk moet er op worden gewezen dat aan de toegekende cijferwaarden geen absolute waarde mag worden gehecht. Zij dienen alleen om in relatieve zin trends aan te geven.

Toetst men deze methodiek aan reële praktijksituaties dan blijken de kengetallen te variëren tussen k = ca. 25 (ruimen, diepe gaten in staal) en k = ca. 3200 (vlakslijpen, onderbroken snede van gehard staal). Buitendraai-bewerkingen met hardmetalen gereedschap op stalen nemen daarin met k = ca. 1260-1680 een middenpositie in.

Deze benadering noopt tot een wijze van classificering. Deze classificering wordt (met enig voorbehoud!) in tabel 1 gegeven.

Tabel 1. Classificatie van de te verwachten mate van spatten en verneveling

kengetal: k	te verwachten mate van spatten en verneveling etc.
< 300	nihil tot verwaarloosbaar
300 - 600	gering
600 - 1200	gering tot matig
1200 - 1800	matig tot sterk
1800 - 2400	sterk tot zeer sterk
2400 - 3000	zeer sterk
> 3000	extreem

Het moge duidelijk zijn dat deze classificatie in hoge mate subjectief is. Meer dan een verwachtingspatroon mag hier niet achter worden gezocht.

BIJLAGE 5: Overzicht van handbediende, gemechaniseerde en numeriek bestuurde machines

A. Handbediende machines

1. Draaimachines
   - centerdraaimachines
   - kopdraaimachines
   - caroussel-draaimachines
   - kopieerdraaimachines
   - revolverdraaimachines

2. Schaafmachines
   - z.g. "sterke-arm"-schaafmachines
   - slede-schaafmachines

3. Freesmachines
   - horizontale c.q. verticale freesmachines
   - portaalfreesmachines
   - kopieerfreesmachines

4. Frees-, boor-, kottermachines

5. Boormachines
   - tafel- en kolomboormachines
   - radiaal-boormachines
   - meerspillen-boormachines
   - diepgatboormachines

6. Wervelmachines

7. Broots- of trekfrees-machines

8. Schroefdraadmachines
   - tapmachines
   - draadsnij- en rolmachines

9. Machines voor tandwielfabricage
   - tandwielsteekmachines
   - tandwielfreesmachines

10. Slijpmachines
   - buiten- en binnen-rondslijpmachines
   - centerloze rondslijpmachines
   - vlakslijpmachines
   - bandslijpmachines
   - draadslijpmachines

11. Hoon- en lepmachines

12. Machines voor afkortbewerkingen
   - band- en lintzaagmachines
   - hakzaagmachines
   - cirkelzaagmachines
   - doorslijp-machines

B. Gemechaniseerde machines

1. Enkelvoudige machines met een mechanische programmabesturing (bijv. 'stangen-draaiautomaat')

2. Bewerkingseenhedenmachines
   Tot deze machines kunnen worden gerekend de "transferstraten" (met lijnopstelling van de bewerkingseenheden) en de machines met roterende tafels (cirkelvormige opstelling

van de bewerkingseenheden rond de tafel), waarbij de werkcyclus van de bewerkingseenheden weer mechanisch is geprogrammeerd, evenals het transport van de werkstukken langs de bewerkingsstations.

C. Numeriek bestuurde machines

1. Enkelvoudige numeriek bestuurde machines ((c)NC-machines)
Typische exponenten van deze machines zijn de CNC-draaimachines (en de opkomende CNC-draaicentra), de CNC-freesmachines en de CNC-bewerkingscentra.

2. Flexibel Fabricage Moduul (FFM)
Per definitie wordt hieronder verstaan een numeriek bestuurde integrale combinatie van een gereedschapsmachine met aan- en afvoerinrichtingen voor werkstukken en met inrichtingen om gereedschappen (en eventueel spanmiddelen) te wisselen, veelal voorzien van geautomatiseerde meetmiddelen voor de controle van de werkstukken en gereedschappen. In principe moet een FFM in staat zijn gedurende perioden van, bijvoorbeeld, 8 tot 24 uur onbemand te werken.

3,4 Flexibele Fabricage Cel (FFC), c.q. Flexibel Fabricage Systeem (FFS)
In dit geval is sprake van integrale combinaties van Flexibele Fabricage Modulen waarin dikwijls (soms geautomatiseerde) laad/los-stations voor werkstukken en een wasstation zijn geïncorporeerd. Het onderscheid tussen "cellen" en "systemen" is arbitrair. In het algemeen spreekt men bij de combinatie van 2-4 machines nog van een "cel", bij meer machines van een "systeem". De grens tussen een FFS en een Flexibele Automatische Fabriek is uiterst vaag.