

66/158

PRAKTIJKGIDSEN ARBEIDSHYGIENE

RI&E TOXISCHE STOFFEN HET BEOORDELEN VAN DE BLOOTSTELLING

HANS MARQUART

DOOK NOY

YVETTE OOSTENDORP

TNO Arbeid, Hoofddorp



TN0129282

TN0124258

MAART 2001

TOXISCHE STOFFEN TOXISCHE STOFFEN TOXISCHE STOFFEN TOXISCHE STOFFEN TOXISCHE STOFFEN TOXISCHE STOFFEN

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING 3

1 WETTELIJKE VERPLICHTINGEN 5

- 1.1 RISICO-INVENTARISATIE EN -EVALUATIE 5
- 1.2 REGISTRATIE VAN TOXISCHE STOFFEN 6
- 1.3 ETIKETTERING VAN TOXISCHE STOFFEN 8
- 1.4 WETTELIJKE EN BESTUURLIJKE GRENSWAARDEN 8
- 1.5 BIJZONDERE WETTELIJKE REGELS 11
- 1.6 VOORLICHTING EN ONDERRICHT 12

2 TOXISCHE-STOFFENBELEID 13

- 2.1 STAPPENPLAN VOOR EEN TOXISCHE-STOFFENBELEID 13
- 2.2 SAMENVATTING 15

3 BLOOTSTELLING AAN TOXISCHE STOFFEN: ACHTERGROND 16

- 3.1 INLEIDING 16
- 3.2 FACTOREN DIE DE BLOOTSTELLING BEPALEN 16
- 3.3 GEZONDHEIDSEFFECTEN DOOR BLOOTSTELLING 20

4 INVENTARISEREN VAN STOFFEN EN WERKPLEKFACTOREN 24

- 4.1 GESTRUCTUREERDE EN PLANMATIGE AANPAK 24
- 4.2 GLOBALE INVENTARISATIE 25
- 4.3 SCHATTING VAN DE BLOOTSTELLING: RANGORDE VAN RISICO'S 27

5 SCHATTEN VAN BLOOTSTELLING 30

- 5.1 INLEIDING 30
- 5.2 VROEGERE MEETRESULTATEN, VASTE PROTOCOLLEN OF 'STAND-DER-TECHNIEK' 30
- 5.3 DETERMINISTISCHE MODELLEN VOOR CONCENTRATIES IN DE LUCHT 31
- 5.4 PRAKTIJKMODELLEN VOOR BLOOTSTELLING VIA DE ADEMHALINGSWEGEN 33
- 5.5 MODELLEN VOOR HUIDBLOOTSTELLING 34

6 EEN MEETPLAN VOOR NADER ONDERZOEK 36

- 6.1 BESLISSINGSCATEGORIEËN 36
- 6.2 INHOUD VAN HET MEETPLAN 37
- 6.3 OPSTELLEN VAN HET MEETPLAN 38

7 MEETMETHODEN EN -TECHNIEKEN 37

- 7.1 VERSCHILLENDE MEETMETHODEN 39
- 7.2 DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR 41
- 7.3 NIET DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR: GASSEN EN DAMPEN 43
- 7.4 NIET DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR: AËROSOLEN 45
- 7.5 MEETMETHODEN VOOR HUIDBLOOTSTELLING 47

8 EVALUATIE 49

- 8.1 INLEIDING 49
- 8.2 REKENEN MET MEETRESULTATEN: BASISBEGRIPPEN 49
- 8.3 BESLISSINGSSCHEMA'S 52

9 RAPPORTEREN 54

10 PLAN VAN AANPAK 57

BIJLAGEN

- 1 WOORDENLIJST 59
- 2 AFKORTINGEN 61
- 3 LITERATUUR 62
- 4 MEETPROTOCOL HOUTSTOF 63

TNO Kwaliteit van Leven Bibliotheek
Postbus 718
2130 AS Hoofddorp

Recordnr.

Plaatscode

55991

COLOFON

UITGAVE VAN TNO ARBEID
EERSTE DRUK, MAART 2001

OVER DE AUTEURS:

HANS MARQUART IS PRODUCTMANAGER
INDUSTRIECHEMICALIËN BIJ DE AFDELING
BLOOTSTELLINGSONDERZOEK VAN TNO
CHEMIE TE ZEIST. HIJ WERKT AL MEER DAN
10 JAAR BIJ TNO. HIJ IS GESPECIALISEERD
IN BLOOTSTELLINGSMODELLEN, BLOOTSTEL-
LINGSDATABASES EN HUIDBLOOTSTELLING.
OP DEZE GEBIEDEN IS HIJ OOK INTER-
NATIONAAL ACTIEF.

IR. DOOK NOY (RAH) IS WERKZAAM BIJ
ARBO UNIE ALS MANAGER ONDERZOEK
EN ONTWIKKELING. ZIJN ARBEIDSHYGIËNI-
SCHE PRAKTIJKERVARING LIGT MET NAME
OP HET GEBIED VAN CHEMISCHE FAC-
TOREN IN INDUSTRIËLE OMGEVING EN
KLIMAATOMSTANDIGHEDEN IN KANTOOR-
OMGEVING.

YVETTE OOSTENDORP WERKT BIJ DE ARBO
UNIE DORDRECHT ALS ARBEIDSHYGIËNIST
EN IS DAAR WERKZAAM ALS ADVISEUR
VOOR BEDRIJVEN IN DE CHEMISCHE SEC-
TOR, AFVALVERBRANDING EN INSTELLIN-
GEN IN DE ZORGSECTOR. ZIJ IS OPGELEID
BIJ DE LU IN WAGENINGEN.

COMMENTATOREN:

DR. IR. DICK HEEDERIK
DRS. SUSANNE TIJSSSEN

EINDREDACTIE:

DRS. NICOLETTE VOSKUYL

ONTWERP:

MARIT VAN DER MEER, AMSTERDAM

OPMAAK:

MONDEEL BV, AMSTERDAM

DRUKWERK:

MONDEEL BV, AMSTERDAM

OMSLAGFOTO:

MICHEL WIELICK

Copyright ©2001 TNO Arbeid

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder de schriftelijke toestemming van de uitgever, TNO Arbeid.

Aan deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor eventuele (druk)fouten en onvolledigheden aanvaarden de auteur(s) en uitgever geen aansprakelijkheid.

DEZE GIDS IS GEDRUKT OP TOTALLY
CHLORINE-FREE PAPIER.

ISBN 90-6743-747-6

INLEIDING

DEZE PRAKTIJKGIDS GAAT OVER HET INVENTARISEREN EN EVALUEREN VAN RISICO'S VAN TOXISCHE STOFFEN. DE WETTELIJK VERPLICHTE RISICO-INVENTARISATIE EN -EVALUATIE MOET OP ONDERDELEN GEDETAILLEERD ZIJN. DIT GELDT ONDER ANDERE VOOR DE SITUATIES WAAR MEN TE MAKEN HEEFT MET TOXISCHE STOFFEN. IN DEZE PRAKTIJKGIDS BESCHRIJVEN WE ALLE TE NEMEN STAPPEN BIJ HET BEOORDELEN VAN BLOOTSTELLING AAN TOXISCHE STOFFEN: VAN HET SCHATTEN VAN BLOOTSTELLING OP BASIS VAN GEGEVENS VAN STOF(FEN), PROCESSEN, MACHINES EN WERKZAAMHEDEN, TOT AAN HET OPZETTEN EN UITVOEREN VAN EEN MEETPLAN VOOR HET GEDETAILLEERD IN KAART BRENGEN VAN DE BLOOTSTELLING EN TOETSEN AAN GRENSWAARDEN; OOK AAN HET VASTLEGGEN VAN DE GEGEVENS WORDT AANDACHT BESTEED.

Voor een risico-inventarisatie en -evaluatie van toxische stoffen is al snel specialistische, vaak arbeidshygiënische kennis en ervaring nodig. Dit geldt echter niet voor alle onderdelen. Het is heel goed mogelijk dat eigen medewerkers uit het bedrijf, samen met of ondersteund door een arbeidshygiënist, de benodigde gegevens verzamelen. Deze Praktijkgids biedt achtergrondinformatie die daarbij kan worden gebruikt.

In deze Praktijkgids wordt de term toxische stoffen gebruikt voor alle gassen, dampen, vloeistoffen en vaste stoffen, al dan niet in mengsels, die kunnen leiden tot hinder of schade van de gezondheid van werknemers. In de Arbowet wordt gesproken over toxische stoffen en over gevaarlijke stoffen. Onder een gevaarlijke stof wordt verstaan een stof die vanwege zijn eigenschappen is ingedeeld in een van de gevarencategorieën beschreven in de Wet Milieugevaarlijke Stoffen. Deze gevarencategorieën kunnen betrekking hebben op gezondheidsrisico's, veiligheidsrisico's of milieurisico's. In de Praktijkgids wordt daarvoor de term toxische stoffen gebruikt. Het beoordelen van de mogelijke veiligheidsrisico's en milieurisico's bij het werken met chemische stoffen wordt in deze Praktijkgids niet behandeld.

LEESWIJZER

De Praktijkgids is opgebouwd uit een aantal onderdelen.

WETTELIJKE VERPLICHTING EN ACHTERGRONDINFORMATIE

In hoofdstuk 1 (Wettelijke verplichtingen) gaan we in op de wettelijke verplichtingen en regelingen die van toepassing zijn op de risico-inventarisatie en -evaluatie van toxische stoffen. De wet verplicht bedrijven een beleid te voeren, omdat een systematische benadering een betere garantie biedt voor doeltreffend beheersen van risico's. In hoofdstuk 2 (Toxische-stoffenbeleid) worden de onderdelen van een beleid en een stappenplan voor het opzetten van een beleid beknopt beschreven. Dit onderwerp wordt uitgebreider behandeld in de Praktijkgids 'Toxische-stoffenbeleid: opzetten en uitvoeren'.

Hoofdstuk 3 (Blootstelling aan toxische stoffen: achtergrond) geeft achtergrondinformatie over factoren in de werksituatie die de blootstelling kunnen bepalen, over de mogelijke gezondheidseffecten en de wijze waarop toxische stoffen in het lichaam kunnen worden opgenomen. Dit hoofdstuk bevat basiskennis die nodig is om een bijdrage te kunnen leveren aan de inventarisatie.

INVENTARISEREN EN SCHATTEN

Hoofdstuk 4 geeft uitleg over een gestructureerde aanpak bij het inventariseren van stoffen en factoren in het werk die de blootstelling kunnen bepalen. De in het Arbobesluit genoemde voorkeursmethodiek (NEN-EN 689: Leidraad voor het beoordelen van blootstelling) komt in hoofdstuk 4, 5, 6 en 7 steeds terug. In hoofdstuk 5 wordt een aantal methoden beschreven die kunnen worden gebruikt bij het schatten van blootstelling op basis van meetresultaten van vergelijkbare situaties of op basis van rekenmodellen.

METEN

In hoofdstuk 6 beschrijven we de onderdelen die in een meetplan voor nader onderzoek aan de orde moeten komen. We staan daarbij ook stil bij de criteria die kunnen worden gehanteerd bij het beslissen over de noodzaak om al dan niet te gaan meten. In hoofdstuk 7 vindt u vervolgens uitleg over een aantal veelgebruikte meetmethoden en -technieken.

EVALUEREN EN RAPPORTEREN

In hoofdstuk 8 vindt u uitleg over berekeningsmethoden voor het vergelijken van de meetresultaten met de grenswaarde, er wordt ook een aantal beslissingsschema's toegelicht. Tot slot vindt u in hoofdstuk 9 en 10 informatie over de onderdelen van de rapportage en van het plan van aanpak.

Deze Praktijkgids is onderdeel van de serie 'toxische stoffen'. Aanvullende informatie over verschillende onderdelen vindt u in de volgende Praktijkgidsen:

- Opsporen en beoordelen van informatie over toxische stoffen
- Toxische-stoffenbeleid: opzetten en uitvoeren
- Toxische stoffen en werkende mens effectief scheiden
- Bronbestrijding: vrijkomen van toxische stoffen beperken
- Ventilatie en afzuiging van toxische stoffen en warmte

1

WETTELIJKE VERPLICHTINGEN

1.1 RISICO-INVENTARISATIE EN -EVALUATIE

ALGEMENE RI&E

Artikel 3 van de Arbowet 1998 verplicht werkgevers om een zo goed mogelijk arbobeleid te voeren. Dit betekent dat werkgevers in hun ondernemingsbeleid continu en structureel aandacht moeten besteden aan verbetering van de arbeidsomstandigheden. Daarvoor is informatie nodig over de risico's op werkplekken. De risico-inventarisatie en -evaluatie is een instrument om deze informatie te verzamelen. Iedere werkgever moet op grond van artikel 5 Arbowet 1998 een inventarisatie maken van de gevaren en een evaluatie opstellen van alle risico's ten aanzien van veiligheid, gezondheid en welzijn die het werk met zich meebrengt voor de werknemers. Onderdeel van de risico-inventarisatie en -evaluatie is een plan van aanpak waarin maatregelen worden beschreven om de geconstateerde risico's te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken.

ROL VAN DE ARBODIENST

Een risico-inventarisatie en -evaluatie moet op een systematische manier en liefst aan de hand van een gevalideerde methode worden opgesteld. Een werkgever kan ervoor kiezen de risico-inventarisatie en -evaluatie zelf binnen het bedrijf uit te voeren of uit te besteden aan bijvoorbeeld een arbodienst. Een werkgever is echter verplicht zich bij het uitvoeren van de risico-inventarisatie en -evaluatie en bij het opstellen van het plan van aanpak te laten bijstaan door een gecertificeerde arbodienst (artikel 14). De arbodienst adviseert over de aanpak van de risico-inventarisatie en -evaluatie, of voert deze deels of geheel uit. Met ingang van 1 januari 1998 dient iedere werkgever te beschikken over een actuele en door een gecertificeerde arbodienst goedgekeurde risico-inventarisatie en -evaluatie.

De werkgever is op grond van de Wet op de Ondernemingsraden (WOR) verplicht om de personeelsvertegenwoordiging instemming te vragen over het contract met de arbodienst betreffende de risico-inventarisatie en -evaluatie. Jaarlijks dient de werkgever met de personeelsvertegenwoordiging te overleggen over de voortgang van het plan van aanpak. Het verdient daarom aanbeveling de personeelsvertegenwoordiging in een vroeg stadium te betrekken bij de plannen voor het uitvoeren van een risico-inventarisatie en -evaluatie en het opstellen van een plan van aanpak.

Een risico-inventarisatie en -evaluatie moet worden aangepast wanneer de ermee opgedane ervaringen, gewijzigde werkmethoden of werkomstandigheden, of de stand van wetenschap en techniek daartoe aanleiding geven. Dit betekent dat in geval van een nieuwe productielijn, het verbouwen van een productiehal of een vérgaande reorganisatie van het werk, op de gewijzigde onderdelen een risico-inventarisatie en -evaluatie moet worden uitgevoerd.

NADERE INVENTARISATIE TOXISCHE STOFFEN

De risico-inventarisatie en -evaluatie hoeft niet op alle onderwerpen even gedetailleerd in te gaan. De noodzaak hiertoe wordt bepaald door de aard en omvang van de aanwezige risico's. Er is echter een aantal onderwerpen waarvan wettelijk is bepaald dat een gedetailleerde risico-inventarisatie en -evaluatie verplicht is. Dit geldt onder meer voor toxische stoffen.

BEOORDELEN VAN DE
BLOOTSTELLING

Het Arbobesluit (dat in juli 1997 van kracht is geworden) bepaalt in artikel 4.2, dat daar waar werkzaamheden plaatsvinden waarbij werknemers kunnen worden blootgesteld aan gevaarlijke of hinderlijke stoffen, de aard, mate en duur van de blootstelling moeten worden beoordeeld om het risico voor werknemers vast te stellen. Dit betekent dat moet worden nagegaan aan welke stoffen werknemers worden blootgesteld, onder welke omstandigheden en op welke wijze. Voor het vaststellen van de mate van blootstelling dient men gebruik te maken van bestaande liefst genormaliseerde meetmethoden, of een andere, aantoonbaar doeltreffende methode. Aan de beoordeling van de blootstelling aan chemische stoffen via inademing wordt volgens het Arbobesluit voldaan, indien deze wordt uitgevoerd volgens de methodiek die is beschreven in de norm NEN-EN 689: 'Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen voor de vergelijking met de grenswaarden en de meetstrategie' (Arbobeleidsregel 4.2).

De norm NEN-EN 689 is de Nederlandse versie van de Europese leidraad voor de beoordeling van grenswaarden van blootstelling aan chemische stoffen. De norm geeft ook richtlijnen voor de toe te passen meetstrategie. De aanpak verloopt in drie stappen:

- 1 vaststellen van mogelijke blootstelling aan de hand van een inventarisatie van chemische stoffen
- 2 vaststellen van kenmerken van de werkplek: functie, taken, werkwijzen en technieken, processen, bronnen, voorzieningen, blootstellingstijd, zwaarte van het werk
- 3 schatting van de blootstelling:
 - a initiële beoordeling: kwalitatief op grond van chemische stoffen en werkplekkarakteristiek
 - b globaal onderzoek op grond van eerdere metingen, elders verzamelde meetgegevens, schattingen en berekeningen
 - c gedetailleerd onderzoek aan de hand van metingen op de werkplek

Indien men de volledige drie stappen doorloopt en tot het oordeel komt dat er sprake is van blootstelling boven de grenswaarde, moeten maatregelen worden genomen. Vervolgens moet de gehele beoordeling opnieuw worden doorlopen. Indien de uitkomst van de beoordeling onzeker is, kan worden besloten tot het invoeren van periodieke metingen met tussentijdse beoordelingen.

De norm is voorzien van een achttal annexen (A tot en met H) waarin een nadere toelichting op de toepassing van de norm wordt gegeven en waarin ook twee mogelijke beoordelingsschema's worden uitgewerkt. De annexen vormen overigens geen onderdeel van de norm en zijn puur informatief bedoeld.

1.2 REGISTRATIE VAN TOXISCHE STOFFEN

Een onderdeel van de risico-inventarisatie en -evaluatie van toxische stoffen is het opzetten en bijhouden van een register. De wettelijke verplichting voor een actueel register is alleen van toepassing voor stoffen die bij de Wet Milieugevaarlijke Stoffen zijn ingedeeld in de categorie 'voor de voortplanting giftig' en de stoffen met de aanduiding R64 (risico bij borstvoeding) en voor kankerverwekkende stoffen. Bij gebruik van dergelijke stoffen of bij kans op blootstelling door vorming van deze stoffen tijdens een proces moeten de volgende aanvullende gegevens worden vastgelegd:

- a de hoeveelheid productie, gebruik of opslag per jaar
- b het aantal werknemers dat werkzaam is op de plaatsen waar de stof voorkomt en ermee in contact kan komen
- c de werkzaamheden met de stof
- d de manier waarop werknemers aan de stof worden blootgesteld
- e de genomen maatregelen met inachtneming van het arbeidshygiënische regime (zie hierna)

Als er sprake is van kankerverwekkende stoffen of processen waarbij kankerverwekkende stoffen kunnen vrijkomen, moeten in de risico-inventarisatie en -evaluatie naast bovengenoemde punten ook de volgende gegevens zijn opgenomen:

- f identiteit van de stof:
 - enkelvoudige stof: CAS-nummer of EEG-nummer
 - meervoudige stof: handelsnaam, chemische naam, gewichtspercentages relevante componenten
 - proces: beschrijving van het proces en chemische naam van de stof(fen)
- g reden waarom proces of gebruik van de stof strikt noodzakelijk en vervanging technisch niet uitvoerbaar is
- h afdeling waar de stof voorkomt of waar het proces wordt toegepast
- i gevaar of aard van het effect

Bij aanwezigheid van deze categorieën van stoffen geldt bovendien de wettelijke verplichting een register bij te houden van de personen die mogelijk zijn blootgesteld (zie Arbobesluit hoofdstuk 4).

De eerste stap van een risico-inventarisatie en -evaluatie zal zijn het in kaart brengen van alle chemische producten die in het bedrijf aanwezig zijn. Daarbij zal men minstens de punten f), h) en i) inventariseren. Een goede beoordeling van de kans op blootstelling begint met een dergelijke inventarisatie. Deze beperkt zich vanzelfsprekend niet tot de producten die zijn ingedeeld in bepaalde gevaarscategorieën van de Wet Milieugevaarlijke Stoffen. Ook andere stoffen kunnen bij bepaald gebruik of bij intensieve blootstelling een risico voor de gezondheid vormen.

ARBEIDSHYGIËNISCH REGIME (ARBOBESLUIT, ARTIKEL 4.9)

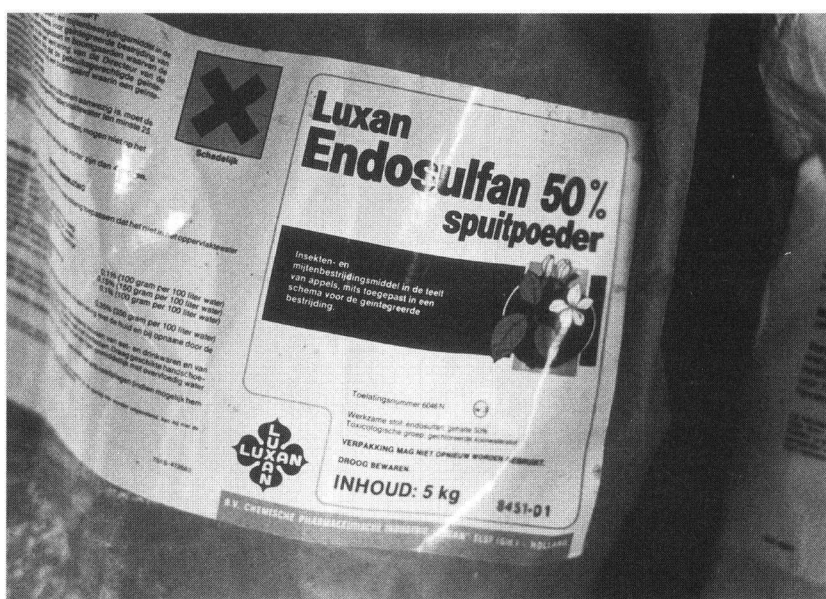
Het Arbobesluit geeft aan dat een werkgever bij het treffen van organisatorische en technische maatregelen moet werken volgens het zogeheten arbeidshygiënisch regime. Dit houdt in dat eerst moet worden nagegaan of maatregelen aan de bron mogelijk zijn, bijvoorbeeld vervanging van de stof door een minder gevaarlijke stof, of volledige inkapseling van het proces. Als dat niet mogelijk is, mag een werkgever kijken of door middel van lokale afzuiging van lucht of in tweede instantie ruimtelijke ventilatie de blootstelling doeltreffend kan worden beperkt. Indien ook dit niet haalbaar is, kunnen oplossingen voor het beperken van de blootstelling worden gezocht in het afschermen van medewerkers van de bron of het beperken van de duur van de blootstelling. Pas in laatste instantie mag een werkgever zijn toevlucht nemen tot het verstrekken van persoonlijke beschermingsmiddelen, onder de voorwaarde dat dit een tijdelijke maatregel betreft en dat de draagduur voor werknemers tot een minimum wordt beperkt.

NB: Aan ruimtelijke ventilatie worden in artikel 4.10 enige eisen gesteld. Een belangrijke eis is het verbod op toepassing van recirculatie van lucht als stoffen aanwezig zijn die vallen in de categorieën 'carcinogeen', 'mutageen' of 'kan overgevoeligheid veroorzaken bij inademing' (R-zin 42).

1.3 ETIKETTERING VAN TOXISCHE STOFFEN

Voor stoffen die vallen onder één van de genoemde categorieën van de Wet Milieugevaarlijke Stoffen is etikettering verplicht (Arbobesluit, artikel 4.3). Dit houdt in dat de benodigde aanduidingen opvallend en goed leesbaar moeten worden vermeld op het etiket, conform de bepalingen in de Wet Milieugevaarlijke Stoffen. Op het etiket dient in elk geval te staan:

- de naam van de toxische stof of de naam van de relevante gevaarlijke bestanddelen
- de gevaarssymbolen en gevaarsbenamingen (R-zinnen)
- de waarschuwingszinnen (S-zinnen)



DE VERSCHILLENDE GEVAARSCATEGORIEËN ZIJN AANGEDUID MET EEN SYMBOOL; DE WERKGEVER MOET GEVAARLIJKE STOFFEN REGISTREREN FOTO CHRIS PENNARTS

1.4 WETTELIJKE EN BESTUURLIJKE GRENSSWAARDEN

WETTELIJKE GRENSSWAARDEN

Voor een aantal stoffen zijn zogeheten wettelijke grenswaarden opgesteld (Arbobesluit, artikel 4.9; Arboregeling, artikel 4.24). Wettelijke grenswaarden mogen niet worden overschreden. Deze grenswaarden zijn opgenomen in bijlage V en VI van de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling). Inmiddels staan zo'n 200 stoffen op deze lijst.

Voor kankerverwekkende stoffen is een aparte lijst met wettelijke grenswaarden opgenomen.

Bij het beoordelen van de mate van blootstelling aan toxische stoffen met een wettelijke grenswaarde dient men de gevonden resultaten te toetsen aan die wettelijke grenswaarde.

BESTUURLIJKE GRENSSWAARDEN

Naast wettelijke grenswaarden bestaan er ook bestuurlijke grenswaarden. Bestuurlijke grenswaarden hebben geen wettelijke status en zijn dan ook niet bindend. Het gaat hier voornamelijk om 'oudere' grenswaarden, die in het verleden van de Amerikaanse beroepsvereniging van arbeidshygiënisten (ACGIH) zijn overgenomen, en waarover de Gezondheidsraad (nog) geen gezondheidskundig advies heeft gegeven. Ze worden door de Arbeidsinspectie beschouwd als grens waarboven de blootstelling aan een stof in elk geval niet mag uitgaan. Deze bestuurlijke grenswaarden zijn opgenomen in een lijst in bijlage 3 bij Beleidsregel 4.2 van het Arbobesluit (zie paragraaf 1.1). In Beleidsregel 4.2. wordt uitgelegd dat aan het bepalen van de gevaren voor blootstelling wordt voldaan als een werkgever een toetsing aan bestuurlijke grenswaarden uitvoert volgens de norm NEN-EN 689.

NATIONALE MAC-LIJST

Wettelijke en bestuurlijke grenswaarden zijn opgenomen in de Nationale MAC-lijst, die door de SDU wordt uitgegeven. Het meest actuele overzicht van wettelijke en bestuurlijke grenswaarden en ook buitenlandse grenswaarden wordt gegeven op de homepage van DOHSBASE (<http://www.dohsbase.nl>). DOHSBASE is een database die onder meer voor chemische stoffen een overzicht geeft van bestaande grenswaarden en richtlijnen (ook buitenlandse, volgens een vaste hiërarchie) met de daarbij behorende meetmethode.

Naam van de stof	CAS nummer	MAC-TGG		C	Toegestane kortd. blootstelling ¹⁾		H
		ppm	mg/m ³		ppm	mg/m ³	
Dibroomdifluormethaan	75-61-6	100	860				
* 1,2-Dibroomethaan (zie bijl. 8,9)	106-93-4	20	155				H
2-N-Dibutylaminoethanol	102-81-8	2	14				H
Dibutylfosfaat	107-66-4	1	5				
Dibutylftalaat	84-74-2	-	5				
Dichlooracetyleen	7572-29-4	0,1	0,4	C			
o-Dichloorbenzeen	95-50-1	50	300	C			
p-Dichloorbenzeen (zie bijl. 9)	106-46-7	25	150		50	300	
Dichloordifluormethaan (zie Chloorfluorkoolwaterstoffen)							
1,3-Dichloor-5,5-dimethylhydantoin	118-52-5	-	0,2				
1,1-Dichloorethaan (zie bijl. 9)	75-34-3	100					
* 1,2-Dichloorethaan (zie bijl. 8)	107-06-2	50	200				
1,2-Dichloorethyleen	540-59-0	200	790				
Dichloorethylether	111-44-4	5	30				H
4-Dichloorfenoxycarboxylzuur	94-75-7	-	10				
Dichloorfos	62-73-7	0,1	1				H
Dichloormethaan (zie bijl. 6,8,9)	75-09-2	100	350		500	1750	
Dichloormonofluormethaan (zie Chloorfluorkoolwaterstoffen)							
1,1-Dichloor-1-nitroethaan	594-72-9	2	10				
1,2-Dichloorpropan	78-87-5	75	350				
1,3-Dichloorpropeen	542-75-6	1	5				
2,2-Dichloorpropionzuur	75-99-0	1	6				
1,2-Dichloor-1,1,2,2-tetrafluorethaan (zie Chloorfluorkoolwaterstoffen)							
Dicrotofos	141-66-2	-	0,25				H
Dicyaan	460-19-5	10	20				
Dicyclohexylftalaat (zie Ftalaatverbindingen)							
Dicyclopentadieen	77-73-6	5	30				
Dieldrin	60-57-1	-	0,25				H
Diethanolamine	111-42-2	3	15				
Diethylamine	109-89-7	10	30				
Diethylaminoethanol	100-37-8	10	50				H
Diethyleentamine	111-40-0	1	4				H
Diethylether	60-29-7	400	1200				
Diethylftalaat	84-66-2	-	5				
Di-(ethylhexyl)ftalaat	117-81-7	-	5				

¹⁾ Tenzij anders aangegeven, wordt hieronder een periode van 15 minuten verstaan (zie 5.2).

EEN PAGINA UIT DE NATIONALE MAC-LIJST

(N.B. NIET ACTUEEL)

EIGEN TOETSINGSWAARDE

Beleidsregel 4.2 schrijft overigens voor dat een werkgever de blootstelling aan een toxische stof altijd moet toetsen, ook als er geen wettelijke of bestuurlijke grenswaarde bestaat. Toetsing dient dan plaats te vinden aan een door de werkgever zelf vastgestelde waarde, die volgens inzicht en huidige stand van de wetenschap als veilige blootstellingsgrens kan worden beschouwd. Soms is het mogelijk om gebruik te maken van een grenswaarde voor een stof zoals vastgesteld door een ander land. Grenswaarden of toetsingswaarden uit de Verenigde Staten, Duitsland en de Scandinavische landen zijn redelijk betrouwbaar. Voor stoffen waarvoor ook in het buitenland geen grens- of toetsingswaarde bestaat, moet op grond van toxicologische gegevens van de stof een eigen toetsingswaarde worden op-

gesteld. Dit is vaak een lastige en tijdrovende klus die alleen door specialisten kan worden uitgevoerd.

MAC-WAARDEN

MAC-WAARDE Een grenswaarde of MAC-waarde (Maximale Aanvaarde Concentratie) wordt door de overheid als volgt gedefinieerd:

‘De luchtgrenswaarde van een stof is de maximale aanvaarde concentratie van een gas, damp, nevel of van een stofvormig agens in de lucht op de werkplek. Bij de vaststelling ervan wordt zoveel mogelijk als uitgangspunt gehanteerd dat die concentratie bij herhaalde expositie ook gedurende een langere zelfs tot een arbeidsleven omvattende periode – voorzover als de huidige kennis reikt – in het algemeen de gezondheid van zowel de werknemers als van hun nageslacht niet benadeelt.’

H-NOTATIE Uit deze definitie wordt duidelijk dat er alleen grenswaarden bestaan voor stoffen in de omgevingslucht. Deze grenswaarden bieden geen bescherming tegen blootstelling via andere routes (huid, inslikken). Wanneer van een stof bekend is dat deze gemakkelijk via de huid wordt opgenomen, wordt deze in de Nationale MAC-lijst voorzien van de H(uid)-notatie.

Grenswaarden moeten niet worden beschouwd als in algemene zin toelaatbaar geachte (aanvaardbare) waarden, of waarden waarnaar moet worden gestreefd, maar als een uiterste bovengrens die niet mag worden overschreden. Bij voorkeur dient naar blootstellingen te worden gestreefd die zo ver mogelijk beneden de grenswaarde liggen.

Er bestaan verschillende soorten MAC-waarden:

- MAC-TGG (8 uur): de maximale aanvaarde concentratie als tijdgewogen gemiddelde over 8 uur. Hiermee wordt de MAC-waarde bedoeld bij een blootstelling van 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week.
- MAC-TGG (15 minuten): de maximale aanvaarde concentratie als tijdgewogen gemiddelde over 15 minuten. Voor dit type MAC-waarde geldt dat de gemiddelde concentratie van een stof, gemeten over willekeurig welke periode van 15 minuten tijdens de werkdag, de waarde van de MAC-TGG (15 minuten) niet mag overschrijden. Voor stoffen waarvoor geen MAC-TGG (15 minuten) is vastgesteld, hanteert de Arbeidsinspectie als richtsnoer de waarde van de MAC-TGG (8 uur) vermenigvuldigd met een factor 2.
- MAC-C: een maximale aanvaarde concentratie met een plafondwaarde (*ceiling*). Overschrijding van deze waarde moet te allen tijde worden voorkomen.

Bij het vaststellen van een nieuwe MAC-waarde wordt een zogenaamde drietrapsprocedure gevolgd. Alle MAC-waarden die volgens deze procedure zijn vastgesteld, hebben een wettelijke status. De MAC-waarde wordt vastgesteld op basis van een gezondheidskundig advies van de Gezondheidsraad, gegevens over de huidige blootstelling op werkplekken, technische en economische haalbaarheid, en de toetsing van een SER-commissie.

GECOMBINEERDE BLOOTSTELLING In veel situaties worden werknemers niet aan één stof, maar aan meerdere stoffen tegelijk blootgesteld. Wanneer het gaat om stoffen met een vergelijkbaar schadelijk effect, moet – naast een vergelijking met de MAC-waarde van de enkelvoudige stoffen – worden beoordeeld of de gecombineerde blootstelling niet boven een gecombineerde grenswaarde uitkomt.

ADDITIEREGEL Hiervoor wordt de zogenaamde additieregel toegepast (zie paragraaf 8.2).

1.5. BIJZONDERE WETTELIJKE REGELS

Voor een aantal toxische stoffen zijn in het Arbobesluit bijzondere regels opgenomen ten aanzien van bezit en gebruik, en voor het bewaken en beheersen van de blootstelling. Enkele stoffen zijn praktisch verboden, tenzij er sprake is van doorvoer, bepaalde onderzoekstoepassingen en in zeer verdunde applicaties. Verder bestaan er voor bepaalde producten of activiteiten nog bijzondere regels. Schema 1 geeft een overzicht van deze bijzondere regels.

SCHEMA 1 BIJZONDERE WETTELIJKE REGELS VOOR EEN AANTAL STOFFEN, PRODUCTEN EN ACTIVITEITEN

VINYLCHELORIDEMONOMEER:

- METING VAN LUCHTCONCENTRATIES OP CONTINUE, PERMANENT SEQUENTIËLE, OF DISCONTINUE WIJZE
- JAARGEMIDDELDE GRENSWAARDE
- BEWAKINGSSYSTEEM VOOR HOGE CONCENTRATIES
- MAATREGELEN TER VOORKOMING OF BEPERKING VAN BLOOTSTELLING
- REGISTRATIE VAN WERKNEMERS EN VERRICHTE WERKZAAMHEDEN
- TER BESCHIKKING STELLEN VAN PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN VOOR WERKZAAMHEDEN MET HOGE CONCENTRATIES
- ARBEIDSGEZONDHEIDSKUNDIG ONDERZOEK

BENZEEN, TETRACHLOORKOOLOSTOF, PENTACHLOORETHAAN, 1,1,2,2-TETRACHLOORETHAAN:

- VERBOD OM DE PURE STOF OF PRODUCTEN MET MEER DAN 1% VAN DE STOF TE GEBRUIKEN ALS OPLOS-, REINIGINGS- EN VERDUNNINGSMIDDEL, TENZIJ IN GESLOTEN SYSTEEM
- EIS OM DE PURE STOF OF PRODUCTEN MET MEER DAN 1% VAN DE STOF VOOR ANDERE TOEPASSINGEN ZO VEEL MOGELIJK IN GESLOTEN SYSTEMEN TE GEBRUIKEN

ASBEST:

- VERBOD OP HET VERSPUITEN, BEWERKEN, VERWERKEN OF IN VOORRAAD HOUDEN VAN ASBEST EN ASBESTHOUDENDE PRODUCTEN, CROCIDIOLIET EN CROCIDIOLIETHOUDENDE PRODUCTEN (GELDT NIET VOOR LABORATORIUMONDERZOEK, SLOPEN, OPSLAG, DOORVOER), EN VERWERKING VAN AFVAL, MAKEN VAN AANBORINGEN EN UITVOERING VAN REPARATIE- OF ONDERHOUDSWERKZAAMHEDEN
- VOORSCHRIFTEN VOOR HET WERKEN MET ASBEST OF ASBESTHOUDENDE PRODUCTEN: BEOORDELING BLOOTSTELLING, VOORKOMEN EN BEPERKEN VAN BLOOTSTELLING, MAATREGELEN IN GEVAL DE GRENSWAARDE KAN WORDEN OVERSCHREDEN
- VOORLICHTING EN ONDERRICHT AAN WERKNEMERS
- AANVULLENDE VOORSCHRIFTEN VOOR HET WERKEN MET ASBEST OF ASBESTHOUDENDE PRODUCTEN; INDIEN DE ACTIENIVEAU VOOR BLOOTSTELLING VIA DE LUCHT OVERSCHREDEN KUNNEN WORDEN: MELDING AAN DE ARBEIDSINSPECTIE VAN PRODUCTEN, HOEVEELHEDEN EN WERKZAAMHEDEN; BEOORDELING VAN DE BLOOTSTELLING DOOR MIDDEL VAN PERIODIEKE METINGEN; NEMEN VAN HYGIËNISCHE BESCHERMINGSMATREGELEN; ARBEIDSGEZONDHEIDSKUNDIG ONDERZOEK; REGISTRATIE VAN WERKNEMERS, AARD EN DUUR VAN DE ARBEID, EN MATE VAN BLOOTSTELLING
- BIJZONDERE BEPALINGEN VOOR HET SLOPEN VAN ASBEST, ASBESTHOUDENDE PRODUCTEN, CROCIDIOLIET EN CROCIDIOLIETHOUDENDE PRODUCTEN: MELDING AAN ARBEIDSINSPECTIE, TOEZICHT DOOR GECERTIFICEERD PERSOON, OPSTELLEN VAN EEN SCHRIFTELIJK WERKPLAN
- BIJZONDERE BEPALINGEN VOOR CROCIDIOLIET EN CROCIDIOLIETHOUDENDE PRODUCTEN: GRENSWAARDE, APARTE OPSLAG, SNELLE VERZAMELING EN AFVOER VAN CROCIDIOLIETHOUDENDE MATERIALEN

PROPAANSULTON:

- VERBOD OP VERVAARDIGING, GEBRUIK OF IN VOORRAAD HOUDEN (MET UITZONDERING VAN DOORVOER)

2-NAFTYLAMINE, 4-AMINODIFENYL, BENZIDINE EN 4-NITROFENYL (EN DE ZOUTEN ERVAN):

- VERBOD OP VERVAARDIGING, GEBRUIK OF IN VOORRAAD HOUDEN (MET UITZONDERING VAN DOORVOER EN MENGSELS OF OPLOSSINGEN MET MINDER DAN 0,1 GEWICHTSPROCENT VAN DE BETREFFENDE STOFFEN)

ZANDSTEEN:

- VERBOD OP BEWERKING OF VERWERKING (MET UITZONDERING VAN BEHOUD MONUMENTEN, DEMONTAGE UIT GEBOUWEN, CONSTRUCTIES OF INSTALLATIES, EN WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK)
- UITVOERING BEWERKING OF VERWERKING DOOR GECERTIFICEERD BEDRIJF
- VERBOD OP IN VOORRAAD HOUDEN (GELDT NIET VOOR DOORVOER EN VOORRAAD VOOR UITVOERING VAN DE BOVENGENOEMDE WERKZAAMHEDEN)

VERVOLG SCHEMA 1 ZIE VOLGENDE BLADZIJDE

VERVOLG SCHEMA 1**ZANDSTRALEN:**

- VERBOD OM TE STRALEN MET EEN STOF DIE MEER DAN 1% KWARTS OF EEN ANDERE VORM VAN VRIJ KRISTALLIJN SILICIUM-DIOXIDE BEVAT
- ONTZANDEN SLECHTS TOEGESTAAN IN GESLOTEN TOESTELLEN/RUIMTEN, BIJ DOELMATIGE AFZUIGING (GEEN AFVOER NAAR RUIMTEN WAAR PERSONEN VERBLIJVEN), EN SCHEIDING EN VERZAMELING VAN STOF

LOOD:

- BEOORDELING VAN BLOOTSTELLING DOOR MIDDEL VAN METINGEN (ZOWEL IN DE LUCHT ALS IN BLOED)
- GRENS- EN ACTIEWAARDEN VOOR LOOD IN DE LUCHT EN IN BLOED
- MAATREGELEN TER VOORKOMING EN BEPERKING VAN BLOOTSTELLING
- REGISTRATIE VAN MEETGEGEVENS
- ARBEIDSGEZONDHEIDSKUNDIG ONDERZOEK
- GOEDE HYGIËNE TEN AANZIEN VAN ETEN EN DRINKEN
- HYGIËNISCHE BESCHERMINGSMATREGELEN (KLEDING, WASGELEGENHEID)
- GEVEN VAN VOORLICHTING

LOODWIT:

- VERBOD OP GEBRUIK VAN LOODWIT, LOODSULFAAT OF DEZE STOFFEN BEVATTENDE PRODUCTEN VOOR HET SCHILDEREN VAN BINNENWERK VAN GEBOUWEN OF VAARTUIGEN (MET UITZONDERING VAN VERVEN MET MINDER DAN 2% LOOD IN HET PIGMENT IN DE DROGE STOF)
- VERSTREKKING VAN VOORLICHTINGSMATERIAAL
- AANWEZIGHEID WAS- EN DOUCHEGELEGENHEID

FOSFORLUCIFERS (WITTE FOSFOR):

- VERBOD OP HET VERVAARDIGEN EN IN VOORRAAD HOUDEN VAN FOSFORLUCIFERS (DIT LAATSTE GELDT NIET VOOR DOORVOER)

1.6 VOORLICHTING EN ONDERRICHT

De Arboret 1998 verplicht een werkgever om zijn werknemers voorlichting, instructie en training te geven. Voorlichting geven over de risico's bij het werken met toxische stoffen, over de in het bedrijf genomen maatregelen en geldende regels om de risico's te beheersen, en medewerkers informeren over verandering van werkmethoden zijn belangrijke onderdelen van het toxische-stoffenbeleid.

2

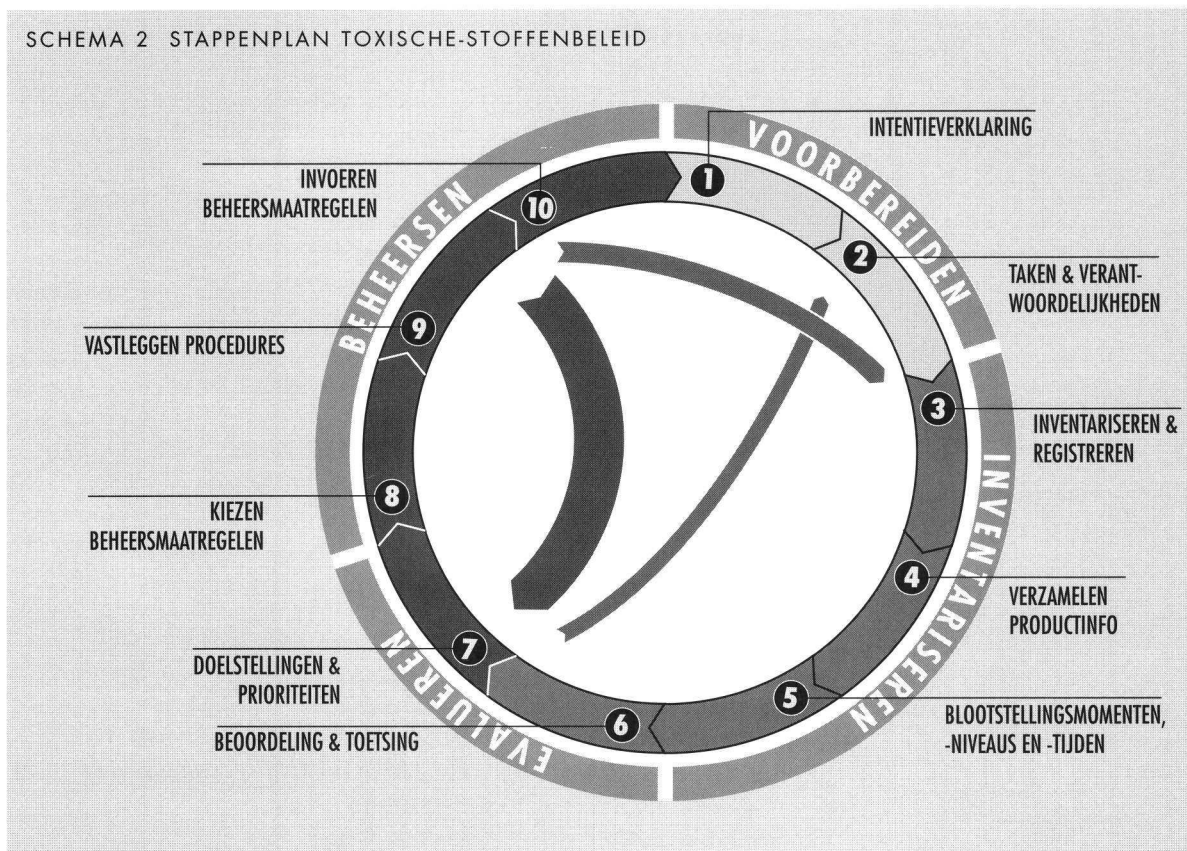
TOXISCHE-STOFFENBELEID

DE ARBOWET 1998 VERPLICHT BEDRIJVEN OM GESTRUCTUREERD AANDACHT TE GEVEN AAN ARBEIDSMOMENTEN, INCLUSIEF DE RISICO'S VAN WERKEN MET TOXISCHE STOFFEN. EEN TOXISCHE-STOFFENBELEID MOET DE GEZONDHEID VAN WERKNEMERS BESCHERMEN. HET BELEID MOET SYSTEEM BRENGEN IN HET BEHEEREN VAN DE BLOOTSTELLING AAN TOXISCHE STOFFEN. HET INVENTARISEREN VAN DE GEVAREN EN EVALUEREN VAN DE RISICO'S VAN TOXISCHE STOFFEN IS ONDERDEEL VAN DIT BELEID.

2.1 STAPPENPLAN VOOR EEN TOXISCHE-STOFFENBELEID

Om op systematische wijze aandacht te kunnen besteden aan toxische stoffen, moet een bedrijf een duidelijk beleid voeren. De wetgever heeft de kern van dat beleid aangegeven, namelijk: inventariseren van gevaren, evalueren en beheersen van risico's. Om die elementen tot een logisch samenhangend beleid te smeden, dat bovendien aansluit bij de rest van het ondernemingsbeleid, moet een aantal stappen worden gezet. Het 'stappenplan toxische-stoffenbeleid' (schema 2) is hiertoe een hulpmiddel.

SCHEMA 2 STAPPENPLAN TOXISCHE-STOFFENBELEID



Het stappenplan toxische-stoffenbeleid is een algemene richtingwijzer. Hoe u het stappenplan invult, hangt af van bedrijfsspecifieke factoren, zoals de grootte van de risico's, de aard van het bedrijf, de cultuur, de omvang en de managementstijl. Een onderneming in de chemische industrie met 1500 werknemers heeft andere organisatiekenmerken en andere arborisico's dan een klein aannemersbedrijf in de bouw of een ziekenhuis. Hun arbobeleid zal verschillen, en dus zullen andere onderdelen in het stappenplan de nadruk krijgen.

Als er al een toxische-stoffenbeleid bestaat, kan het stappenplan daarbij aansluiten.

VOORBEREIDING

Ter voorbereiding op een toxische-stoffenbeleid maakt de werkgever binnen het bedrijf afspraken. De werkgever formuleert bijvoorbeeld een intentieverklaring (stap 1) en verdeelt daarna taken en verantwoordelijkheden (stap 2). Vervolgens komt de kern van het beleid aan bod: inventariseren, evalueren en beheersen.

INVENTARISEREN

De inventarisatiefase (stap 3, 4 en 5) dient om de aanwezige toxische stoffen en hun risico's in kaart te brengen. Met welke stoffen wordt er gewerkt, hoeveel, hoe vaak en op welke plaatsen worden ze gebruikt? Deze gegevens kunnen worden vastgelegd in een toxische-stoffenregister (stap 3).

De werkgever, een deskundige van het bedrijf of de arbodienst vult dit register aan met informatie over de effecten van de stoffen op gezondheid, veiligheid en milieu. Dit is stap 4: het verzamelen van productveiligheidsinformatie.

In stap 5 wordt op de werkplek onderzocht op welke manier de stoffen worden gebruikt en hoe hoog de blootstellingsconcentraties zijn.

Hoewel deze stappen hier afzonderlijk zijn weergegeven, hoeven ze niet apart of na elkaar te worden uitgevoerd. Ze moeten wel alle drie aandacht krijgen.

EVALUEREN

Als bekend is met welke stoffen wordt gewerkt, wat hun (toxicologische) gevaren zijn en aan welke concentraties de werknemers zijn blootgesteld, kan de grootte van het risico worden bepaald, bijvoorbeeld door vergelijking met grenswaarden (stap 6). Daarvoor kunt u een aantal waarden gebruiken: gezondheidskundige advieswaarden, MAC-waarden of bedrijfsnormen. Vervolgens besluit de werkgever of er maatregelen nodig zijn (stap 7).

De wetgeving biedt een basis voor deze beslissing in de vorm van het doeltreffendheidsbeginsel. Volgens dit beginsel moet de blootstelling zijn voorkomen of beperkt tot een zodanig niveau, dat geen hinder of schade aan de gezondheid kan optreden. De grenswaarden bepalen de hoogte van dit niveau.

Meestal kan een werkgever niet alle risico's aanpakken en moet hij prioriteiten stellen. Daartoe kan hij een rangorde van de toxicologische risico's aanleggen. Hij zal echter ook andere arborisico's (zoals fysieke, welzijns- en fysische risico's) in de prioriteitstelling moeten betrekken.

BEHEERSEN

Na de evaluatie zal de werkgever een plan moeten maken om de risico's terug te dringen (te beheersen). Vermindering van de risico's kan door middel van beheersmaatregelen.

Om risico's te voorkomen of te verminderen wordt het arbeidshygiënische regime gebruikt. Dit regime kent vier niveaus van maatregelen (zie ook hoofdstuk 1):

- 1 bronbestrijding
- 2 ventilatie
- 3 scheiding van mens en bron
- 4 persoonlijke beschermingsmiddelen

Werkgevers moeten in eerste instantie proberen de bron te bestrijden door bijvoorbeeld schadelijke stoffen door onschadelijke te vervangen. Alleen als een werkgever kan verantwoorden dat dit technisch, organisatorisch of financieel-economisch onmogelijk is, mag hij uitwijken naar een lager niveau van maatregelen. Dit is het redelijkerwijsbeginsel.

RESULTATEN METEN

Het stappenplan om een toxische-stoffenbeleid op te zetten is met opzet in een cirkel gepresenteerd. Het geeft aan dat het opzetten en uitvoeren van beleid een continu proces is.

De lijnen binnen de cirkel geven bovendien aan dat sommige stappen meerdere keren moeten worden doorlopen en dat er regelmatig teruggestapt wordt om te toetsen of de uitgevoerde activiteiten overeenkomen met wat is afgesproken.

Op twee punten in de cirkel formuleert het bedrijf doelstellingen. In stap 1 wordt het algemene uitgangspunt geformuleerd (de intentieverklaring), in stap 7 worden specifieke doelstellingen naar aanleiding van de risico-evaluatie geformuleerd.

Het bedrijf kan deze doelstellingen toetsen door het stellen van vragen. Hebben we onze doelstelling gehaald? Is de blootstelling doeltreffend teruggedrongen? Is alles volgens planning verlopen? Moeten we concretere doelen kiezen? Moeten we onze eerder gekozen doelstellingen bijstellen? Enzovoort. U kunt deze vragen beantwoorden door de resultaten van de maatregelen in het plan van aanpak te meten en te evalueren.

2.2 SAMENVATTING

In dit hoofdstuk is aangegeven welke specifieke eisen de overheid stelt aan een toxische-stoffenbeleid. Andere onderdelen die voor een algemeen arbo-beleid van belang zijn, gelden vanzelfsprekend ook voor het toxische-stoffenbeleid. Dan bedoelen we het vastleggen van de intenties van de directie, vastleggen van taken en verantwoordelijkheden, afspraken maken over toezicht, vaststellen van doelstellingen, bewaken van de voortgang, afspraken maken over een plan voor voorlichting en onderricht, aan de orde stellen van arbeidsomstandigheden in verschillende werkoverlegvormen. Ook voor het toxische-stoffenbeleid geldt dat betrokkenheid van werkgever en werknemers en onderling overleg van belang zijn om de risico's goed te beheersen.

3

BLOOTSTELLING AAN TOXISCHE STOFFEN: ACHTERGROND

IN DIT HOOFDSTUK WORDT ACHTERGRONDINFORMATIE GEGEVEN OVER FACTOREN IN DE WERKSITUATIE DIE DE BLOOTSTELLING KUNNEN BEPALEN, OVER DE MOGELIJKE GEZONDHEIDSEFFECTEN EN DE WIJZE WAAROP TOXISCHE STOFFEN IN HET LICHAAM KUNNEN WORDEN OPGENOMEN. DIT HOOFDSTUK BEVAT BASISKENNIS DIE NODIG IS OM EEN BIJDRAGE TE KUNNEN LEVEREN AAN DE INVENTARISATIE.

3.1 INLEIDING

Voor het inventariseren en beoordelen van de blootstelling aan toxische stoffen is achtergrondkennis nodig over de factoren die bij het werken met toxische stoffen het gezondheidsrisico kunnen bepalen. We gaan in op de twee onderwerpen die daarbij van belang zijn: factoren die de blootstelling bepalen en gezondheidseffecten van stoffen en de werking in het lichaam.

3.2 FACTOREN DIE DE BLOOTSTELLING BEPALEN

De risico's van blootstelling aan toxische stoffen worden beïnvloed door:

- aard van de blootstelling
- mate en duur van blootstelling
- frequentie van blootstelling

Deze aspecten moeten ook worden geïnventariseerd.

AARD VAN DE BLOOTSTELLING

Met de aard van de blootstelling wordt in elk geval bedoeld het antwoord op de vraag aan welke stoffen de werkers worden blootgesteld. Daar hoort de route bij waarlangs men wordt blootgesteld (via de ademhaling of de huid). Voor verschillende stoffen of blootstellingssituaties kan de aard ook nog op andere wijze variëren. Zo kunnen vluchtige stoffen in damp- of druppelvorm (aërosol) in de lucht voorkomen. Vaste stoffen kunnen als heel fijn stof of als grover stof voorkomen. Huidblootstelling kan optreden aan pure stof, aan verdunningen of aan mengsels.

MATE VAN DE BLOOTSTELLING

De mate van blootstelling is mede afhankelijk van de duur van de blootstelling. Meestal varieert de blootstelling sterk in de tijd, de mate van blootstelling is niet constant. Zelfs in zeer goed beheerste situaties verschilt de mate van blootstelling van minuut tot minuut en van dag tot dag. Als een hoogte van blootstelling wordt gepresenteerd, moet daarbij dan ook altijd de duur waarvoor die hoogte geldt worden aangegeven. Dit blijkt ook uit de grenswaarden, die vaak als een gemiddelde over 8 uur worden gedefinieerd, maar soms ook als gemiddelde over 15 minuten. Het heeft geen zin om te stellen dat de blootstelling 28 mg/m³ was, zonder daarbij de duur van de meting aan te geven.

DUUR VAN DE BLOOTSTELLING

In het algemeen kan worden aangenomen dat de duur van beroepsmatige blootstelling niet langer is dan de duur van de werkdag. Als blootstelling plaatsvindt aan stoffen die ook door andere bronnen worden veroorzaakt dan uit de eigen werkomgeving, zou daarmee echter rekening moeten worden gehouden. Denk hierbij vooral aan blootstelling aan toxische stoffen in het verkeer. Werkers die door het werk aan benzeen worden blootgesteld, worden ook op weg naar huis in meer of mindere mate aan deze stof blootgesteld, aangezien het een component van benzine is. De duur

van de blootstelling kan dus langer zijn dan de duur van de werkdag. Korter komt natuurlijk ook vaak voor. Iemand die een of twee zakken pigment leegstort, wordt niet de hele dag aan het stof blootgesteld. In dit geval is de duur van blootstelling echter langer dan de duur van de handeling, omdat er na de handeling nog stof in de lucht hangt. Ook bij huidblootstelling is de duur van blootstelling niet direct gekoppeld aan de duur van het werk. De verontreiniging kan na het werk waardoor deze is ontstaan, nog geruime tijd op de huid blijven zitten.

Eigenlijk zou je eerst moeten vaststellen wat 'blootgesteld' of 'niet blootgesteld' nu precies is. Als je maar nauwkeurig genoeg kunt meten, kunnen hele lage concentraties stoffen in de lucht worden aangetoond. Is iemand nu 'niet blootgesteld' als je onnauwkeurig meet en dus de stof niet vindt? Iemand heeft eens beweerd dat iedere Nederlander bij het werk wordt blootgesteld aan de toxische stof chloroform. Deze ontstaat namelijk in gechloreerd drinkwater en iedereen doet tijdens het werk wel eens een kraan open. Dan komt er altijd een klein beetje chloroform in de lucht, dat je met heel gevoelige apparatuur zou kunnen meten! Het gaat in de praktijk om het meten van relevante blootstelling. Meten van concentraties die vele orden van grootte onder de effectgrenzen liggen, is niet relevant. In hoofdstuk 8 gaan we hier dieper op in.

FREQUENTIE VAN
DE BLOOTSTELLING

De frequentie van blootstelling is vooral een nuttig begrip bij beoordeling van de blootstelling over langere duur. Het gaat dan om het aantal dagen per jaar dat de blootstelling optreedt. Voor de effecten van langdurige blootstelling maakt het natuurlijk nogal uit of iemand 1 dag per jaar gedurende 8 uur aan een concentratie van 10 mg/m³ wordt blootgesteld, of elke dag.

VARIATIE IN BLOOTSTELLING

De blootstelling in werksituaties wordt door veel factoren beïnvloed: variatie in taken en handelingen, het productieniveau, de ventilatie, temperatuur, luchtvochtigheid, et cetera. Degene die het risico moet beoordelen, moet inzicht hebben in die factoren en ze in het werk herkennen. Een arbeidshygiënist zal bij een eerste rondgang of oriënterend onderzoek juist op deze factoren letten. Bijvoorbeeld om te bepalen of een meting nodig is, en waar en wanneer, of bij welke handelingen een meting is gewenst. Het gaat daarbij niet alleen om het bepalen van het risico, maar ook om het zoeken naar mogelijkheden voor verbetering.

Een werkgever inventariseert de risico's van blootstelling aan oplosmiddelen bij het spuiten van metalen onderdelen. Hij constateert subjectief dat het spuiten tot hoge blootstelling leidt, terwijl andere taken tot duidelijk minder blootstelling leiden. Hij besluit tot het uitvoeren van enkele metingen bij het spuiten. De blootstelling aan toluene is tijdens het spuiten inderdaad bijna twee keer de grenswaarde. Omdat het spuiten hooguit een uur per dag duurt, concludeert de werkgever in de RI&E dat er geen risico is door blootstelling aan oplosmiddelen.

De arbeidshygiëniste van de arbodienst beoordeelt de RI&E en bezoekt het bedrijf. Zij constateert dat de inventarisatie van de werkgever te beperkt was. De gebruikte lak bevat naast toluene ook andere oplosmiddelen, waaronder xylenen. Het ontvetten van de onderdelen en het reinigen van spuitpistolen zijn door de werkgever over het hoofd gezien als belangrijke taken. Ze duren weliswaar vrij kort, maar kunnen tot hoge kortdurende blootstelling leiden en vinden zonder enige vorm van beheersmaatregel in de werkhall plaats. Ook staan de zojuist gespoten onderdelen gewoon in de werkhall uit te dampen. Daardoor is er sprake van een continue, niet onaanzienlijke achtergrondblootstelling, gecombineerd met hoge kortdurende

blootstelling. Bij meting gedurende een hele werkdag blijkt de blootstelling aan toluen wel tot 80% van de grenswaarde te bedragen en is de blootstelling aan xylenen ook nog eens ruim 30% van de grenswaarde. De arbeidshygiëniste concludeert dat er wel degelijk een risico is door oplosmiddelblootstelling.

In NEN-EN 689 wordt een lijst met werkplekfactoren genoemd die als leidraad kan worden gebruikt bij het inventariseren van factoren die de blootstelling beïnvloeden. Zoals uit de beschrijving van de belangrijkste aspecten van blootstelling al volgt, is blootstelling aan chemische stoffen geen constant verschijnsel. Blootstelling varieert van uur tot uur, van dag tot dag, van taak tot taak, van bedrijf tot bedrijf en van werker tot werker. Wie echt de blootstelling wil beheersen, moet iets weten over de factoren die de blootstelling bepalen. Daarbij wordt vooral gedoeld op factoren die invloed hebben op de hoogte (mate) van blootstelling. Hieronder worden enkele belangrijke factoren kort besproken.

WERKZAAMHEID OF TAAK

De belangrijkste factor die de blootstelling bepaalt, is het werk dat wordt gedaan of de taak die moet worden verricht. De taak bepaalt immers met welke producten er wordt gewerkt, hoe er wordt gewerkt, welke beheersmaatregelen mogelijk zijn, enzovoorts. Verschillende taken met dezelfde producten kunnen uiteenlopende blootstelling geven. Wie hout moet opstapelen zal immers veel minder aan stof blootgesteld worden dan degene die hetzelfde hout machinaal moet zagen. Het verspuiten van een verf of lak leidt tot veel hogere blootstelling via de ademhaling aan de minder vluchtige stoffen in de verf (pigmenten, monomeren, hulpstoffen) dan dompelen. Storten van poeders uit zakken geeft vaak veel stof op de huid. Als het kunststof zakken betreft, zal de huidblootstelling bij het opstapelen van dezelfde, ongeopende zakken tot veel minder blootstelling leiden. Het werk dat wordt gedaan is dus bij uitstek de belangrijkste blootstellingbepalende factor.

TECHNIEK OF METHODE EN VERPAKKINGSVORM

Het begrip taak kan ook als een meer algemene term worden gebruikt. Dan is de taak bijvoorbeeld het toevoegen van een poeder aan een menger. In dat geval kun je over de gehanteerde techniek of methode spreken als belangrijke blootstellingbepalende factor. Het openen van een *big bag* van 500 kilo geeft veel minder huidblootstelling dan het handmatig storten van 20 zakken van 25 kilo. Het storten van poeder uit een drum kan worden gedaan met technieken die nauwelijks stof laten ontsnappen, met een lage blootstelling als gevolg. Er bestaan ook geautomatiseerde gesloten machines om zakken te openen en te legen. In sommige gevallen is het zelfs mogelijk dat het verpakkingsmateriaal wordt meegemengd met alle andere stoffen en zo wordt verwerkt in het eindproduct, zodat openen en storten overbodig is.

OVERSPRAY
Er bestaan verschillende technieken voor het spuiten van lak, waaronder pneumatisch, HVLP (*High Volume Low Pressure*), *airless*, en poederspuiten. Deze technieken leiden tot verschillende mate van *overspray* (de hoeveelheid lak die niet op het te spuiten voorwerp komt). De mate van overspray bepaalt de blootstelling van de spuitser.

PRODUCT

De stof of het product waarmee wordt gewerkt is ook van grote invloed op de hoogte van de blootstelling. De concentratie in de lucht van een heel vluchtige stof als aceton zal snel hoger zijn dan die van een minder vluchtige stof als ethyleenglycol. Vluchtiger stoffen verdampen immers veel sneller.

Evenzo geven sommige poeders veel meer stof af dan andere. De stoffigheid van poeders bepaalt gedeeltelijk de hoogte van de blootstelling. Blootstelling kan dus worden verlaagd door in plaats van een fijn poeder een product in de vorm van *granules* of *pellets* te gebruiken. Vaste stoffen die in oplossing of emulsie worden gebruikt, stuiven natuurlijk helemaal niet.

Voor de huidblootstelling (en opname via de huid) is de concentratie van een stof in een product van groot belang. Een verf met 10% vrij isocyaanaat geeft, als alles verder hetzelfde is, twee keer zoveel huidblootstelling als een verf met maar 5%. De percentages van stoffen in producten hebben ook invloed op de verdamping, maar die invloed is niet altijd lineair. Daarnaast is de kleverigheid van het product van belang voor de hoeveelheid die aan de huid blijft hangen en kan de opname van een stof uit poedervorm heel anders zijn dan die van dezelfde stof in een oplosmiddel.

PROCES- EN SYSTEEMEIGENSCHAPPEN

De eigenschappen van het proces en het systeem waarin dat proces plaatsvindt, bepalen in hoge mate de hoeveelheid chemische stof die kan vrijkomen. Een proces bij lage temperatuur leidt tot lagere verdamping dan een proces bij hoge temperatuur. Naarmate een proces in beter gesloten systemen plaatsvindt, kan er minder chemische stof vrijkomen. Een proces waarbij grote krachten op een product of stof worden uitgeoefend, leidt vaak tot het vrijkomen van grote hoeveelheden chemische stof. Denk aan het zagen of schuren van hout of het slopen van een betonnen muur met een sloophamer.

MANIER VAN WERKEN

De manier van werken heeft soms grote invloed op de blootstelling. Voorzichtig en netjes werken zorgt dat er weinig product verloren gaat en dat de werker niet erg vuil wordt. Een zak met poeder neerleggen geeft weinig kans op scheuren van de verpakking. Neergooien geeft een hoge kans. Gehaast en slordig werken levert veel vervuiling van omgeving en werker. Beginnelingen worden vaak zwaarder blootgesteld dan ervaren vaklieden.

BEHEERSMAATREGELEN

Het is belangrijk om rekening te houden met reeds toegepaste beheersmaatregelen. Als een bron van verontreiniging in een goed geventileerde en afgesloten ruimte wordt geplaatst waar men zelden hoeft te zijn, is de blootstelling lager dan wanneer dezelfde bron midden in de algemene werkruimte staat. Beoordeeld moet ook worden of vrijgekomen stoffen door beschikbare lokale afzuiging goed worden afgezogen en in hoeverre de algehele ventilatie bijdraagt aan vermindering van de blootstelling. Een dampontvetter zonder condensatiekoeling en randafzuiging leidt tot veel hogere blootstelling dan een vergelijkbare dampontvetter met deze voorzieningen. De werking van lokale afzuiging op een freesmchine kan vaak op het oog al enigszins worden beoordeeld aan de hand van de zichtbare stofstromen.

VARIATIE IN DUUR VAN DE BLOOTSTELLING

Alle hierboven genoemde aspecten beïnvloeden de blootstelling van de werknemers. Niet alle aspecten zijn elke dag voor elke werker hetzelfde. De ene dag doet een werker andere taken dan de andere, met andere producten en technieken. Hij of zij werkt niet altijd even snel en netjes. De beheersmaatregelen werken niet altijd even goed, omdat ze afhankelijk zijn van de wijze van gebruik. Zo kan een verkeerde opstelling van de werker ten opzichte van de lokale afzuiging het effect daarvan soms sterk verminderen. Natuurlijke ventilatie is afhankelijk van windrichting en -snelheid.

Al deze oorzaken zorgen voor een grote variatie in blootstelling van werkers van bedrijf tot bedrijf, van werker tot werker, van dag tot dag en van uur tot uur. Daarmee moet bij de beoordeling van de blootstelling zo goed mogelijk rekening worden gehouden.

3.3 GEZONDHEIDSEFFECTEN DOOR BLOOTSTELLING

Gezondheidseffecten door blootstelling aan toxische stoffen zijn van een aantal aspecten afhankelijk. Dit zijn:

- opnameroute
- transport en omzetting in het lichaam
- werkingsmechanisme en type effecten
- duur en intensiteit van de blootstelling

Kennis van deze aspecten is noodzakelijk bij het uitvoeren van metingen ter bepaling van het gezondheidsrisico ten gevolge van blootstelling aan toxische stoffen. Voor het meten van blootstelling staat een aantal technieken ter beschikking. Met de gekozen techniek moet de beste of in elk geval een geaccepteerde schatting van het gezondheidsrisico kunnen worden gemaakt. Op elk van de genoemde aspecten wordt kort ingegaan.

OPNAMEROUTE

SYSTEMISCHE WERKING

Chemische stoffen kunnen hun nadelige werking lokaal uitoefenen, bijvoorbeeld door contact met de huid of de slijmvliezen van ogen of bovenste luchtwegen. Na opname in het lichaam is ook een nadelige werking mogelijk op een orgaan, weefsel of systeem in het lichaam zelf (systemisch). Bij de mens kan de opname van toxische stoffen langs drie wegen plaatsvinden:

- inslikken van stoffen via de mond
- inademen van stoffen via de luchtwegen
- opname van stoffen door de huid

INSLIKKEN

Inslikken van stoffen via de mond is de minst belangrijke route. Normaal gesproken worden in de industrie stoffen niet ingeslikt, zolang men een goede persoonlijke hygiëne betracht – niet eten, roken of drinken in de werkruimten; handen wassen en eventueel werkkleding uitdoen alvorens te gaan eten, drinken of roken in schaft- of kantineruimten; geen vuile werkkleding mee naar huis nemen, et cetera. Bovendien wordt meestal slechts een kleine fractie van de ingeslikte stof via het darmkanaal opgenomen in het lichaam. Blootstelling langs deze weg is met eenvoudige organisatorische maatregelen meestal uit te sluiten.

INADEMEN

De belangrijkste opnameroute van toxische stoffen is de ademhaling. Bij veel processen waarin chemische stoffen een rol spelen (of het nu gaat om industriële processen als het storten van grondstoffen of om processen in kantooromgevingen als het kopiëren van een document) komen deze stoffen in de vorm van gassen, dampen of deeltjes vrij in de lucht. Gassen en dampen worden volledig ingeademd. De mate waarin deeltjes worden ingeademd is afhankelijk van de grootte. Deeltjes die groter zijn dan 100-200 micrometer (0,1-0,2 millimeter) worden nauwelijks meer ingeademd en kunnen dus ook niet via de luchtwegen een toxisch effect uitoefenen. Hoe kleiner deeltjes zijn, hoe dieper ze doordringen in de luchtwegen, en hoe dieper in het ademhalingsorgaan ze hun toxische werking kunnen uitoefenen. Ook neemt de kans toe dat ze worden opgenomen in de bloedbaan en elders in

het lichaam hun toxische werking uitoefenen. De grotere ingeademde deeltjes blijven achter in het slijm van neus, keel en bovenste luchtwegen. Bij inslikken van dit slijm kunnen deze deeltjes alsnog via het maagdarmpkanaal in het lichaam worden opgenomen.

IN WATER OPLOSBARE
STOFFEN

Niet alles wat wordt ingeademd, wordt ook opgenomen in het lichaam. Gassen en dampen worden wel volledig ingeademd, maar goed in water oplosbare stoffen worden in de vochtige bovenste luchtwegen vaak al afgevangen. Alleen stoffen die tot diep in de longblaasjes doordringen, kunnen worden opgenomen in de bloedbaan. De opname van deze stoffen gaat beter naarmate ze beter in water oplosbaar zijn. Verder wordt de opname ook beïnvloed door wijze en frequentie van ademen.

OPNAME VIA DE HUID

De opname van stoffen via de huid is de meest onderschatte opnameroute. Opname via de huid kan optreden wanneer werkstukken met de hand in ontvettingsbaden, of met poetsdoeken gedrenkt in ontvettingsmiddelen, worden schoongemaakt. Bekende ontvettingsmiddelen als trichloorethaan en trichlooretheen worden gemakkelijk door de huid opgenomen. Andere voorbeelden van activiteiten waarbij huidopname voorkomt, zijn het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen of het oogsten van sier- en voedingsgewassen die met bestrijdingsmiddelen zijn behandeld.

De mate van opname door de huid is van verschillende factoren afhankelijk. Een beschadigde of ontvette huid neemt stoffen beter op. Ook bij versterkte huiddoorbloeding (warm weer, zware lichamelijke arbeid) is de opname door de huid groter dan onder normale omstandigheden.

TRANSPORT EN OMZETTING IN HET LICHAAM

Na opname in het lichaam vinden transport en verdeling van stoffen plaats via de bloedbaan. Het bloed verplaatst stoffen van de plaats van opname naar de plaats waar:

- De schadelijke werking wordt uitgeoefend (kritisch orgaan). Niet op alle organen of systemen hebben toxische stoffen een schadelijke werking. Dit hangt af van het werkingsmechanisme van de stof en de gevoeligheid van het orgaan of systeem. Zo werken oplosmiddelen vooral op het zenuwstelsel, tast cadmium de nierschors aan en werkt benzeen in op het beenmerg.
- Stoffen worden omgezet in andere stoffen (metaboliëten). De lever is een belangrijk orgaan in de omzetting van stoffen. In principe is de lever bedoeld om giftige stoffen door omzetting onschadelijk te maken. Bij sommige stoffen ontstaan door de omzetting nieuwe stoffen die schadelijker zijn dan de oorspronkelijke stof.
- Stoffen worden opgeslagen in het lichaam. Sommige stoffen worden beter door bepaalde organen opgenomen en vastgehouden dan andere. Zo wordt lood goed in het bot opgeslagen en cadmium in de nieren. In sommige gevallen wordt de stof daarmee vastgelegd en kan die niet meer zijn nadelige effect uitoefenen. Dit geldt bijvoorbeeld voor lood in botweefsel. Cadmium daarentegen oefent juist in de nieren zijn effect uit.
- Stoffen worden uitgescheiden. Uitscheiding van stoffen (en metaboliëten ervan) vindt vooral plaats via de nieren, maar ook via de longen of via de huid (zweet).

INDELING NAAR WERKINGSMECHANISME EN EFFECTEN

Toxische stoffen kunnen op vele manieren hun schadelijke werking uitoefenen. In het werkingsmechanisme van stoffen is weer onderscheid te maken tussen lokaal werkende stoffen en systemisch werkende stoffen.

CHEMISCHE IRRITATIE

LOKAAL WERKENDE STOFFEN

In het geval van lokaal werkende stoffen berust het werkingsmechanisme op directe irritatie van chemische aard, bijvoorbeeld door aantasting (denaturatie) van eiwitten of door beschadiging van cellen. Lokaal werkende stoffen werken direct in op de plaats van het contact zelf. Dat kan zijn de huid, of de slijmvliezen van ogen, neus of luchtwegen. In geval van lokale werking is vooral de concentratie van de stof ter plekke bepalend voor aard en intensiteit van het effect. Voorbeelden van stoffen met een lokale werking zijn sterke zuren of logen (zoutzuur, zwavelzuur, natronloog, ammoniak) of prikkelende gassen als chloor, fosgeen, aldehyden (aceetaldehyde, formaldehyde) en ozon.

SYSTEMISCH WERKENDE STOFFEN

Bij systemisch werkende stoffen is een groot aantal werkingsmechanismen te onderscheiden. De belangrijkste zijn:

- verstoring van de enzymwerking, bijvoorbeeld door bestrijdingsmiddelen als parathion en malathion
- blokkade van het zuurstoftransport door hemoglobine, bijvoorbeeld door koolmonoxide
- verstoring van de membraanwerking, bijvoorbeeld door oplosmiddelen; dit kan leiden tot narcose
- verstoring van de functie van het systeem dat het erfelijk materiaal maakt (DNA, RNA); voorbeelden hiervan zijn benzeen en vinylchloride
- sensibilisatie, oftewel het overgevoelig worden voor bepaalde stoffen zoals isocyanaten

INDELING NAAR EFFECTEN

Toxische stoffen worden meestal niet ingedeeld op grond van het werkingsmechanisme, maar op grond van het effect (zie schema 3).

SCHEMA 3 INDELING VAN TOXISCHE STOFFEN NAAR EFFECT

SOORT STOF	WERKING	VOORBEELD
IRRITEREND	PRIKKELEND OP SLIJMVLIEZEN VAN OGEN EN LUCHTWEGEN	AMMONIAK, OZON
CORROSIEF	STERK PRIKKELEND; CEL- EN HUIDBESCHADIGINGEN	ZWAVELZUUR, ZOUTZUUR
VERSTIKKEND	VERDRINGING VAN ZUURSTOF	STIKSTOF, HELIUM
NARCOTISCH	BEDWELMEND	OPLOSMIDDELEN
SYSTEEMTOXISCH	INVLOED OP SPECIFIEKE ORGANEN OF SYSTEMEN ZOALS LEVER, NIEREN, ZENUWSTELSEL, LONGEN	KOOLMONOXIDE, CADMIUM, KWARTS
CARCINOGEEN	BESCHADIGING GENETISCH MATERIAAL; ONTSTAAN VAN KANKER	BENZEEN, VINYLCHLORIDE
REPRODUCTIETOXISCH	SCHADELIJK VOOR VOORTPLANTING	METHOXYETHANOL, LOODACETAAT
ALLERGEEN	WERKING OP AFWEERSYSTEEM (OVERMATIGE REACTIE)	ISOCYANATEN, NIKKEL

DUUR EN INTENSITEIT VAN DE BLOOTSTELLING

Het is van belang onderscheid te maken tussen kortdurende en langdurige blootstelling, en acute en chronische effecten. Vaak worden deze begrippen door elkaar gebruikt.

ACUTE EFFECTEN

ACUTE VERGIFTIGING Acute effecten zijn effecten die snel (minuten, uren, dagen) in intensiteit toenemen. Acute effecten openbaren zich vaak bij eenmalige, kortdurende blootstelling. Een voorbeeld hiervan is prikkeling van de slijmvliezen van ogen of luchtwegen door een prikkelend gas als zwaveldioxide. Bij zeer intensieve kortdurende blootstelling kan er zelfs sprake zijn van acute vergiftiging, bijvoorbeeld bij blootstelling aan koolmonoxide. Veelal zijn acute effecten reversibel. Dat wil zeggen dat de effecten na beëindiging van de blootstelling weer snel afnemen.

CHRONISCHE EFFECTEN

SILICOSE Chronische effecten zijn effecten die zeer langzaam (maanden, jaren) of in het geheel niet in intensiteit afnemen na beëindiging van de blootstelling. Chronische effecten zijn vaak het gevolg van langdurige blootstelling of frequent voorkomende kortdurende blootstelling. Een voorbeeld van chronische effecten is het ontstaan van silicose van de longen (stoflong) door langdurige blootstelling aan kwarts. Kenmerkend voor silicose is fibrose. Dit is de vorming van bindweefsel in de longen, waardoor de elasticiteit van de longen vermindert en de opname van zuurstof wordt bemoeilijkt. Dit heeft ernstige ademhalingsklachten als gevolg.

4

INVENTARISEREN VAN STOFFEN EN WERKPLEKFACTOREN

HOOFDSTUK 4 GEEFT UITLEG OVER EEN GESTRUCTUREERDE AANPAK BIJ HET INVENTARISEREN VAN STOFFEN EN FACTOREN IN HET WERK DIE DE BLOOTSTELLING KUNNEN BEPALEN. DE IN HET ARBOBESLUIT GENOEMDE VOORKEURSMETHODIEK (NEN-EN 689: 'WERKPLEKATMOSFEER. LEIDRAAD VOOR DE BEOORDELING VAN DE BLOOTSTELLING BIJ INADEMING VAN CHEMISCHE STOFFEN VOOR DE VERGELIJKING MET DE GRENSWAARDEN EN DE MEETSTRATEGIE') KOMT OOK IN DE VOLGENDE HOOFDSTUKKEN STEEDS TERUG.

4.1 GESTRUCTUREERDE EN PLANMATIGE AANPAK

GENORMEERDE
MEETMETHODEN

Het beoordelen van risico's bij het werken met toxische stoffen vereist een gestructureerde aanpak. In de vorige hoofdstukken heeft u kunnen lezen dat uiteenlopende factoren bepalen of er sprake is van een hoog of juist een verwaarloosbaar risico. Als u de blootstelling aan toxische stoffen gaat meten, vereist de wet dat daarbij gebruik wordt gemaakt van genormeerde meetmethoden. Diezelfde wet vereist ook een gestructureerde aanpak bij de stappen die voorafgaan aan het meten van de blootstelling. In dit hoofdstuk staan we stil bij het inventariseren van toxische stoffen en het globaal schatten van de blootstelling.

PLANNEN VASTLEGGEN
IN PROJECTPLAN

Veel bedrijven werken met tal van chemische producten, die vaak elk uit meerdere stoffen bestaan. Er zijn verschillende werkplekken waar met die stoffen wordt gewerkt en verschillende groepen werknemers lopen kans op blootstelling. Een risico-inventarisatie en -evaluatie gericht op het werken met toxische stoffen is daarom vaak een omvangrijk project. Om het project tot een goed einde te brengen verdient het aanbeveling de plannen vast te leggen in een projectplan. Er moeten taken worden verdeeld, activiteiten moeten in de tijd worden gepland, er moet worden beoordeeld of er taken moeten worden uitbesteed aan externe deskundigen. Als het om een zeer complex project gaat, is het verstandig vooraf met de directie een beleidsplan op te stellen.

BELEIDSPLAN OPSTELLEN

In hoofdstuk 1 is het schema van de NEN-EN 689 toegelicht. Deze norm is een leidraad om te beoordelen hoe de blootstelling aan chemische stoffen zich bij inademing verhoudt met de grenswaarden. De gedachte achter deze norm is dat de manier waarop wordt gemeten (dat wil zeggen wat, wanneer en hoe er wordt gemeten) grote invloed heeft op het resultaat en de uitkomst van de beoordeling. Werksituaties waar mogelijk sprake is van een verhoogd gezondheidsrisico, moeten op betrouwbare wijze worden beoordeeld.

In de NEN-EN 689 wordt aan een tweetal aspecten van blootstelling geen aandacht besteed, te weten:

- risico door blootstelling via huidcontact
- situaties waarin kortdurende blootstelling bepalend is voor het risico

In de risico-inventarisatie en -evaluatie moeten deze aspecten echter wel worden meegenomen.

4.2 GLOBALE INVENTARISATIE

De globale inventarisatie moet antwoord geven op de vraag of blootstelling kan worden uitgesloten. In de systematiek van NEN-EN 689 wordt ervan uitgegaan dat het risico altijd in drie stappen wordt bepaald. Dit geldt zowel voor de globale als voor de oriënterende inventarisatie (zie hoofdstuk 5) en voor de kwalitatieve beoordeling (zie hoofdstuk 6 en 7):

- 1 identificatie van de mogelijke blootstelling; *identification of potential exposure*
- 2 vaststellen van werkplekfactoren; *determination of workplace factors*
- 3 schatten van de blootstelling; *assessment of exposure*

Bij het beoordelen van risico's worden al vanaf het begin risico's ingeschat. Met andere woorden: inventariseren en evalueren lopen al snel door elkaar. Het is juist daarom belangrijk om vanaf het begin systematisch te werk te gaan. U moet achteraf kunnen aantonen op grond van welke overwegingen in een bepaalde situatie de kans op blootstelling werd uitgesloten.

VOORBEELD: KWARTS

Vanwege de verlaging van de norm voor kwarts (kristallijn silica) wil een verbod bedrijf de blootstelling in de huidige omstandigheden vaststellen. Daarnaast worden de mogelijkheden onderzocht om grondstoffen te vervangen en/of de blootstelling te reduceren.

Aan de hand van het bedrijfsregister wordt een overzicht gemaakt van alle grondstoffen die kwarts bevatten. Tevens worden het totale verbruik en het gehalte aan kwarts vermeld. Er wordt een selectie gemaakt van alle grondstoffen met meer dan 10% respirabel kwarts. Dit blijken bovendien de meest gebruikte kwartshoudende grondstoffen te zijn. Voor plaatsen waar deze grondstoffen worden gebruikt zal eerst kwalitatief en vervolgens kwantitatief de blootstelling worden bepaald.

TOXISCHE STOFFEN

Een globale inventarisatie begint met het bestuderen van de lijst met stoffen die in het bedrijf worden gebruikt. Vervolgens wordt ook geïnventariseerd welke stoffen, voorzover bekend, tijdens de productieprocessen en/of werkzaamheden kunnen worden gevormd. De bedoeling is om zicht te krijgen op de aard van de blootstelling. Dat wil zeggen: welke stoffen zijn of kunnen aanwezig zijn en wat zijn de gevaren die van deze stoffen bekend zijn. Voor het bepalen van het risico heeft u daarnaast informatie nodig over het verbruik, bij voorkeur per afdeling of werkplek.

Informatie over de producten is te vinden in de MSDS (*Material Safety Data Sheet*) of veiligheidsinformatiebladen van de leverancier en op het veiligheidsetiket. Het is in elk geval belangrijk te weten wat de risicodragende componenten in een product zijn.

Voor het inventariseren van de stoffen die tijdens processen of werkzaamheden kunnen ontstaan, moet het bedrijfsproces worden doorgelopen, op zoek naar processen waarvan bekend is dat er stoffen bij ontstaan en vrij kunnen komen. Kennis over het proces is dan natuurlijk van belang.

PRODUCTIEPROCES EN KANS OP BLOOTSTELLING

Voor een globale inventarisatie van het bedrijfsproces kunt u het beste aansluiten bij organisatorische eenheden die volgens het primaire proces zijn georganiseerd. Naast de primaire proceslijn bestaan er ondersteunende processen, zoals onderhoud, reiniging, kantinevoorzieningen, financiële en personeelsdiensten, enzovoorts. Door de processtappen te beschrijven wordt structuur gebracht in de beoordeling. Veelal kunnen de verschillende processtappen onafhankelijk worden beoordeeld. Een voorbeeld van een globale inventarisatie van een autoschadeherstelbedrijf ziet u in schema 4 en 5.

SCHEMA 4 PROCESSTAPPEN IN EEN AUTOSCHADEHERSTELBEDRIJF

PRIMAIR PROCES:

IN GROTE LIJNEN BESTAAT HET PROCES UIT DE VOLGENDE STAPPEN:

- ONTVANGST VAN DE SCHADEAUTO, ADMINISTRATIE
- DEMONTAGE, PLAATWERK EN MONTAGE
- VOORBEWERKEN VOOR SPUITEN
- SPUITEN VAN DELEN VAN DE AUTO OM DE LAKLAAG TE HERSTELLEN
- AFLEVEREN HERSTELDE AUTO, ADMINISTRATIE

ONDERSTEUNENDE DIENSTEN:

- ADMINISTRATIE (KANTOOR)
- KANTINE (CATERING)
- MAGAZIJN
- ONDERHOUDSDIENST
- REINIGING

VOOR HET IDENTIFICEREN VAN DE CHEMISCHE STOFFEN PER PROCES ZIJN DE VOLGENDE VRAGEN RELEVANT:

- WAT VOOR (HOOFD)TAKEN HOREN ER BIJ HET PROCES?
- WELKE CHEMISCHE PRODUCTEN WORDEN ERBIJ GEBRUIKT EN HOEVEEL?
- WELKE CHEMISCHE STOFFEN KOMEN ER BIJ VRIJ?

VOOR HET BEPALEN VAN DE FACTOREN OP DE WERKPLEK DIE DE BLOOTSTELLING BEÏNVLOEDEN, ZIJN DE VOLGENDE ASPECTEN RELEVANT:

- FUNCTIES OF GROEPEN WERKNEMERS DIE ERBIJ BETROKKEN ZIJN
- TAKEN OF WERKZAAMHEDEN DIE ONDERDEEL VORMEN VAN DE PROCESSTAP
- WERKPATRONEN OF WERKWIJZE
- WERKPLEKINRICHTING
- VEILIGHEIDSMATREGELEN EN PROCEDURES
- VENTILATIE EN ONDERHOUD VAN DE INSTALLATIE
- EMISSIEBRONNEN
- BLOOTSTELLINGSMOMENTEN EN BLOOTSTELLINGSDUUR
- LICHAAMELIJKE INSPANNING
- TEMPERATUUR

HET IS RAADZAAM OM EEN DUIDELIJKE, BEKNOPTTE BESCHRIJVING TE GEVEN, BIJVOORBEELD IN TABELVORM, ZOALS WEERGEGEVEN IN SCHEMA 5.

SCHEMA 5 GROVE INVENTARISATIE VAN DE PROCESSTAP 'VOORBEWERKEN VOOR HET SPUITEN'

DOEL VAN DE PROCESSTAP	HET OPPERVLAK VAN DE CARROSSERIE GLAD, SCHOON EN VETVRIJ MAKEN, ZODAT DE LAK ER GOED AAN HECHT. HIERONDER VALT VAAK OOK HET AANBRENGEN VAN EEN GRONDLAAG.
HOOFDTAKEN	PLAMUREN, ONTVETTEN (HANDMATIG), GRONDLAAG SPUITEN. VOORTS DIVERSE TAKEN, ZOALS OPRUIJEN, DELEN AFPLAKKEN MET TAPE EN WAGENS VERPLAATSEN.
PRODUCTEN	PLAMUUR, ONTVETTERS, PRIMERS; ALLE PRODUCTEN 10-20 LITER PER DAG.
TOXISCHE STOFFEN	VOORAL OPLOSMIDDELEN (PLAMUUR, ONTVETTERS EN PRIMERS) EN HARSEN OF POLYMEER (PLAMUUR, PRIMER).
RUIMTE	HET WERK GEBEURT IN EEN GROTE VOORBEWERKINGSRUIMTE, WAARBIJ DE PLAATS WAAR PRIMER WORDT GESPOTEN VOORZIEN IS VAN WANDAFZUIGING EN IS AFGESCHERMD VAN DE REST VAN DE RUIMTE VIA EEN GORDIJN.
WERKERS	HET WERK WORDT UITGEVOERD DOOR EEN GROEP VAN 6 TOT 8 VOORBEWERKERS, DIE IEDER ALLE HOOFDTAKEN UITVOEREN. ÉÉN VOORBEWERKER IS MEEWERKEND CHEF. HIJ VERDEELT HET WERK EN CONTROLEERT DE KWALITEIT.

HOUSTOF	<p>Wanneer door eerder onderzoek kennis bestaat over werksituaties die relevant zijn voor de blootstelling, kunnen bovengenoemde lijsten gedetailleerder worden gemaakt.</p> <p>In houtverwerkende bedrijven bijvoorbeeld is vrij veel onderzoek gedaan naar de blootstelling aan houtstof. Het is daardoor bekend bij welk type bewerking en onder welke omstandigheden veel of juist weinig kans op blootstelling bestaat. Bovendien zijn er gegevens over het effect van maatregelen voorhanden. Op basis hiervan is een specifieke lijst opgenomen in het meetprotocol voor houtstof (zie bijlage 4).</p>
MEETPROTOCOL	

EFFECTEN MAATREGELN INSCHATTEN

Een belangrijke valkuil in deze fase van de beoordeling is het inschatten van het effect van maatregelen. Zonder een meting uit te voeren waarmee de effectiviteit van de beheersmaatregel wordt beoordeeld, blijkt het in de praktijk erg riskant om te concluderen dat een maatregel zonder meer de blootstelling verlaagt. Naast technische uitvoering bepaalt ook het (voorlichting over het) gebruik, onderhoud en gedrag van de werknemer de effectiviteit van een maatregel. Dit kan het best aan de hand van een voorbeeld worden duidelijk gemaakt.

In een bedrijf wordt RVS gelast. De medewerkers dragen daarbij onafhankelijke adembescherming, voorzien van verse-luchttoevoer. De ruimte is voorzien van plaatselijke afzuiging en ruimteventilatie. De blootstelling lijkt dan ook goed onder controle. Er is uit de literatuur bekend dat de blootstelling op deze manier goed is beheerst. De conclusie is snel getrokken dat verdere metingen niet nodig zijn, mits de voorziening goed wordt onderhouden en gebruikt en de medewerkers de nodige voorlichting krijgen.

Uit de praktijk blijkt echter dat het effect van maatregelen bij laswerkzaamheden sterk kan variëren. Het effect van plaatselijke afzuiging werd in deze situatie teniet gedaan door de vorm en de afmeting van de te lassen onderdelen. Het effect van de adembescherming (ondanks periodiek onderhoud en periodieke controle door de leverancier) bleek onvoldoende.

Uit blootstellingsmetingen bleek dat de concentraties aan nikkel- en chroomverbindingen in de lashelm op verschillende werkdagen ruim boven de norm lagen. Naar aanleiding van deze resultaten is in de adembescherming het type filter aangepast en is de slang vervangen. Bovendien wordt het debiet van de aanzuiglucht nu periodiek gecontroleerd. Uit controlemetingen blijkt dat de blootstelling nu ruim onder de norm ligt.

4.3 SCHATTING VAN DE BLOOTSTELLING: RANGORDE VAN RISICO'S

Als de grote lijnen zijn beschreven, kan een eerste schatting van de blootstelling worden gemaakt. Dit is niet meer dan het rangschikken van de risico's. De bedoeling is om antwoord te geven op de vraag of blootstelling kan optreden. Hierbij kan gekozen worden voor een rangorde:

- op basis van groepen werknemers, met vergelijkbare taken en blootstelling
- op basis van werkzaamheden of taken

De taken van de werknemers worden eerst ingedeeld in categorieën van blootstelling (zie schema 6). Vervolgens worden de stoffen waaraan de werkers worden blootgesteld, ingedeeld in categorieën van schadelijkheid (schema 7). Ten slotte worden de beide categorieën samengevoegd tot een kwalitatieve risicomatrix (schema 8).

SCHEMA 6 EEN INDELING IN BLOOTSTELLINGSCATEGORIEËN

CATEGORIE 1 GEEN BLOOTSTELLING

ER IS GEEN CONTACT TUSSEN DE STOFFEN EN DE WERKERS. ER WORDT NIET OF PRAKTISCH NIET MET STOFFEN GEWERKT, OF DE STOFFEN BEVINDEN ZICH STEEDS IN GESLOTEN SYSTEMEN.

CATEGORIE 2 INCIDENTEEL OF BEPERKT BLOOTSTELLING

ER IS AF EN TOE CONTACT MOGELIJK TUSSEN DE STOFFEN EN DE WERKERS, OF ER IS GEREGLD CONTACT IN BEPERKTE MATE. EEN APPARAAT MOET SOMS HEEL EVEN WORDEN GEOPEND, WAARBIJ WEINIG STOF VRIJ KAN KOMEN. MEN SCHEPT GEREGLD KLEINE BEETJES POEDER OVER.

CATEGORIE 3 REGELMATIG OF VRIJ VEEL BLOOTSTELLING

ER ZIJN DUIDELIJK TAKEN OF SITUATIES AAN TE WIJZEN WAARBIJ STOFFEN IN BEHOORLIJKE HOEVEELHEDEN VRIJKOMEN, OF ER KAN REGELMATIG CONTACT ZIJN MET MEER DAN KLEINE HOEVEELHEDEN. EENS PER DAG MOET IEMAND ENKELE ZAKKEN STUIVEND POEDER LEGEN, OF ELK UUR MOET EEN VAATJE OPLOSMIDDEL WORDEN AFGETAPT EN IN EEN VAT WORDEN

CATEGORIE 4 CONTINU OF VEEL BLOOTSTELLING

DE WERKERS ZIJN GROTE DELEN VAN DE DAG BEZIG MET WERKZAAMHEDEN WAARBIJ ZE IN CONTACT KUNNEN KOMEN MET STOFFEN, OF DE TAKEN LEIDEN TOT HET IN GROTE HOEVEELHEDEN VRIJKOMEN VAN STOFFEN. GROTE DELEN VAN DE DAG ZIJN WERKERS BEZIG MET HET AFWEGEN VAN STOFFIGE POEDERS. GROTE OPPERVLAKKEN WORDEN ONTVET MET VLUCHTIGE ORGANISCHE OPLOSMIDDELEN.

Deze indeling is subjectief en alleen te gebruiken voor het rangschikken binnen een bedrijf of onderdeel van een bedrijf. Wat voor het ene bedrijf 'vrij veel blootstelling' is, kan voor een ander bedrijf in de categorie 'veel blootstelling' vallen. Het heeft dan ook niet veel zin de grenzen tussen de categorieën nauwkeurig te bepalen. Bij de beoordeling wordt zowel op blootstelling via de ademhaling, als op huidcontact gelet. Voor verschillende soorten stoffen kunnen verschillende categorieën worden gekozen.

SCHEMA 7 EEN INDELING IN SCHADELIJKHEIDSCATEGORIEËN

CATEGORIE 1 LICHTE EFFECTEN

HIERONDER WORDEN GEREKEND HINDER, LICHTE PRIKKELINGEN EN DERGELIJKE, EN EFFECTEN DIE PAS BIJ (ZEER) HOGE CONCENTRATIES OPTREDEN. BIJVOORBEELD DE VOLGENDE R-ZINNEN:

- R20 TOT R22 SCHADELIJK
- R36 TOT R38 IRRITEREND

CATEGORIE 2 MOGELIJK ERNSTIGE, MOGELIJK BLIJVENDE EFFECTEN

BIJVOORBEELD DE VOLGENDE R-ZINNEN:

- R40 MOGELIJK ONHERSTELBARE EFFECTEN
- R33 MOGELIJK CUMULATIEVE EFFECTEN
- R31 CONTACT MET ZUREN DOET GIFTIG GAS VRIJKOMEN

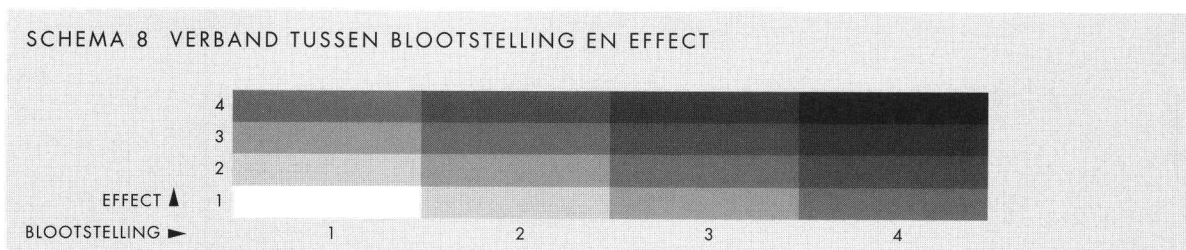
CATEGORIE 3 ERNSTIGE EFFECTEN, VAAK BLIJVEND

- R34 CORROSIEF
- R23 TOT R25 VERGIFTIG

CATEGORIE 4 ZEER ERNSTIGE EFFECTEN

- R42 OF R43 SENSIBILISEREND
- R46 GENOTOXISCH
- R45 OF R49 CARCINOGEEN
- R47 REPROTOXISCH
- R32 CONTACT MET ZUREN DOET ZEER GIFTIG GAS VRIJKOMEN
- R26 TOT R28 ZEER VERGIFTIG
- R39 ZEER ERNSTIGE, ONHERSTELBARE EFFECTEN
- R48 ERNSTIGE EFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING
- R35 ZEER CORROSIEF
- R41 ERNSTIGE SCHADE AAN DE OGEN

Het risico kan weergegeven worden door de twee indelingen in een matrix te combineren (zie schema 8).



Het risico is het laagst in de hoek linksonder (wit gebied), waar zowel de blootstelling als het effect is ingedeeld in de laagste categorie. In de hoek rechtsboven (zwart gebied, met blootstelling en effect in de hoogste categorie) is het risico het hoogst.

Met deze matrix kunt u de verdere beoordeling van de blootstelling sturen. Het is zinvol om de blootstelling nader te beoordelen voor situaties waarin de kans op een onaanvaardbaar hoge blootstelling het grootst is: de situaties in de zwarte rechterbovenhoek van de matrix. Het heeft in de meeste bedrijven waar met chemische stoffen wordt gewerkt niet veel zin lang stil te staan bij de blootstelling aan chemische stoffen van het kantoorpersoneel. Begin daarom juist bij het productiepersoneel dat daadwerkelijk veel in contact kan komen met schadelijke stoffen. Dit heet de *worst case benadering*. Als bij een vooraf als ernstig ingeschatte situatie geen risico's bestaan, dan zullen bij de minder ernstige situaties hoogstwaarschijnlijk ook geen risico's bestaan.

WORST CASE BENADERING

Het nader beoordelen van de blootstelling voor de *worst case groep* kan beginnen met een basisbeoordeling (NEN-EN 689). Dit kan met behulp van:

BASISBEOORDELING

- reeds bestaande meetresultaten
- meetresultaten van sterk vergelijkbare situaties
- schattingen

Om reeds bestaande meetresultaten te kunnen gebruiken moet een tweetal aspecten worden beoordeeld:

- Zijn de meetresultaten representatief voor de huidige situatie?
- Zijn er voldoende meetresultaten om een oordeel te kunnen geven?

Blootstelling kan sterk variëren tussen werkers en tussen dagen, maar ook tussen verschillende momenten op een dag. Er kunnen dus veel metingen nodig zijn.

Bovenstaande geldt zowel voor het gebruik van bestaande meetresultaten uit de nu te beoordelen situatie, als voor het gebruik van meetresultaten uit sterk vergelijkbare situaties. In dat laatste geval moet echter extra aandacht worden besteed aan de vergelijkbaarheid van de situaties. Deze moet in de schriftelijke verslaglegging van de beoordeling voldoende worden beargumenteerd.

SCHRIFTELIJKE VERSLAGLEGGING

In hoofdstuk 8 wordt verder ingegaan op het beoordelen van blootstelling aan de hand van meetresultaten. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het schatten van blootstelling.

5

SCHATTEN VAN BLOOTSTELLING

IN DIT HOOFDSTUK WORDT EEN AANTAL METHODEN BESCHREVEN DIE GEBRUIKT KUNNEN WORDEN BIJ HET SCHATTEN VAN BLOOTSTELLING OP BASIS VAN MEETRESULTATEN VAN VERGELIJKBARE SITUATIES OF OP BASIS VAN REKENMODELLEN.

5.1 INLEIDING

‘VEILIG’ SCHATTEN

Als er voldoende inzicht is in de gebruikte stoffen, de taken en werkplekfactoren, en de beheersmaatregelen, kan een eerste schatting van de hoogte van blootstelling worden gemaakt. Natuurlijk kan er worden gemeten om de hoogte van blootstelling aan een chemische stof te vergelijken met de geldende normen. Dit is echter lastig en duur. Dikwijls is het beter om eerst een schatting van de blootstelling te maken. Door pessimistisch te zijn in de aannamen zorgt u ervoor dat de schatting eerder aan de hoge kant is (overschatting) dan aan de lage kant. Als de blootstelling waarschijnlijk wordt overschat en toch duidelijk beneden de geldende normen ligt, dan is het niet nodig te gaan meten. Als de geschatte blootstelling veel hoger is dan de geldende normen, dan is meten niet meer zinvol en kunt u beter de situatie verbeteren. Alleen in het tussenliggende gebied kan de beoordeling van de blootstelling door metingen worden verbeterd.

- 1 Schat de blootstelling en zorg ervoor, dat er waarschijnlijk een (niet te grote!) overschatting is.
- 2 Vergelijk de geschatte waarde met de norm.
 - De geschatte blootstelling is lager dan een kwart van de norm. Er is geen reden om aan te nemen dat de norm wordt overschreden. Er hoeven geen metingen te worden gedaan. Bent u toch niet overtuigd, dan kan meten meer zekerheid geven.
 - De geschatte blootstelling is tussen een kwart van de norm en twee maal de norm. Doe metingen om zekerder te zijn.
 - De geschatte blootstelling is hoger dan tweemaal de norm. Er is voldoende aanleiding om te vrezen dat de norm wordt overschreden. Verbeter de arbeidsomstandigheden.

Er zijn verschillende manieren om de blootstelling te schatten. Ruwweg kunnen die worden ingedeeld in:

- vroegere meetresultaten, vaste protocollen of beschrijvingen van de ‘stand-der-techniek’
- blootstellingsmodellen:
 - deterministische modellen
 - praktijkmodellen

5.2 VROEGERE MEETRESULTATEN, VASTE PROTOCOLLEN OF ‘STAND-DER-TECHNIEK’

Mogelijk zijn al eens metingen gedaan voor hetzelfde proces met dezelfde stof, in het eigen bedrijf, in een andere vestiging of bij het bedrijf van een bekende. Ook kunnen in de literatuur metingen voor de stof en het proces zijn beschreven. De resultaten van die metingen kunnen worden gebruikt om een eerste schatting van de hoogte van blootstelling te geven. Zelfs als het proces niet precies gelijk is, of de stof iets anders, kunnen de resultaten

soms nog bruikbaar zijn. Daarbij draait het om het oordeel of de bemeten situatie in voldoende mate lijkt op de te beoordelen situatie. Let op de aspecten van blootstelling, zoals beschreven in hoofdstuk 3, met speciale aandacht voor de fysisch-chemische eigenschappen van de stof en het product, op de processen en taken en op de beheersmaatregelen. Als de gegevens bruikbaar zijn, moet worden beoordeeld of ze voldoende representatief zijn. Hoe meer gegevens uit des te meer onafhankelijke bronnen, des te overtuigender zijn de uitkomsten. Maar ook een beperkt aantal meetresultaten uit één bron kan, samen met andere gegevens, een rol spelen in de schatting.

'STAND-DER-TECHNIEK'

Voor een aantal blootstellingssituaties zijn beschrijvingen gemaakt, waarin omschreven staat hoe met de stoffen wordt gewerkt en welke blootstellingen daarbij zijn te verwachten. Dergelijke beschrijvingen zijn opgesteld op basis van observaties en metingen in de praktijk. Ze zijn richtinggevend bij de beoordeling van de betreffende situatie. Soms is de 'stand-der-techniek' beschreven. Dan is beschreven welke beheersmaatregelen op het moment van schrijven het meest vooruitstrevend zijn en worden geacht de blootstelling het meest te verlagen. In het beste geval zijn ook de te verwachten blootstellingswaarden beschreven. Wie zijn processen volgens de 'stand-der-techniek' op het gebied van beheersing van blootstelling heeft ingericht, heeft alles gedaan wat op dat moment mogelijk is om de blootstelling te verlagen.

Onder meer voor de volgende branches bestaan relevante beschrijvingen:

- houtverwerkende ondernemingen: houtstofprotocol, waarin te verwachten blootstellingsniveaus bij verschillende activiteiten en omstandigheden zijn gegeven (Noy, 1998)
- grafische industrie: stand-der-techniek met betrekking tot beheersing van blootstelling aan oplosmiddelen (Heesen e.a., 1998)
- autoschadeherstelbedrijven: stand-der-techniek met betrekking tot beheersing van blootstelling aan oplosmiddelen (De Pater, Marquart en Burgers, 1999)

Nieuwe 'stand-der-techniek'-beschrijvingen worden momenteel gemaakt voor blootstelling aan anesthesiegassen en cytostatica. In het kader van de arboconvenanten zal de komende jaren meer informatie beschikbaar komen over specifieke arbeidsomstandigheden.

5.3 DETERMINISTISCHE MODELLEN VOOR CONCENTRATIES IN DE LUCHT

Met deterministische modellen wordt de blootstelling berekend via wiskundige formules, uitgaande van min of meer fundamentele wetenschappelijke inzichten. Ze kunnen erg ingewikkeld zijn. Zo zijn er modellen gemaakt die de snelheid van verdamping uit mengsels van oplosmiddelen berekenen, en modellen die bij de berekening van de concentratie in een ruimte rekening houden met binnenkomen van de chemische stof vanuit andere ruimten, het neerslaan op wanden en verschillen in verspreiding binnen de ruimte. Voor de doeleinden van deze Praktijkids zijn die modellen veel te ingewikkeld.

EERSTE SCHATTING

Voor een eerste schatting van de blootstelling in de omgeving van de bron kunt u gebruikmaken van het volgende eenvoudige model:

$$C = B/V_m$$

waarin:

- C is de concentratie van de chemische stof in de ruimte (mg/m^3)
- B is de bronsterkte, de hoeveelheid chemische stof die in de ruimte wordt gebracht (mg/uur)
- V is de hoeveelheid lucht in de ruimte die per tijdseenheid wordt ververst (m^3/uur)
- m is een mengfactor, met een waarde tussen 0 (geen menging) en 1 (perfecte menging)

De bronsterkte B is vaak moeilijk te schatten. Hiervoor moeten aannamen worden gedaan. We moeten bijvoorbeeld aannemen dat een bepaald percentage poeder bij het storten in de lucht blijft hangen en tot blootstelling leidt. Of we moeten aannemen dat alle oplosmiddel uit een lijm binnen een bepaalde tijd (gelijkmatig) verdampt. Soms zijn er gegevens over de hoeveelheid die verloren gaat in het proces.

Voor de ventilatiegegevens zijn soms wel wat gegevens van de technische voorzieningen beschikbaar, mits er mechanische ventilatie is. Als er geen gegevens zijn, bijvoorbeeld bij natuurlijke ventilatie, moet aangenomen worden dat de hoeveelheid lucht die per uur wordt ververst, niet erg hoog is. Het is redelijk voorzichtig om aan te nemen dat het totale volume lucht van een ruimte niet vaker dan eens per twee uur wordt ververst. Grofweg kan men verder aannemen dat kleine ruimten een grotere mate van verversing kennen dan grotere, vanwege het relatief grotere oppervlakte van de grenzen van de ruimte met de buitenwereld. Verversing van lucht betekent immers uitwisseling van lucht met de buitenwereld van de ruimte en hoe meer oppervlakten (die niet volledig luchtdicht zijn) in contact met de buitenwereld, hoe groter de uitwisseling.

EEN EENVOUDIGE SCHATTING VAN CONCENTRATIE IN DE LUCHT

Een werker ontvet 25 metalen delen op een dag, in ongeveer 6 uur. Bekend is, dat daarbij 500 gram oplosmiddel wordt gebruikt. De bronsterkte (B) wordt eenvoudig berekend als 500 gram per 6 uur = $83.333 \text{ mg}/\text{uur}$. De ruimte heeft een inhoud van $5 \times 6 \times 2,5 \text{ m}^3 = 75 \text{ m}^3$. Per uur wordt de ruimte volgens opgave van de architect 2 keer helemaal ververst. De ventilatie in de ruimte (V) is dus $150 \text{ m}^3/\text{uur}$. De menging in de ruimte wordt als redelijk ingeschat, met een mengfactor $m = 0,5$. Volgens de formule is de concentratie (gemiddeld over 6 uur) in de ruimte nu:

$$C = B/Vm$$

$$C = 83.333 / (150 \times 0,5) \text{ mg}/\text{m}^3 = 1.111 \text{ mg}/\text{m}^3$$

Dit simpele model heeft enkele belangrijke beperkingen:

- Het berekent alleen een gemiddelde ruimteconcentratie, met aanname van constante bronsterkte en constante ventilatie.
- Het gebruik is afhankelijk van kennis of schattingen van gegevens die vaak niet bekend zijn: de bronsterkte en de ventilatie.
- Het houdt via de mengfactor maar in heel beperkte mate rekening met variatie in concentraties in de ruimte.
- Het houdt geen rekening met het bewegen van de werker in de ruimte en met het feit dat de blootstelling van een werker vaak heel anders is dan de concentratie op een bepaalde plaats in de ruimte.

Het heeft ook voordelen. Er kan makkelijk een hele reeks schattingen worden gedaan onder verschillende aannamen. Zo kan eenvoudig berekend

worden wat het effect zou zijn van een betere ventilatie of een afzuiging (die de bronsterkte zou doen afnemen). Bovendien is het een generiek model: elke soort blootstelling via de ademhaling kan er mee worden geschat. Alleen de bronsterkte, de luchtverversing en de mengfactor moeten bekend zijn of worden geschat. Een dagblootstelling van een werker die na elkaar in verschillende ruimten werkt kan worden berekend. Dan wordt voor elke ruimte een schatting van de concentratie gemaakt en deze schattingen worden tijdgewogen gemiddeld op basis van de in de ruimte doorgebrachte tijd. Omdat het niet altijd haalbaar is om te meten, is het ondanks de haken en ogen vaak toch zinvol om een schatting te maken. Ook onnauwkeurige schattingen kunnen de deskundige helpen met kiezen van verdere stappen.

Als iemand 2 uur werkt in een concentratie van 30 mg/m³, 3 uur in een concentratie van 15 mg/m³ en nog eens 3 uur in een concentratie van 1 mg/mm³, dan is de blootstelling over de dag:

$$(2 \times 30 + 3 \times 15 + 3 \times 1) / 8 \text{ mg/m}^3 = 13,5 \text{ mg/m}^3$$

5.4 PRAKTIJKMODELLEN VOOR BLOOTSTELLING VIA DE ADEMHALINGSWEGEN

SCENARIO'S

Praktijkmodellen zijn modellen die zijn ontwikkeld op basis van in de praktijk gevonden verschillen tussen blootstellingssituaties of samenhang tussen blootstelling en praktijkfactoren. Vaak werken praktijkmodellen via het indelen van blootstellingssituaties. Aan de hand van bepaalde praktijkfactoren worden 'scenario's' onderscheiden. Voor elk 'scenario' wordt dan een relevante blootstellingswaarde gegeven. Deze waarde is meestal gebaseerd op metingen in situaties die met het 'scenario' overeenkomen. Om werkbaar te zijn, worden de praktijkmodellen vaak met maar een klein aantal praktijkfactoren opgezet. Hierdoor kunnen veel situaties in een klein aantal 'scenario's' worden samengevat.

EASE

Een in Europa door de autoriteiten veelgebruikt praktijkmodel voor het schatten van blootstelling bij beoordeling van risico's van stoffen is het in Engeland ontwikkelde model *Estimation and Assessment of Substance Exposure* (EASE). Een iets ander model is in Engeland ontwikkeld om het midden- en kleinbedrijf te helpen bij het beheersen van de blootstelling. Dit model is onderdeel van het systeem *Control of Substances Hazardous to Health Essentials* (COSHH Essentials). Voor het schatten van blootstelling aan bestrijdingsmiddelen zijn in Europa verschillende specifieke praktijkmodellen ontwikkeld.

COSHH ESSENTIALS

De modellen EASE en COSHH Essentials hanteren een klein aantal praktijkfactoren, zoals:

- hoeveelheid waarmee wordt gewerkt
- stoffigheid (poeders) of vluchtigheid (vloeistoffen)
- manier van omgaan met de stoffen
- soort handeling die wordt uitgevoerd
- percentage van de te beoordelen stof in het gehanteerde mengsel
- beheersmaatregelen

De factoren worden meestal ingedeeld in categorieën en vervolgens worden de categorieën gecombineerd om tot uitkomsten te komen. De invloed van sommige factoren, zoals het percentage stof in een mengsel, wordt via een formule berekend.

Het model COSHH Essentials gebruikt vijf stoffigheidscategorieën bij het hanteren van vaste stoffen. Om stoffen in te delen in categorieën moet het volgende worden beoordeeld:

- Hoeveel wordt er gebruikt? (< 1 kg, 1-1000 kg of > 1000 kg)
- Is er stofvorming zichtbaar? (ja/nee)
- Slaat eventueel gevormd stof snel neer of blijft de stofwolk hangen?

Een lijmfabrikant gebruikt een vaste stof waarvan 600 kg wordt gehanteerd met duidelijke stofvorming en een stofwolk die niet snel neerslaat. De stoffigheidscategorie is dan 4. Vervolgens worden het proces en de beheersmaatregelen in ogenschouw genomen. Hierbij wordt gekozen tussen de categorieën ‘zeer gesloten systeem’, ‘gesloten systeem’, ‘systeem met beheersmaatregelen’ en ‘systeem zonder beheersmaatregelen’. De lijmfabrikant heeft een menger met lokale afzuiging, een ‘systeem met beheersmaatregelen’. In combinatie met stoffigheidscategorie 4 komt COSHH Essentials tot een geschatte blootstelling van 5-10 mg/m³.

TNO-MODEL

EASE en COSHH Essentials geven schattingen voor blootstelling aan gasen, dampen van gebruikte vloeistoffen, stof bij het hanteren van vaste stoffen en vezels bij verspanende werkzaamheden.

Noch EASE noch COSHH Essentials is in staat de blootstelling te schatten aan laag- of niet-vluchtige stoffen bij verspuiten van producten, zoals verf of lijm. Voor dat doel heeft TNO een eenvoudig model ontwikkeld op basis van resultaten van blootstellingsmetingen bij verfspuiten, waarbij polyisocyanaten werden gemeten. Voor dit model is informatie nodig over de concentratie van de te schatten stof in het product. Het voldeed aardig bij vergelijking met meetresultaten aan ‘totale vaste stoffen’ in literatuur over vergelijkbare situaties.

Het model gebruikt uit de literatuur afgeleide waarden voor de concentratie polyisocyanaten in verf en de blootstelling aan die polyisocyanaten bij verfspuiten in de formule:

$$B_x = 10 \times C_{px} / 30 \text{ mg/m}^3$$

waarin:

- B_x is de blootstelling aan stof x;
- C_{px} is de concentratie van stof x in het verspoten product

Alle genoemde modellen zijn niet volledig gevalideerd en de resultaten moeten dan ook voorzichtig geïnterpreteerd worden. Zij geven een eerste schatting van de mogelijke blootstelling, die de arbeidshygiënist kan helpen met de keuze van verdere acties.

5.5 MODELLEN VOOR HUIDBLOOTSTELLING

Huidblootstelling is veel minder uitgebreid onderzocht dan blootstelling van de ademhalingswegen. Toch kan het een belangrijke route van blootstelling zijn, vooral voor minder vluchtige stoffen en voor processen waarbij wel met stoffen wordt gewerkt, maar waarbij deze (vanwege de aard van het proces) niet veel in de lucht zullen komen. Naast modellen voor huidblootstelling aan bestrijdingsmiddelen (waarop hier verder niet wordt ingegaan) zijn er enkele meer algemene en enkele specifieke modellen ontwikkeld voor het schatten van huidblootstelling.

De algemene modellen schatten de huidblootstelling via de volgende formule:

blootstelling x = hoeveelheid p * oppervlakte huid * fractie x

waarbij:

- blootstelling x is de totale hoeveelheid van stof x op de huid (mg);
- hoeveelheid p is de hoeveelheid product die op de huid achterblijft tijdens of na contact (mg/cm²);
- oppervlakte huid is het oppervlak van de huid dat in contact is (geweest) met het product (cm²)
- fractie x is de fractie van de stof x in het product

In EASE worden de volgende waarden gegeven voor de hoeveelheid product die op de huid achterblijft tijdens of na contact:

- onderdompeling: 5-15 mg/cm²
- ander contact:
 - intensief (meer dan 10 keer per werkdag): 1-5 mg/cm²
 - middelmatig (1-10 keer per werkdag): 0,1-1 mg/cm²
 - incidenteel (1 keer per werkdag): 0-0,1 mg/cm²

Uiterste terughoudendheid is nodig bij het gebruiken van deze waarden, die op maar heel weinig experimentele resultaten zijn gebaseerd.

Om de hoeveelheid op de huid te kunnen vergelijken met schadelijke hoeveelheden is kennis nodig over opname van de stoffen. Deze kennis is in het algemeen gering. Een simpele benadering is om opname via de ademhaling op 100% te stellen en rekening te houden met een inademing van ongeveer 10 m³ gedurende een werkdag. Dit betekent dat bij blootstelling aan 10 mg/m³ ongeveer 100 mg opgenomen zou worden. Op deze wijze kan de opname die bij blootstelling gelijk aan een norm plaatsvindt worden berekend. Met een dergelijke 'referentieopname' kan dan weer de via de huid opgenomen hoeveelheid worden vergeleken.

De opname door de huid hangt onder andere af van het molecuulgewicht en de octanol/waterverdelingscoëfficiënt (log P_{ow}). Een eenvoudige benadering is:

- molecuulgewicht > 500 g/mol en log P_{ow} kleiner dan -1 of groter dan 4:
opname = 10%
- molecuulgewicht < 500 g/mol of log P_{ow} tussen -1 en 4:
opname = 100%

Deze methode leidt meestal tot overschatting van het risico, omdat zowel voor de hoeveelheid op de huid, als voor de opname een voorzichtige (hoge) schatting is genomen. Dit is echter in een eerste stap van de risicobeoordeling acceptabel (of juist gewenst).

6

EEN MEETPLAN VOOR NADER ONDERZOEK

IN HOOFDSTUK 6 BESCHRIJVEN WE DE ONDERDELEN DIE IN EEN MEETPLAN VOOR NADER ONDERZOEK AAN DE ORDE MOETEN KOMEN. WE STAAN DAARBIJ OOK STIL BIJ DE CRITERIA DIE KUNNEN WORDEN GEHANTEERD BIJ HET BESLISSEN OVER DE NOODZAAK OM AL OF NIET TE GAAN METEN.

6.1 BESLISSINGSCATEGORIEËN

Op basis van het oriënterend onderzoek dat in de vorige hoofdstukken is behandeld, zal in de praktijk worden besloten over de noodzaak van een nader onderzoek. De NEN-EN 689 biedt als hulpmiddel een drietal beslissingscategorieën.

GROEN

BLOOTSTELLING
VERWAARLOOSBAAR

De kans op blootstelling is uitgesloten, of het risico is verwaarloosbaar. Er zijn geen verdere metingen nodig. De resultaten van het oriënterend onderzoek, de gegevens op basis waarvan de schattingen zijn uitgevoerd, worden bewaard. Zodra de proces- of werkomstandigheden wijzigen of wanneer andere inzichten over bepaalde stoffen bekend worden, moet opnieuw een schatting van het risico worden gemaakt.

ROOD

BLOOTSTELLING BOVEN
GRENSWAARDE

De blootstelling is vrijwel zeker boven de grenswaarde. Ook zonder metingen, in sommige gevallen op basis van meetresultaten in vergelijkbare situaties, kunt u eventueel een werkplek afkeuren. Er moet dan in eerste instantie worden gezocht naar de oorzaken en naar mogelijke maatregelen. Daarna kan opnieuw een schatting van het risico worden gedaan, met uiteindelijk eventueel meting van de blootstelling.

ORANJE

BLOOTSTELLING NIET
VERWAARLOOSBAAR,
NIET BOVEN GRENSWAARDE

De blootstelling ligt ertussenin, is niet verwaarloosbaar en waarschijnlijk evenmin boven de grenswaarde. In veel situaties zal de uitkomst van het oriënterend onderzoek aanleiding geven om in bepaalde situaties de blootstelling te meten.

Als wordt besloten tot een nader onderzoek, zal een meetplan moeten worden gemaakt. Het is heel verleidelijk om direct met de metingen te starten. Toch verdient het opstellen van een meetplan de aandacht. Een belangrijke vraag die moet worden beantwoord is: met welk doel worden de metingen uitgevoerd? In de vorige stappen is natuurlijk al behoorlijk wat informatie verzameld over de stof, over de kans op en de mate van blootstelling. Voor het opzetten van een meetplan is daarnaast gedetailleerde informatie nodig over momenten van blootstelling, per dag of per handeling. Er is ook informatie nodig over de beschikbare meetmethoden.

Uit de gegevens van het oriënterend onderzoek komt naar voren dat blootstelling aan isocyanaten tijdens het verspuiten van verf zou moeten worden gemeten. Het risico van blootstelling aan isocyanaten wordt bepaald door kortdurende blootstelling. Dat wil zeggen: niet de gemiddelde waarde over een werkdag is relevant voor de kans op gezondheidseffecten, maar de hoogte van de piekblootstellingen. Dit laatste moet worden gemeten in meetperiodes van 15 minuten. Men moet dus op zoek naar een meetmethode die op een betrouwbare manier het gemiddelde over zo'n relatief korte piekperiode (15 minuten) kan meten.

Een meetplan wordt opgesteld om vast te leggen welke metingen zijn gepland en vooral wat de veronderstellingen waren die daaraan ten grondslag lagen. Wat waren de vragen waarop antwoord wordt verwacht? Regelmatig verlopen metingen anders dan gepland. Metingen vallen bijvoorbeeld uit omdat bepaalde handelingen op de meetdag niet plaatsvinden. Bij het beoordelen van de resultaten moet er opnieuw worden gekeken naar de doelstelling van het onderzoek. De meting mislukt door een technisch defect of door variaties in de werkzaamheden, en besloten moet worden of een extra meetdag nodig is. Het is verstandig af te spreken met wie wordt overlegd over tussentijdse aanpassing in het meetplan.

Een meetplan kan bovendien de meer praktische zaken rondom het onderzoek beschrijven, zoals de contactpersonen, het informeren van betrokken medewerkers en het rapporteren van de resultaten. Een onderzoek naar de blootstelling aan stoffen op de werkplek is een onderdeel van de wettelijk verplichte risico-inventarisatie en -evaluatie.

6.2 INHOUD VAN HET MEETPLAN

Degene die een meetplan opstelt moet voldoende inzicht hebben in de verschillende manieren waarop blootstelling aan een stof effecten kan hebben op de gezondheid. Net als in het oriënterend onderzoek is het ook bij het meten van belang om systematisch te werk te gaan. Een meetonderzoek kan soms veel tijd en geld kosten en moet daarom goed worden voorbereid. Geen onnodige metingen, geen metingen op verkeerde tijdstippen. In het meetplan wordt beschreven waarom, hoe en wanneer er gemeten gaat worden. Belangrijke onderwerpen in een meetplan zijn: aanleiding, doelstelling, meetmethode, meetstrategie en criteria (zie ook schema 9).

AANLEIDING

In welk kader wordt het onderzoek gedaan? Op welke door het bedrijf gestelde vragen moet het onderzoek antwoord geven?

DOELSTELLING

Wat zijn de doelstellingen waaraan de resultaten moeten worden getoetst?

MEETMETHODE EN MEETSTRATEGIE

Om welke stoffen gaat het, welke meetmethode wordt gehanteerd? Onder welke procesomstandigheden in het bedrijf worden de metingen uitgevoerd? Op welke plaatsen of bij welke functies?

CRITERIA

Welke criteria (bijvoorbeeld grenswaarde of gezondheidskundige advieswaarde) zullen worden gehanteerd voor beoordeling van de resultaten?

SCHEMA 9 MEETPLAN

FUNCTIE/MEETPLAATS	AANTAL METINGEN DAG 1	AANTAL METINGEN DAG 2	AANTAL METINGEN DAG 3
FUNCTIE 1	2	4	3
FUNCTIE 2	1	1	1
TOTAAL AANTAL METINGEN PER DAG	3	5	4

6.3 OPSTELLEN VAN HET MEETPLAN

Er is besloten dat er moet worden gemeten. Alle beschikbare gegevens uit het oriënterend onderzoek worden daarom nog eens gerangschikt:

- Zijn er genoeg gegevens over de blootstelling? Zie hiervoor de blootstellingsmatrix in paragraaf 4.3.
- Kunnen de werkplekken, de procesomstandigheden en de functies met de relatief hoogste blootstelling – met andere woorden: de worst cases – worden geïdentificeerd?
- Is vastgesteld of de metingen een representatief beeld van de werkelijke situatie moeten geven, of mogen de metingen zich beperken tot de worst case?
- Is in de blootstelling een patroon te verwachten dat van belang is voor het bepalen van de meetdagen of het tijdstip van meten op een werkdag?
- Is bekend welke blootstellingsroute belangrijk is? Met andere woorden: is bekend of vooral de huidblootstelling of juist de blootstelling via inademen belangrijk is?

Een meting kan verschillende doelstellingen hebben. In elk geval moet het onderzoek zijn gericht op betrouwbare en nauwkeurige informatie over blootstelling in situaties waarin kans bestaat op overschrijding van de norm.

VOORBEELDEN VAN DOELSTELLINGEN

- de blootstelling van spuiters aan oplosmiddelen, tijdens het werken in de grote hal, toetsen aan de grenswaarden
- het opsporen van de handelingen die de blootstelling bepalen
- het vaststellen van de effectiviteit van de bescherming van lassers via de lashelm met onafhankelijke luchtaanvoer

Een belangrijk onderdeel van het opstellen van een meetplan is het kiezen van de meetstrategie en de meetmethode. In veel situaties zal sprake zijn van blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk. In het algemeen kiest men voor de stof die in die situatie het belangrijkste risico vormt. Oftewel, bij de verwachte blootstelling is de kans op blootstelling in de buurt van de grenswaarde van die stof het grootst.

Tijdens RVS-lassen worden werkers aan diverse soorten metaalverbindingen en gassen blootgesteld. Uit wetenschappelijke onderzoeken is gebleken dat de blootstelling aan chroom- en nikkelverbindingen het meest kritisch is. Het mogelijke gezondheidseffect van deze stoffen is dus belangrijk en de mate van blootstelling hieraan is bepalend voor de beheersmaatregelen. Als u de blootstelling wilt meten van lassers die RVS-lassen, meet dan de blootstelling aan chroom- en nikkelverbindingen.

Wie een meetplan opstelt, moet inzicht hebben in de factoren die blootstelling kunnen bepalen en bovendien kennis bezitten over de beschikbare meetmethoden. Vaak wordt een meetplan opgesteld door een arbeidshygiënist. Meestal gebeurt dit in nauwe samenwerking met de personen in het bedrijf die weten welke omstandigheden de blootstelling kunnen beïnvloeden.

7

MEETMETHODEN EN -TECHNIEKEN

IN DIT HOOFDSTUK WORDT EEN AANTAL VEELGEBRUIKTE MEETMETHODEN EN -TECHNIEKEN ONDER DE LOEP GENOMEN.

7.1 VERSCHILLENDE MEETMETHODEN

Voor het meten van blootstelling staan drie soorten meetmethoden ter beschikking. Het is van belang de methode toe te passen op grond waarvan de beste, of in ieder geval een acceptabele, schatting van het gezondheidsrisico kan worden gemaakt.

OMGEVINGSMONITORING

Als men spreekt over omgevingsmonitoring of *environmental monitoring*, meet men de uitwendige blootstelling. Dat wil zeggen: de concentratie toxische stoffen in de lucht of op de huid. Dat is de concentratie waaraan men wordt blootgesteld.

Bij omgevingsmonitoring wordt meestal onderscheid gemaakt tussen:

- plaatsgebonden monitoring; het meten van stoffen op vaste plaatsen, ook wel ruimtemeting, achtergrondmeting of bronmeting genoemd
- persoonlijke monitoring; het meten in de ademzone of op de huid van werknemers

Persoonlijke monitoring geeft een betere weergave van de werkelijke blootstelling.

BIOLOGISCHE MONITORING

Er zijn ook technieken waarmee een indruk kan worden gekregen van concentraties van toxische stoffen in het lichaam (door bepaling in bloed, urine, of uitademingslucht). Dit heet biologische monitoring. Soms meet men met deze vorm van monitoring de oorspronkelijke stof waaraan werknemers zijn blootgesteld. Het komt ook voor dat men metabolieten (omzettingproducten) meet, die op zich ook weer toxisch kunnen zijn.

Het opzetten van een meetplan voor biologische monitoring is ingewikkeld. Behalve de variaties in blootstelling gedurende een werkdag of werkweek, heeft u nu ook te maken met variaties in het lichaam. Van lood bijvoorbeeld is bekend dat het vrij lang in het lichaam achterblijft na blootstelling. Biologische monitoring bij medewerkers die worden blootgesteld aan lood, geeft een goed beeld van de blootstelling in de periode (1 tot 3 maanden) daarvoor. Deze waarde is voor het beoordelen van het risico (met name effecten op langere termijn) veel relevanter dan een meting in de lucht op een bepaalde werkdag. Een stof als chroom wordt veel sneller uitgescheiden uit het lichaam. Het is dan mogelijk om de toename van het gehalte aan chroom in de urine over een werkweek te meten en te vergelijken met een toetsingswaarde. Bij interpretatie van de resultaten moet u bij biologische monitoring rekening houden met zogenaamde versturende factoren. U moet aan de betrokken medewerkers vragen stellen over rook-, eet- en drinkgewoonten en soms ook over hobby's. De bedoeling daarvan is andere bronnen op te sporen die mogelijk een verhoging van de meetwaarde in bloed of urine kunnen veroorzaken.

BIOLOGISCHE EFFECTMONITORING

Tot slot zijn er ook nog technieken waarmee in een vroeg stadium biologische effecten van blootstelling opgespoord kunnen worden. Dit heet biologische effectmonitoring en wordt gezien als een maat voor blootstelling. Het gaat hierbij dus niet om het aantonen van schadelijke effecten. Zo bestaan er technieken om schade aan erfelijk materiaal (DNA) te veronderstellen. De effecten van lood op de bloedvorming worden onderzocht door meting van zinkprotoporfyrine, een bouwstof voor rode bloedlichaampjes. Een verhoogd niveau hiervan betekent dat de vorming van rode bloedlichaampjes is verstoord. Ook het meten van verandering in longfunctie of zenuwgeleiding zijn technieken die kunnen worden toegepast.

KEUZE VAN MEETTECHNIEKEN

Welke techniek wordt toegepast hangt af van de aard van de blootstelling en de beschikbare informatie over grenswaarden. Dit kunnen MAC-waarden zijn, gezondheidkundige advieswaarden, biologische blootstellingsindexen, of zelf opgestelde grenswaarden op grond van toxicologische informatie. Wanneer bijvoorbeeld naast kans op inademing ook kans op huidblootstelling en opname via de huid bestaat, is biologische monitoring te overwegen.

In onderstaand schema zijn enkele richtlijnen voor de keuze van de meettechniek gegeven. Gerangschikt naar type effect is per groep van stoffen aangegeven welke vorm van monitoring men zou kunnen toepassen. Bij omgevingsmonitoring is bovendien onderscheid gemaakt naar blootstelling via inademing of via de huid. Uiteraard geldt dat voor de te bemeten stof de desbetreffende techniek beschikbaar en in de praktijk toepasbaar moet zijn, en dat er voldoende toxicologische informatie is om op grond van de resultaten een schatting van het risico te kunnen maken. Voor systeemtoxische stoffen bijvoorbeeld maakt men soms toch door middel van omgevingsmonitoring een beoordeling van het risico, daar waar biologische (effect)monitoring in feite een betere schatting zou geven.

SCHEMA 10 RICHTLIJNEN VOOR HET KIEZEN VAN DE MEETTECHNIEK

STOFFEN	OMGEVINGS-MONITORING LUCHT	OMGEVINGS-MONITORING HUID	BIOLOGISCHE MONITORING	BIOLOGISCHE EFFECT-MONITORING
IRRITERENDE STOFFEN	K	X		
CORROSIEVE STOFFEN	K	X		
VERSTIKKENDE STOFFEN	K/L	-		
NARCOTISCHE STOFFEN	K/L	H		
SYSTEEMTOXISCHE STOFFEN	K/L	H	X	X
CARCINOGENE STOFFEN	L	H	X	X
REPRODUCTIETOXISCHE STOFFEN	L	H	X	X
ALLERGENE STOFFEN	K	X		X

X TECHNIEK TOEPASBAAR
 K TECHNIEK TOEPASBAAR, KORTDURENDE METINGEN (PIEKBLOOTSTELLING)
 L TECHNIEK TOEPASBAAR, LANGDURENDE METINGEN (8-UURSBLOOTSTELLING)
 H TECHNIEK TOEPASBAAR, IN GEVAL VAN SUBSTANTIËLE HUIDOPNAME

NEN-NORMEN

Voor diverse meettechnieken zijn inmiddels NEN-normen opgesteld. Er zijn zowel NEN-normen voor de monsternamen (de feitelijke meting) als voor de analyse. In het Arbobesluit wordt naar deze NEN-normen verwezen. Het zijn geen wettelijk voorgeschreven meetmethoden. In sommige geval-

CEN-VOORSCHRIFTEN len zijn ook CEN-voorschriften beschikbaar. De Gezondheidsraad verwijst in een aantal rapporten naar buitenlandse meetmethoden die kunnen worden gebruikt bij het meten van de blootstelling. In de praktijk zal de deskundige de meetmethode kiezen die voor de specifieke situatie het meest geschikt is.

NIOSH

De NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) heeft zijn handboek met uitgebreide informatie over monsternamen en analysemethoden (*NIOSH Manual of Analytical Methods* oftewel NMAM) op het Internet gezet. Hiermee kunt u voor veel stoffen de door NIOSH geselecteerde monsternamen- en analysemethoden vinden.

HYGINIST

STATISTISCH PROGRAMMA HYGINIST is een statistisch programma dat helpt bij de planning en beoordeling van metingen en meetuitkomsten aan chemische stoffen op de werkplek. Het analyseert meetuitkomsten die zijn verzameld volgens de NEN-EN-689-strategie en toetst deze aan de grenswaarde. Informatie over HYGINIST (en een shareware-versie) is via <http://home.wxs.nl/~ihpc/> te krijgen.

7.2 DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR

BRONOPSPORING Direct afleesbare meetapparatuur wordt vaak gebruikt voor bronopsporing, voor het opsporen van lekken, voor toegangscontrole in besloten ruimten, voor het opsporen van piekconcentraties en voor het lokaliseren van plekken met de hoogste concentratie. Als direct afleesbare apparatuur wordt gekoppeld aan een signalering, kan het dienen als bewakingsinstrument, bijvoorbeeld voor het bewaken van ruimten waar wordt gewerkt met sterk giftige stoffen (ammoniak in koelinstallaties, of vinylchloride in de procesindustrie).

PIEKCONCENTRATIES

SIGNALERING

Met direct afleesbare meetapparatuur wordt meestal de concentratie op een bepaald moment vastgesteld. Juist om deze reden is deze minder geschikt voor het bepalen van de werkelijke blootstelling over langere tijd. Dit heeft te maken met de variaties in blootstellingsconcentraties, waarover in hoofdstuk 5 meer is gezegd.

Een ander nadeel van deze methode is, dat het meetresultaat kan worden beïnvloed door aanwezigheid van andere stoffen in de lucht. Niet altijd is direct afleesbare apparatuur draagbaar, waardoor niet de persoonlijke blootstelling in de ademzone kan worden gemeten.

Wanneer direct afleesbare apparatuur wordt gekoppeld aan een datalogger, kan achteraf een gemiddelde blootstelling over langere tijd worden berekend. Bovendien kunnen grafische voorstellingen een mooi plaatje geven.

INDICATORBUISJES

Eenvoudig in gebruik zijn de indicatorbuisjes. Met een balg wordt een bepaalde hoeveelheid lucht aangezogen, waarna de concentratie op een schaalverdeling is af te lezen. Meestal bevat het buisje een specifiek reagens dat met de te meten stof reageert en van kleur verandert. Per stof is een ander buisje beschikbaar. De leveranciers bieden in handboeken en op cd-rom informatie over het maken van de goede keuze. Indicatorbuisjes kunnen snel worden ingezet en zijn goedkoop.

Indicatorbuisjes geven een globale indruk, waarbij de meetonnauwkeurigheid kan oplopen tot 30% (Boleij, 1995). Bij deze meetmethode is het belangrijk te onderzoeken of er gelijktijdig meerdere stoffen in de lucht

VERSTORENDE FACTOREN

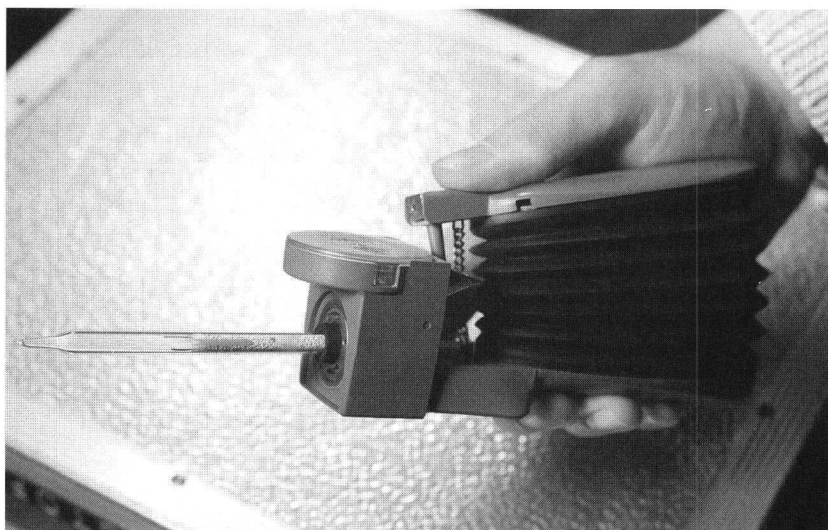
aanwezig zijn die de meting kunnen verstoren. De technische specificatie bij de indicatorbuisjes vermeldt altijd welke combinaties van stoffen de meting kunnen verstoren.

Andere mogelijk verstorende factoren zijn de luchtvochtigheid en de temperatuur. Een te hoge luchtvochtigheid kan de uitlezing beïnvloeden. Bij te hoge of te lage temperaturen wordt de reactiesnelheid hoger respectievelijk lager, waardoor wederom de uitlezing wordt beïnvloed.

HOUDBAARHEID

Indicatorbuisjes zijn niet onbeperkt houdbaar. Op de verpakking staat de uiterste gebruiksdatum, welke niet overschreden mag worden. Het verdient bovendien aanbeveling de buisjes droog, koel en in het donker op te slaan.

Behalve indicatorbuisjes die in combinatie met een balg worden gebruikt, bestaan er ook indicatorbuisjes waarin met behulp van een pomp gedurende langere tijd lucht kan worden aangezogen. Hiermee kunnen ook 8-uursmetingen worden uitgevoerd. Voor dit type buisjes geldt het nadeel van de korte meetduur dus niet.



BALGPOMP MET INDICATORBUIJSJE
FOTO MICHEL WIELICK

FOTO-IONISATIEDETECTOREN OF PID-METERS

Er zijn verschillende typen draagbare foto-ionisatiedetectoren (PID-meters) verkrijgbaar. Deze kunnen worden gebruikt voor het meten van totaal vluchtige koolwaterstoffen, onder andere oplosmiddelen. Ze worden gebruikt bij bodemsaneringen en bij het werken in besloten ruimten. De apparatuur is niet goedkoop. Voor gebruik is een instructie nodig. Raadpleeg daarom een deskundige om te bepalen of het zinnig is de apparatuur in een bepaalde situatie toe te passen. De apparatuur moet regelmatig worden gekalibreerd en onderhouden. Interessant is dat deze apparatuur compact en draagbaar is en daardoor tevens voor persoonlijke blootstellingsmetingen over langere tijd kan worden gebruikt. De apparatuur is vaak voorzien van een datalogger en is dan zeer geschikt om ook het verloop van de concentratie in de tijd te volgen. Ook het gemiddelde over een bepaalde tijd kan dan worden berekend.

PID-METER GESCHIKT VOOR PERSOONLIJKE
MONITORING FOTO MICHEL WIELICK



Voordat u de apparatuur inzet voor een meting, moet bekend zijn welk type mengsel van stoffen u kunt verwachten. De meter maakt geen onderscheid tussen de stoffen, er wordt een totaalwaarde van de groep 'vluchtige koolwaterstoffen' gemeten. Een PID-meter echter is niet voor alle stoffen even gevoelig. Dat wil zeggen dat de meter voor de ene stof sterker uitslaat dan voor eenzelfde hoeveelheid van een andere stof. Door de meetapparatuur voorafgaand aan de meting te ijken op een van de aanwezige stoffen, kunnen de meetresultaten beter worden geïnterpreteerd.

MEETAPPARATUUR VOOR AËROSOLEN

Voor het meten van deeltjesvormige verontreiniging, zoals stof of aërosolen, zijn verschillende typen direct afleesbare meetapparatuur beschikbaar. Het meest gebruikt zijn meetapparaten die werken op basis van lichtverstrooiing. Ook dit type meetapparatuur is beschikbaar in compacte vorm, kan net als de PID-meters voor persoonlijke blootstelling over langere tijd worden gebruikt, en kan worden gekoppeld aan een datalogger. Net als voor een PID-meter is ook hier instructie nodig en deskundig advies over het gebruik in een bepaalde situatie. De apparatuur moet regelmatig worden gekalibreerd en onderhouden en is niet goedkoop.



AËROSOLMETER FOTO MICHEL WIELICK

Een nadeel van aërosolmeters is dat ze onderling en ten opzichte van actieve monsternamemethoden sterk afwijken in de stofconcentraties die ze aangeven. De sensor is niet voor alle soorten stof even gevoelig. Deze apparatuur meet het aantal deeltjes en niet de massa. Het meetresultaat kan worden vertaald naar een concentratie in mg/m^3 , door middel van een grove ijking. De apparatuur is niet geschikt voor het vaststellen van normoverschrijding. Dit maakt dit type meters minder geschikt voor het meten en beoordelen aan grenswaarden, tenzij ze geijkt zijn op een bepaald type stof. Ze zijn daarentegen uitermate geschikt voor bronopsporing en meten van variatie in concentraties in de tijd.

INFRAROODSPECTROFOTOMETER

Met een infraroodspectrofotometer kunnen diverse gassen en dampen in de lucht worden gemeten. In een niet al te complex mengsel kunnen de afzonderlijke stoffen vrij nauwkeurig worden gemeten, mits ze niet in hetzelfde (infrarood)golflengtegebied licht absorberen. Stoffen apart kunnen uitstekend met deze apparatuur worden bemeaten.

Een infraroodspectrofotometer is complex en vereist achtergrondkennis bij de gebruiker. De apparatuur is draagbaar, maar groot en daarom alleen bruikbaar voor ruimtemetingen. Ook deze apparatuur kan worden gekoppeld aan een datalogger, zodat het verloop van de concentratie over de tijd kan worden getoond en een gemiddelde concentratie over een bepaalde tijd kan worden berekend. Een infraroodspectrofotometer is duur, maar kan voor een bepaalde periode ook worden gehuurd.

7.3 NIET DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR: GASSEN EN DAMPEN

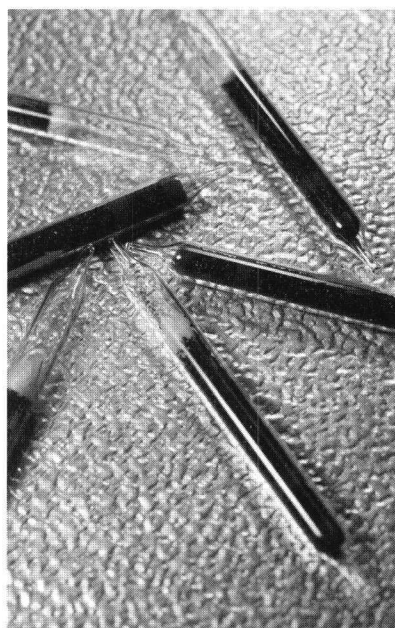
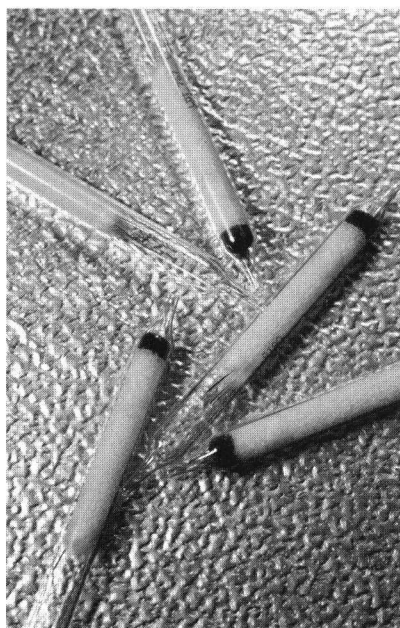
Het meetprincipe van niet direct afleesbare apparatuur behelst het nemen van een luchtmonster dat later in het laboratorium wordt geanalyseerd. Voor het meten van gassen en dampen met niet direct afleesbare apparatuur zijn twee meetmethoden beschikbaar:

- actieve monstername
- passieve monstername

Bij actieve monstername wordt door middel van een luchtpomp met constante druk of constante flow, lucht aangezogen via een monsterkop. Door direct voor en direct na de meting de aanzuigsnelheid van de pomp te meten, wordt de doorgezogen hoeveelheid lucht bepaald (het totale monstervolume). De verontreiniging in de lucht wordt verzameld op een filter of in een absorptiemiddel. Het monster wordt na beëindiging van de meting in een laboratorium geanalyseerd. De totale hoeveelheid verontreiniging op het monster gedeeld door het totale monstervolume geeft de gemeten concentratie in de lucht. Een zeer bekend voorbeeld is het gebruik van actieve-koolbuisjes voor het meten van oplosmiddelen in de lucht. Voor andere stoffen zijn andere typen monsternamebuisjes beschikbaar.

ACTIEVE MONSTERNAME

De te meten stof wordt geabsorbeerd door een absorptiemedium, bijvoorbeeld actieve kool of tenax of silicagel. Het absorptiemateriaal in het monsternamebuisje is verdeeld in twee compartimenten. Beide worden apart geanalyseerd. Indien in het tweede compartiment stoffen worden aangetroffen, betekent dit dat er doorslag heeft plaatsgevonden. De absorptiecapaciteit van het absorbens in het eerste compartiment van het buisje is dan overschreden. Als algemene richtlijn geldt dat de meting als onbetrouwbaar wordt beschouwd als het tweede compartiment meer dan 10% bevat van de hoeveelheid die is gevonden in het eerste en tweede compartiment samen (NEN 2947).

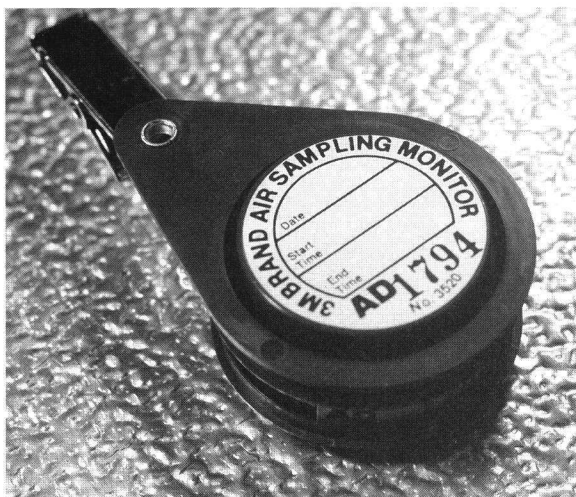


SILICAGELBUIJSJES (LINKS)
EN KOOLBUIJSJES (RECHTS)
FOTO'S MICHEL WIELICK

PASSIEVE MONSTERNAME

Bij passieve monstername wordt gebruikgemaakt van een eenvoudig op de kraag te spelden diffusiebadge of -buisje. De verontreinigde lucht passeert door diffusie een membraan en wordt geabsorbeerd door een absorptiemiddel. De badge wordt na beëindiging in een laboratorium geanalyseerd. Om de concentraties te kunnen berekenen zijn gegevens nodig over de maten van de badge en de diffusieconstanten van de gemeten stof. Deze gegevens worden meestal door de leverancier van de diffusiebadges of -buisjes geleverd. Het kan geen kwaad met name de oppervlakte van de badge nog eens zelf na te meten, want soms kloppen de gegevens van de leverancier niet.

Het principe van passieve monstername berust op diffusie van de stof door een laagje stilstaande lucht tussen membraan en absorptiemiddel. Passieve monstername is veel eenvoudiger in uitvoering dan actieve monstername, maar kan lang niet altijd worden toegepast. Zo kan passieve monstername beter niet worden toegepast wanneer de temperatuur duidelijk lager of hoger is dan de normale omgevingstemperatuur, bij zeer hoge of juist zeer lage relatieve vochtigheid, bij lichtsnelheden van meer dan 3 meter per seconde, en bij sterk wisselende concentraties. Er zijn ook situaties waarbij het gebruik van diffusiebadges juist de voorkeur geniet, bijvoorbeeld als de werknemer zo min mogelijk door apparatuur mag worden gehinderd. Er moet altijd rekening worden gehouden met mogelijke systematische verschillen ten opzichte van actieve monstername methoden.



BADGE, BIJVOORBEELD VOOR SOLVENTS OF NARCOSEGASSEN

FOTO MICHEL WIELICK

Deze meetmethoden zijn geschikt voor zowel plaatsgebonden als voor persoonsgebonden metingen. Voor het uitvoeren van dergelijke metingen is deskundigheid en ervaring nodig.

Een handig hulpmiddel voor het raadplegen van informatie over beschikbare meetmethoden is DOHSBASE (zie paragraaf 7.1).

7.4 NIET DIRECT AFLEESBARE APPARATUUR: AËROSOLEN

Bij het meten van stof is de verdeling van de deeltjesgrootte van het aërosol in de lucht belangrijk. De gekozen monsternamemethode is bepalend voor de fractie van de deeltjes die worden opgevangen, omdat de deeltjes niet zoals dampen elke luchtstroming kunnen volgen. Zware deeltjes vliegen bij zwakke luchtstromen als het ware uit de bocht en worden dan niet opgevangen. Vorm en aanzuigsnelheid van het monstername-apparaat zijn dus van groot belang.

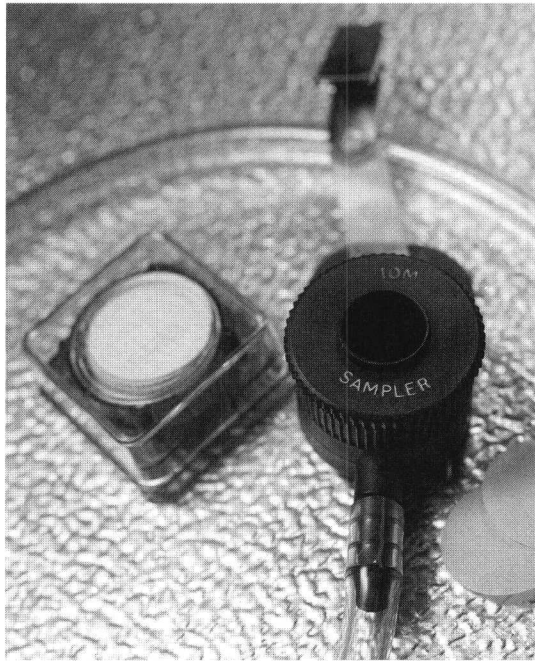
Belangrijk is ook dat het gezondheidsrisico mede wordt bepaald door de grootte van de deeltjes. Er wordt onderscheid gemaakt tussen inhaleerbare en respirabele stoffractie.

Inhaleerbare stoffractie is de grovere fractie van de deeltjes die in de luchtwegen terechtkomt. Deze fractie wordt gemeten met een PAS-6 monsterkop of met een IOM-monsterkop.



PAS-6 MONSTERKOP

FOTO MICHEL WIELICK



IOM-MONSTERKOP
FOTO MICHEL WIELICK

Respirabele stoffractie is de fijnere fractie van de deeltjes die dieper in de longen terechtkomt. Deze fractie wordt gemeten met een cycloon-monsterkop.

Voor het meten van stof, zowel respirabel als inhaleerbaar, wordt gebruikgemaakt van een luchtpomp, waarmee via een monsterkop lucht wordt aangezogen. Het stof wordt afgevangen op een filter. Dit filter wordt voor en na de meting gewogen op een analytische balans. Deze meetmethode wordt daarom ook wel de gravimetrische methode genoemd.

GRAVIMETRISCHE METHODE

Er zijn ook situaties waarin een aërosol moet worden gemeten dat bestaat uit een mengsel van vaste stoffen, vloeibare deeltjes en dampen. Voorbeelden van zo'n gemengd aërosol zijn oliemist en een verfspuitnevel. Het kiezen van de juiste monsternamemethode is dan doorslaggevend.

Als stoffen moeten worden gemeten die enigszins vluchtig zijn maar als vloeistofdruppel in de lucht komen (bijvoorbeeld laag-luchtige glycol-ethers uit verf), dan moet de monsterneming worden gedaan met apparatuur voor aërosolen. Deze zijn echter niet geschikt om langzaam verdampende stoffen vast te houden. Door het continu doorzuigen van lucht verdampen deze stoffen en verdwijnen ze al tijdens de meting van de filters. Er moet dan voor worden gezorgd dat de verdampende stof alsnog wordt gevangen door een extra opvangmedium, zoals een buisje achter het filterkopje, of door een aangepaste monsternamemethode waarin een geschikt medium kan worden geplaatst.

Het meten van dit soort stoffen met buisjes voor dampen en gassen, waarmee druppels niet worden opgevangen, of met een filter waarvan de verdampende hoeveelheid tijdens de metingen verdwijnt, is in de praktijk helaas een veelvoorkomende fout.

VEELVOORKOMENDE FOUT

METEN VAN COMPONENTEN IN STOF OF AËROSOL

Indien in het stof of aërosol componenten zitten die nader moeten worden geanalyseerd, wordt eerst het inhaleerbare stof of het respirabele stof gemeten. Het filter wordt na beëindiging van de meting nader geanalyseerd in een laboratorium. Daarin kan bijvoorbeeld het gehalte aan metalen worden bepaald.

Voor het meten van lasrook wordt het filter geanalyseerd op diverse metalen. Bij het MIG/MAG-lassen van roestvaststaal zal het filter worden geanalyseerd op chroom en nikkel.

7.5 MEETMETHODEN VOOR HUIDBLOOTSTELLING

De methoden om huidblootstelling te meten zijn niet zo ver ontwikkeld als de methoden om concentraties stoffen in de lucht te meten. Lucht kan continu door een filter, vloeistof of cel worden gevoerd. De verontreiniging op de huid kan daar niet continu worden afgehaald. Het meten van huidblootstelling is dus extra lastig. Er zijn verschillende manieren ontwikkeld om in ieder geval een indruk te krijgen van de mate van huidblootstelling.

Grofweg zijn er de volgende mogelijkheden:

- stoffen van de huid verwijderen (wassen, vegen, of iets dergelijks) en later chemisch analyseren
- stoffen vangen op 'pseudohuid' (overalls, katoenen lapjes) en die chemisch analyseren
- directe analyse van stoffen op de huid door middel van simpele chemische reacties of meting van bijvoorbeeld de reflectie van ultraviolet licht of andere toe- of afname van bepaalde soorten (licht)straling

Er zijn ook indirecte methoden om iets te meten dat mogelijk samenhangt met huidblootstelling:

- bepalen van de verontreiniging van een oppervlak op de werkplek dat aangeraakt kan worden (werktafel, gereedschap)
- bepalen van opgenomen chemische stof via metingen in urine of bloed of iets dergelijks (biologische monitoring)

De eerste mogelijkheid bepaalt min of meer iets dat voorafgaat aan de blootstelling, terwijl de tweede mogelijkheid iets bepaalt dat volgt op de blootstelling. De methoden om verontreiniging van oppervlakken (tafelbladen, deurknoppen, vloerkleden, en dergelijke) te meten, werken volgens dezelfde principes als de methoden om de verontreiniging van de huid te meten.

Bij methoden die stoffen van de huid (of oppervlakken) verwijderen, is moeilijk te bepalen welk deel van de verontreiniging daadwerkelijk werd verwijderd en hoeveel nog is achtergebleven op of in de huid of het oppervlak. In principe zijn deze methoden in ieder geval geschikt voor simpele proeven om vast te stellen of er verontreiniging is en of dat veel of weinig is. Er zijn weinig praktische toepassingen van deze mogelijkheid bekend. Er zijn wel 'kits' te krijgen voor bepaalde stoffen, waarbij het reactiemiddel in een stuk watten of textiel is aangebracht en de kleuring (vooral) op de watten of het textiel plaatsvindt.

PSEUDOHUID Bij gebruik van 'pseudohuid' is een mogelijk nadeel, dat de huid stoffen anders kan vasthouden dan de 'pseudohuid'. Een belangrijk voordeel is de eenvoudige toepassing, bijvoorbeeld in de vorm van katoenen handschoenen. De meting geeft een indruk van situaties met meer of minder blootstelling. De werkelijke mate van de blootstelling is moeilijker te bepalen.

VERKLEURING Directe meting kan op verschillende manieren. Met een reactiemiddel kan ter plaatse een verkleuring worden gemeten. Omdat het reactiemiddel en de stof na omzetting niet schadelijk mogen zijn voor de werker en ook geen onafwasbare kleuring van de huid mogen veroorzaken zijn, de mogelijk-

heden beperkt. Deze methoden kunnen in ieder geval een indruk geven van de plaats waar de huid is vervuild en ook een beetje van de ernst van de vervuiling.

FLUORESCENTIE

Andere directe metingen gebruiken weerkaatsing of doving van al dan niet zichtbare straling, soms via zogenaamde *tracers* die de straling specifiek weerkaatsen of absorberen (fluorescentie). Deze methoden worden vaak in voorlichting aan werkers gebruikt. Huidblootstelling zit vaak ook op onverwachte plekken (bijvoorbeeld onder handschoenen), hetgeen door deze methoden spectaculair zichtbaar wordt gemaakt. Deze methode is bijvoorbeeld in de praktijk gebruikt bij het beoordelen van werkplekken waar met cytostatica wordt gewerkt. Sommige van deze methoden kunnen ook kwantitatief worden gebruikt. Dit is echter een ingewikkelde zaak, die in het algemeen voorbehouden is aan grotere onderzoeksinstellingen en universiteiten.

8

EVALUATIE

IN DIT HOOFDSTUK VINDT U UITLEG OVER BEREKENINGSMETHODEN VOOR HET VERGELIJKEN VAN DE MEETRESULTATEN MET DE GRENSSWAARDE. ER WORDT OOK EEN AANTAL BESLISSINGSSCHEMA'S TOEGELICHT.

8.1 INLEIDING

Als de metingen zijn uitgevoerd, moet de situatie worden beoordeeld aan de hand van de meetresultaten. In de regel staat daarbij de vraag centraal of het risico doeltreffend is beheerst.

De meetresultaten worden vergeleken met de grenswaarde. Als we NEN-EN 689 volgen, zijn er drie conclusies mogelijk:

- 1 de blootstelling ligt boven de grenswaarde
 - de oorzaak van de overschrijding moet worden opgespoord
 - doeltreffende maatregelen moeten zo snel mogelijk worden getroffen
 - de metingen moeten worden herhaald, nadat de maatregelen zijn getroffen
- 2 de blootstelling ligt ruim beneden de grenswaarde; er zijn geen grote veranderingen in de arbeidsomstandigheden te verwachten
 - er zijn geen periodieke metingen nodig
 - een periodieke herhaling van de globale beoordeling is wel nodig (zie hoofdstuk 4) om na te gaan of de conclusie nog altijd van toepassing is
- 3 de blootstelling valt niet onder categorie 1 of 2
 - periodieke metingen zijn nodig om de situatie te controleren

In NEN-EN 689 worden verschillende beslissingsschema's beschreven die kunnen worden gehanteerd voor het beoordelen van de blootstelling. Dat wil zeggen dat er verschillende criteria zijn om te bepalen wanneer een meetresultaat bijvoorbeeld ruim beneden de grenswaarde ligt (conclusie 2). In de praktijk worden door arbeidshygiënisten ook verschillende beslissingsschema's gebruikt. In paragraaf 8.3 worden enkele toegelicht. Maar eerst worden in paragraaf 8.2 enkele basisbegrippen voor het rekenen met meetresultaten toegelicht.

Bij het beoordelen van de meetresultaten kunnen ook andere vragen een rol spelen:

- Wat is het effect van de genomen maatregelen (de meetresultaten worden vergeleken met eerdere metingen)?
- Wat is de bijdrage van verschillende bronnen of van verschillende handelingen op de totale blootstelling?

Op deze vragen gaan we in het volgende hoofdstuk nader in.

8.2 REKENEN MET MEETRESULTATEN: BASISBEGRIPPEN

Wanneer de blootstelling wordt beoordeeld aan de hand van meetresultaten, is inzicht in de betrouwbaarheid van de meetresultaten belangrijk. In de vorige hoofdstukken is aan de orde geweest dat de blootstelling in elke werksituatie zal variëren. Er zijn verschillen van dag tot dag, er zijn verschillen tussen personen, er zijn verschillen tussen functies. Wanneer u beschikt over slechts één meetresultaat over één meetdag, is de betrouw-

baarheid beperkt. Om onjuiste conclusies te vermijden moeten bij de beoordeling enkele slagen om de arm worden gehouden. Zo zal een arbeidshygiënist in de praktijk niet de grenswaarde, maar 1/10 van de grenswaarde als criterium hanteren. Hij neemt het zekere voor het onzekere.

Voordat de beslissingsschema's worden toegelicht, moeten we eerst stilstaan bij een aantal basisbegrippen.

TIJDGEWOGEN GEMIDDELDE

In veel gevallen zullen de meetresultaten worden vergeleken met de MAC-waarde voor het TGG-8 uur. Wanneer metingen worden gedaan over kortere intervallen op de dag, wordt het tijdgewogen gemiddelde over de werkdag bepaald met de volgende formule:

$$\frac{\sum C_i t_i}{\sum t_n} = \frac{C_1 t_1 + \dots + C_n t_n}{8}$$

waarin:

- C_n is de gemiddelde blootstellingsconcentratie gedurende de tijd t_n
- t_n is de blootstellingstijd
- $\sum_i^n t_i$ is de duur van de werkdag in uren

Een werknemer werkt gedurende 6 uur en 30 minuten aan een proces waarbij hij is blootgesteld aan stof x. De gemiddelde blootstelling gedurende die tijd is 2,1 mg/m³. Aangenomen wordt dat gedurende de rest van de tijd de blootstelling verwaarloosbaar is. Zijn gemiddelde blootstelling over 8 uur is gedurende 6 uur en 30 minuten 2,1 mg/m³ plus gedurende 90 minuten 0 mg/m³:

$$((2,1 * 6,50) + (0 * 1,5))/8 \text{ mg/m}^3 = 1,7 \text{ mg/m}^3$$

BLOOTSTELLINGSINDEX BIJ GECOMBINEERDE BLOOTSTELLING

Wanneer medewerkers tegelijkertijd worden blootgesteld aan meerdere stoffen, wordt soms de zogeheten blootstellingsindex berekend. In het Arbobesluit wordt dit de additieregel genoemd. Als de grenswaarde van de verschillende stoffen is gebaseerd op dezelfde gezondheidseffecten, mag de blootstelling aan deze stoffen gewogen naar grenswaarde worden opgeteld. Zo kan de blootstelling aan een combinatie van stoffen worden beoordeeld. De additieregel wordt bijvoorbeeld vaak gebruikt bij het beoordelen van blootstelling aan oplosmiddelen.

$$\frac{C_1}{GW_1} + \frac{C_2}{GW_2} + \dots + \frac{C_n}{GW_n} < 1$$

waarin:

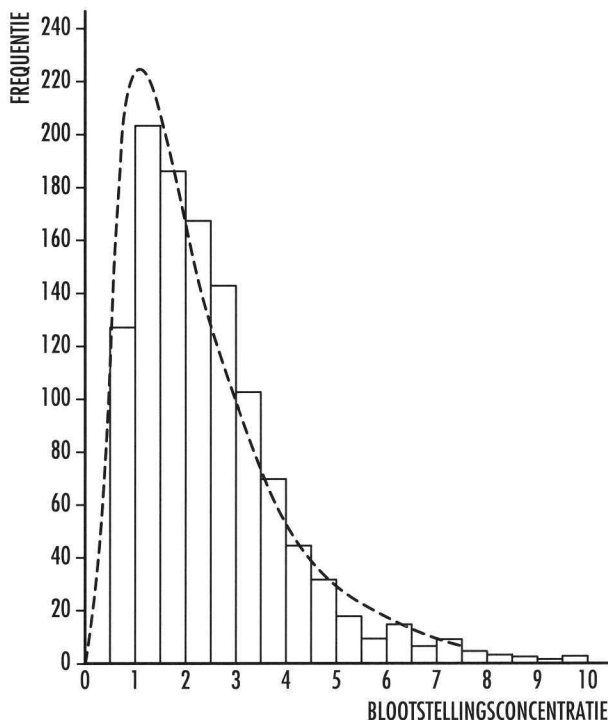
- C_n is blootstellingsconcentratie aan stof n
- GW_n is grenswaarde voor stof n

De som van de indexen (blootstelling gedeeld door toetsingswaarde) moet kleiner zijn dan 1. Is de som groter dan 1, dan wordt de grenswaarde overschreden.

GEMIDDELDE BLOOTSTELLING OVER MEERDERE DAGEN

Als de gemiddelde blootstelling van een medewerker of van een groep medewerkers wordt berekend aan de hand van 8-uursgemiddelde concen-

traties over meerdere werkdagen, dan moet rekening worden gehouden met de verdeling van de concentraties. In de meeste gevallen zijn blootstellingsconcentraties logaritmicus verdeeld. Theoretisch heeft de frequentieverdeling van blootstellingsconcentraties de volgende vorm:



Het is een scheve verdeling. Hoge uitschieters kunnen voorkomen, concentraties onder nul komen niet voor. Voor heel veel werksituaties kunt u ervan uitgaan dat de verdeling van concentraties over het jaar er zo uitziet. Het kan dus zijn dat de gemiddelde concentratie in een jaar ruim beneden de grenswaarde ligt. Toch komen er dagen voor met een blootstelling boven de grenswaarde. Veel van de beslissingsschema's voor het beoordelen van de blootstelling zijn gebaseerd op deze verdeling. Met andere woorden: een arbeidshygiënist houdt er bij het beoordelen van de meetresultaten rekening mee dat over een periode van een jaar grote verschillen optreden.

Voor het berekenen van de gemiddelde blootstelling over meerdere dagen wordt gerekend met de volgende begrippen:

- geometrisch gemiddelde of GM
- geometrische standaarddeviatie of GSD

Beide begrippen zijn gebaseerd op de logaritmen van de afzonderlijke concentraties. Voor het berekenen van deze waarden zijn verschillende rekenprogramma's beschikbaar. NEN-EN 689 bevat bovendien een handmatige berekeningsmethode.

HYGINIST (zie ook bladzijde 41) analyseert meetuitkomsten die zijn verzameld volgens de NEN-EN-689-strategie en toetst deze aan de grenswaarde.

Een zeer interessante uitgave van de AIHA (Amerikaanse vereniging van arbeidshygiënist) over het beoordelen van blootstelling aan chemische stoffen bevat een diskette met een spreadsheet waarmee op eenvoudige wijze statistische berekeningen (zowel normaal, als lognormaal) worden gedaan op maximaal 50 meetresultaten (Mulhausen en Damiano, 1998).

DETECTIEGRENEN

Bij de keuze van de meetmethode en ook bij het beoordelen van de meetresultaten is het van belang rekening te houden met de detectiegrens van de meting en met de verhouding tot de toetsingswaarde. De detectiegrens is de laagste, nog nauwkeurig meetbare waarde voor een bepaalde meting. In NEN-EN 482 is vastgelegd op welke manier de detectiegrens van een meetmethode kan worden berekend. De detectiegrens is afhankelijk van analysemethode, monsternamemethode en monstervolume of tijd. De detectiegrens mag niet hoger zijn dan circa 10% van de toetsingswaarde. In sommige gevallen moet om die reden de monstertijd worden vergroot. Bij meetwaarden onder de detectiegrens wordt niet de meetwaarde vermeld, maar staat in een meetrapport dat de waarde onder de detectiegrens lag, bijvoorbeeld: 'stofblootstelling < detectiegrens'.

8.3 BESLISSINGSCHEMA'S

Zoals eerder aangegeven, hanteert men in de praktijk verschillende berekeningsmethoden voor het beoordelen van het risico. Er is niet een norm die voorschrijft hoe blootstellingsmetingen moeten worden beoordeeld. De NEN-EN 689 geeft enkele voorbeelden voor het beoordelen. De Arbowet 1998 refereert alleen aan NEN-EN 689.

In deze paragraaf wordt een aantal beoordelingsmethoden die in de praktijk worden gebruikt, toegelicht.

BEOORDELING OP BASIS VAN EEN BEPERKT AANTAL METINGEN

Een van de voorbeelden die in NEN-EN 689, annex C, worden beschreven is geschikt voor een situatie waarbij slechts enkele metingen zijn gedaan. Deze methode mag alleen worden gebruikt als er geen meetwaarden boven de grenswaarde liggen. Een werkplek die een meting boven de grenswaarde geeft, moet worden afgekeurd.

Voorzichtigheid bij het beoordelen van de werksituatie is geboden, omdat de kans op een fout oordeel groot is. Het aantal voorwaarden vooraf is daarom groot. In veel gevallen zult u moeten besluiten dat extra metingen nodig zijn om een goed oordeel te geven over de situatie.

De beoordelingsmethode mag gebruikt worden onder de volgende voorwaarden:

- De meetresultaten geven een schatting van de 8-uursgemiddelde blootstelling.
- De meetresultaten zijn representatief voor de betreffende functie/werkzaamheid.
- Er komen gedurende een werkdag geen pieken voor die de grenswaarde voor een kortdurende periode (15-minuten-gemiddelde- of ceilingwaarde) overschrijden.
- Elke meetwaarde (als 8-uursgemiddelde) ligt beneden de grenswaarde.
- De metingen hebben betrekking op werkzaamheden en omstandigheden die regelmatig voorkomen, ook de ventilatie is representatief.
- Over een langere periode zijn er geen grote veranderingen in de omstandigheden.
- Duidelijk verschillende werkomstandigheden/werkzaamheden worden afzonderlijk beoordeeld.

BEOORDELING VOLGENS NEN-EN 689, ANNEX C

Bereken de fractie van de grenswaarde:

$$I = C/GW$$

waarin:

- I is index
- C is concentratie
- GW is grenswaarde

Als bij de eerste meting $I < 0,1$: *situatie goedkeuren*.

Als de meetwaarde representatief is voor de lange termijn, zijn geen periodieke metingen nodig.

Als bij een serie van minimaal drie vergelijkbare metingen $0,1 < I < 0,25$: *situatie goedkeuren*. Als de meetwaarde representatief is voor de lange termijn zijn geen periodieke metingen nodig.

Als bij een serie van minimaal drie vergelijkbare metingen $I < 0,1$ en het geometrische gemiddelde (zie paragraaf 9.2) is kleiner dan 0,5: *situatie goedkeuren*.

Als voor één meting geldt $I > 1$: *situatie afkeuren*.

In alle andere gevallen kan nog geen oordeel worden gegeven. Vaak zijn dan extra metingen nodig.

NB: In sommige gevallen ligt het meetresultaat beneden de detectielimiet van de meetmethode. De detectielimiet van de meetmethode speelt een rol bij de keuze van de meetmethode in een bepaalde situatie. Blijkt nu achteraf dat de gemeten concentratie niet hoger is dan de detectielimiet, dan wordt toch een meetwaarde gehanteerd bij de berekening, namelijk $0,5 \times$ detectielimiet.

BEOORDELING OP BASIS VAN EEN SERIE METINGEN

Een voorbeeld dat wordt beschreven in NEN-EN 689, annex D, is geschikt voor het beoordelen van vrij constante werksituaties. Bijvoorbeeld zoals die voorkomen in de procesindustrie. De berekening is gebaseerd op statistische modellen. Voor de berekening is het handig gebruik te maken van een statistisch programma.

Opnieuw geldt een aantal beperkende voorwaarden:

- De metingen hebben betrekking op een groep werknemers met een vergelijkbare blootstelling (homogene groep).
- Er zijn minimaal zes metingen van deze groep.
- De metingen zijn gedaan in de ademzone van de werknemers.
- Er is getoetst of de meetserie kan worden beschreven door een log-normale verdeling, dat wil zeggen op basis van de zes metingen kunnen de verwachte spreiding en het gemiddelde worden berekend.

Als aan deze voorwaarden is voldaan, mag de kans op overschrijding van de grenswaarde worden berekend. Op basis van de meetgegevens wordt berekend wat gezien de spreiding van de meetgegevens de kans is op een werkdag met een 8-uursgemiddelde blootstelling boven de grenswaarde.

BEOORDELING VOLGENS NEN-EN 689, ANNEX D

Bij een kans op overschrijding van de grenswaarde (P) van $P < 0,1\%$: *groene situatie*. Zonder veranderingen in de werkomstandigheden zijn geen vervolgmetingen nodig.

Bij een kans op overschrijding van de grenswaarde (P) van $0,1\% < P < 5\%$: *oranje situatie*. De situatie lijkt in orde, dit moet echter worden bevestigd met vervolgmetingen.

Bij een kans op overschrijding van de grenswaarde (P) van $P > 5\%$: *rode situatie*. De situatie is niet in orde, de kans op overschrijding is te groot. Neem maatregelen en meet opnieuw.

9

RAPPORTEREN

DIT HOOFDSTUK BEHANDELT DE VERSCHILLENDE ONDERDELEN VAN DE RAPPORTAGE

De RI&E moet schriftelijk worden vastgelegd en vormt de basis voor plannen ter verbetering. Dit verslag dient ter inzage te zijn als de Arbeidsinspectie daar om vraagt. De arbodienst moet de RI&E goedkeuren en dit moet natuurlijk ook uit de rapportage blijken. Het rapport dient met de werknemers of de werknemersvertegenwoordiging te worden besproken, waarbij nadere uitleg kan worden gegeven over de werkwijze en de bevindingen en waarbij overleg kan plaatsvinden over een vervolg in de vorm van verbeteringen.

Het rapport van de RI&E moet zo zijn geschreven, dat degenen die het ontvangen het kunnen begrijpen. Voor een goed arbobeleid is betrokkenheid van de werknemers nodig. Daarom moeten ook zij over het rapport kunnen beschikken en moet het voor hen begrijpelijk zijn.

In het hoofdstuk over toxische stoffen kunt u aandacht geven aan de volgende punten:

- de gebruikte methode voor de inventarisatie en evaluatie
- de resultaten van het onderzoek
- de maatregelen die u eventueel al direct hebt genomen en het soort maatregelen dat u verder nog denkt te nemen
- de conclusies van de RI&E
- de termijn waarop u de risico's opnieuw zult inventariseren en evalueren

GEBRUIKTE METHODE VOOR DE INVENTARISATIE EN EVALUATIE

In dit onderdeel van het rapport beschrijft u hoe de RI&E is georganiseerd, wie betrokken zijn geweest bij de uitvoering en welke taak zij hierin hadden. Denk hierbij aan de eigen medewerkers, externe deskundigen en werknemers van bedrijven die ingehuurde diensten leveren.

Ook is het nuttig om de route die bij de inventarisatie en evaluatie is doorlopen te beschrijven, evenals de criteria die zijn gebruikt om de risico's te beoordelen.

U moet in ieder geval aangeven voor welke onderdelen binnen het bedrijf de risico's apart of gezamenlijk zijn geïnventariseerd, zodat duidelijk is welke conclusies voor welke onderdelen gelden.

RESULTATEN

In dit onderdeel van de rapportage presenteert u de resultaten van de verschillende stappen die doorlopen zijn. We adviseren om in ieder geval te rapporteren over:

- De stoffen waaraan blootstelling kan plaatsvinden – welke (hoofd)groepen stoffen zijn het, is er een up-to-date register waarin de gegevens zijn opgeslagen?
- Relevante blootstellingsituaties, zoals:
 - taken, werkzaamheden
 - technische procesgegevens
 - werkomstandigheden (bijvoorbeeld werken in de openlucht)
 - beheersmaatregelen die al in gebruik zijn

- De wijze waarop blootstellingsituaties in eerste instantie zijn onderscheiden in situaties waarvoor geen problemen zijn, situaties waarbij maatregelen nodig zijn en situaties die nader onderzoek vergen. Hierbij moet ook goed worden vastgelegd of en waarom is besloten dat nadere beoordeling voor bepaalde situaties niet nodig is bij ontbreken van blootstelling.
- De eerste beoordeling van de situatie aan de hand van schattingen, waaronder:
 - resultaten van de schattingen
 - conclusies en waarop die zijn gebaseerd
 - vervolgstappen die zijn genomen
- Een meer uitgebreide beoordeling met behulp van metingen, waaronder:
 - meetresultaten
 - beoordeling, conclusies
 - eventuele vervolgstappen
- Een overzicht van situaties waarvoor maatregelen nodig zijn en daarbij een volgorde van prioriteit, gebaseerd op de ernst van het knelpunt.

In het rapport besteedt u in ieder geval aandacht aan situaties waarbij niet aan wettelijke regels is voldaan. Verder deelt u alle onderzochte situaties in de volgende categorieën in:

- Er is duidelijk geen risico – *groen*.
- Een risico is duidelijk wel aanwezig – *rood*.
- Er is mogelijk een risico, maar de beoordeling zoals tot nu toe uitgevoerd is onvoldoende om een conclusie te trekken; nader onderzoek is nodig – *oranje*.

Als het goed is, zijn er maar weinig situaties waarover ook na metingen geen oordeel kan worden gegeven.

MAATREGELEN

Soms hebben de resultaten van de inventarisatie al direct geleid tot het nemen van maatregelen. In dit onderdeel van het rapport beschrijft u dan welke maatregelen zijn genomen om de knelpunten direct aan te pakken. U beschrijft ook de beoordeling van de situatie na het nemen van maatregelen: is de situatie nu voldoende beheerst?

Als het goed is, zijn er bij het beoordelen van mogelijke knelpunten al eerste gedachten over maatregelen ter verbetering ontwikkeld. In dit onderdeel van de rapportage kunt u ook deze gedachten beschrijven. Dit kan bijvoorbeeld per knelpunt, maar ook meer algemeen. Het geeft al een eerste aanzet tot een plan van aanpak.

CONCLUSIES

De puntsgewijze opsomming in volgorde van prioriteit van de gesignaleerde knelpunten en al genomen en reeds verzonnen maatregelen, levert een bruikbaar overzicht op. Aan de hand hiervan kunt u de conclusies formuleren.

TERMIJN VOOR EEN VOLGENDE INVENTARISATIE EN EVALUATIE

U moet de RI&E na verloop van tijd geheel of gedeeltelijk herhalen. In ieder geval moet u de RI&E herhalen als de situatie in het bedrijf of de wettelijke regelgeving belangrijk wijzigt. In het rapport geeft u aan op welk tijdstip en om welke redenen herhaling zal plaatsvinden.

Met welke frequentie u de risico's inventariseert, hangt af van de omvang van de risico's in uw bedrijf en de mate waarin technische en organisato-

rische ontwikkelingen in het bedrijf optreden. Als er geen risico's zijn, omdat het soort werk contact met toxische stoffen nagenoeg uitsluit, kan een herhaling langer op zich laten wachten dan in een bedrijf met risico's. Een bedrijf in een zich technisch sterk ontwikkelende branche zal vrij snel een nieuwe inventarisatie moeten uitvoeren. Er is geen goede richtlijn te geven voor het tijdstip waarop herhaling nodig is. Maar gezien het feit dat allerlei situaties, al dan niet vanzelf, door slijtage en opeenvolgende kleine veranderingen in de loop van enkele jaren veranderen, lijkt een (beperkte) herhaling elke vier jaar in het algemeen niet overdreven.

10

PLAN VAN AANPAK

TOT SLOT WORDT IN DIT HOOFDSTUK HET PLAN VAN AANPAK NADER TOEGELICHT.

Aan de hand van de conclusies geeft u aan hoe u de knelpunten wilt oplossen. U heeft waarschijnlijk al in de rapportage enkele mogelijkheden genoemd. De verdere uitwerking beschrijft u in het plan van aanpak. Bij de totstandkoming van dit plan adviseert de arbodienst. Het is handig om knelpunten per afdeling of groep afdelingen op volgorde van prioriteit te bespreken.

Per knelpunt geeft u aan welke stappen u zult ondernemen om het knelpunt op te lossen. Ook besteedt u aandacht aan de volgende aspecten:

- Wie is verantwoordelijk voor uitvoering van de activiteiten?
- Hoe wordt nagegaan of de genomen maatregelen en oplossingen doeltreffend zijn?
- Wat is de tijdsplanning voor de verbeteringen, wanneer is welk onderdeel af, wanneer vinden controles plaats?

Als er meerdere maatregelen nodig zijn, moet u aangeven welke prioriteit hebben. Een eerste aanpak kan bestaan uit nader onderzoek van de situatie en mogelijke maatregelen. In dat geval vermeldt u hoe u een en ander zult aanpakken.

RANGORDE VAN KNELPUNTEN

De risico-inventarisatie heeft een beeld opgeleverd van de problemen in uw bedrijf. Zijn er op meerdere plaatsen verbeteringen nodig, dan kunt u niet altijd alle verbeteringen meteen doorvoeren. U moet keuzes maken. De situaties met de hoogste risico's, alsmede de knelpunten waarbij niet aan de wettelijke regels is voldaan, pakt u als eerste aan.

Om verantwoord keuzes te maken moet u een rangorde aanleggen. Hiervoor bestaat geen recept. Wel kunnen we een aantal aspecten noemen die u bij de rangschikking kunt betrekken. Met deze aspecten moet u zo goed mogelijk rekening houden als u het belang van een knelpunt bepaalt. De uiteindelijke afweging hangt sterk samen met de specifieke situatie in het bedrijf. Bij deze afweging heeft de arbodienst ook een belangrijke, wettelijk voorgeschreven, adviserende rol.

De rangschikking van de knelpunten heeft alleen betrekking op de ernst van het knelpunt. In principe lost u het belangrijkste probleem het eerst op. Soms echter kan dat niet vanwege technische of andere belemmeringen. Ook kan het goed oplossen van een minder ernstig probleem meer nuttig effect sorteren dan het noodgedwongen gedeeltelijk oplossen van het belangrijkste probleem. Het is in dat geval beter eerst het minder ernstige probleem aan te pakken.

RANGORDE VAN MAATREGELEN

Vaak is voor een knelpunt meer dan één maatregel mogelijk. Omgekeerd kan een bepaalde maatregel effect hebben op meerdere knelpunten. Stel daarom tevens een rangorde op voor de verzonden maatregelen. Zo kunt u de meest effectieve aanpak kiezen.

De rangorde van het knelpunt wordt bepaald door:

- de ernst van het knelpunt
- de aard van de schadelijke effecten voor de blootgestelden
- de economische gevolgen voor de organisatie
- de beleving van het knelpunt
- de vraag hoe erg het knelpunt wordt gevonden door:
 - werknemers
 - werkgever
 - overheid

Bij het opstellen van een rangorde van maatregelen is een aantal aspecten van belang. De ernst van het knelpunt dient in deze afweging voorop te staan. Gestructureerd aandacht besteden aan de verschillende aspecten is zeer nuttig en vaak een belangrijke verbetering ten opzichte van de ondoorzichtige wijze waarop prioriteiten soms worden gesteld.

U kunt bij het aanleggen van een rangorde van structurele maatregelen gebruikmaken van het zogeheten arbeidshygiënisch regime.

- 1 maatregelen aan de bron; bijvoorbeeld de keuze van een minder schadelijk product
- 2 technische maatregelen, zo dicht mogelijk bij de bron, om verspreiding te voorkomen; bijvoorbeeld lokale afzuiging
- 3 maatregelen om bron en werkende te scheiden
 - technische maatregelen; bijvoorbeeld schone bedieningsruimten
 - organisatorische maatregelen; bijvoorbeeld onderhoudswerkzaamheden die tot hoge blootstelling leiden laten uitvoeren op een tijdstip dat andere werknemers dan het benodigde onderhoudspersoneel niet aanwezig zijn
- 4 persoonlijke beschermingsmiddelen; bijvoorbeeld gasmaskers of zuurbestendige handschoenen

Om de beste maatregelen te kunnen kiezen, moet u alle mogelijke oplossingen onderzoeken en afzetten tegen de risicovermindering die ze bewerkstelligen.

Welke maatregelen u het beste eerst kunt nemen, hangt af van:

- de rangorde van het knelpunt
- de economische gevolgen van de maatregel, zowel positief als negatief
- de acceptatie of beleving van de maatregel (wat vinden werknemers, werkgever, overheid en omgeving van de maatregel?)
- de mate waarin de maatregel het knelpunt oplost en eventueel bijdraagt aan het oplossen van meerdere knelpunten
- de realisatietermijn van de maatregel

BIJLAGE 1 WOORDENLIJST

ADDITIEREGEL	Letterlijk betekent additie: optelling. Bij blootstelling aan stoffen met een vergelijkbaar effect (bijvoorbeeld organische oplosmiddelen) kan voor elke stof afzonderlijk de Index worden bepaald. De som van deze getallen mag niet groter zijn dan 1.
ADVIESWAARDE	Zie WGD-advies.
AËROSOLEN	Kleine zwevende druppeltjes vaste stof of vloeistof.
BEDRIJFSNORM	De door een bedrijf vastgestelde maximale concentratie van een stof in de lucht op de werkplek die geen gezondheidsrisico oplevert.
BIOLOGISCHE BLOOTSTELLINGSINDEX	Toetsingswaarde voor een stof die is gebaseerd op biologische monitoring. Zie aldaar.
BIOLOGISCHE MONITORING	Het meten van de concentratie van chemische stoffen in bloed, urine of uitgeademde lucht om zo de opname ervan in het lichaam te bepalen.
CARCINOGEEN	Kankerverwekkend.
CAS-NUMMER	Uniek nummer van de stof in het systeem van Chemical Abstract Services.
CORROSIEF	Bij aanraking ernstige beschadiging van huid, ogen en slijmvliezen veroorzakend.
EEG-NUMMER	Identificatienummer van een stof die binnen de EEG wordt verhandeld of geproduceerd.
GENOTOXISCH	Erfelijke genetische schade veroorzakend.
GRENSWAARDE	De wettelijke grenswaarde is een wettelijk bekrachtigde MAC-waarde. Op overschrijding staan sancties. Zie ook MAC-waarde.
H-INDICATIE	Geeft aan dat een stof relatief gemakkelijk door de huid wordt opgenomen; extra voorzichtigheid is geboden omdat de MAC-waarde alleen is gebaseerd op de ademhalingswegen.
IRRITEREND	Lichte schade veroorzakend bij direct contact met de huid, de ogen of de slijmvliezen.
JAARGEMIDDELDE GRENSWAARDE	De waarde die de blootstelling gemiddeld over een jaar niet mag overschrijden. Geldt voor enkele stoffen.
MAC-WAARDE	De maximale aanvaarde concentratie van een gas, damp of stof in de lucht op de werkplek. De overheid stelt deze grenswaarde vast op basis van het WGD-advies. De MAC-waarde heeft de juridische status van een advies.
MAC-C	Geeft de absolute bovengrens aan; deze concentratie mag nooit worden overschreden Het gaat om stoffen met een zeer ernstig effect bij kortdurende blootstelling. Dit wordt aangeduid met MAC-C (van 'ceiling': plafond).
MAC-TGG	Zie tijdgewogen gemiddelde.
MUTAGEEN	Het erfelijk materiaal in cellen beschadigend.

ppm	Parts per million is een aanduiding van de concentratie van een stof die gebruikt wordt voor gassen en dampen. Het houdt in: 1 cm ³ gas of damp per m ³ lucht. Ook voor oplossingen wordt ppm gebruikt: één deel stof op één miljoen delen oplosmiddel.
R-ZIN	Duidt de gevaren van een stof aan; ook wel waarschuwingzin genoemd.
REPRODUCTIESCHADE	Aangeboren afwijkingen aan het kind en afwijkingen aan het voortplantingssysteem van man en vrouw.
REPRODUCTIETOXISCH	Geboortefwijkingen en afwijkingen aan het voortplantingssysteem van man en vrouw veroorzakend.
REPROTOXISCH	Zie reproductietoxisch.
S-ZIN	Veiligheidsaanbeveling bij het gebruik van een stof om de risico's te beperken. Deze omschrijvingen zijn wettelijk vastgelegd.
SENSIBILISEREND	Overgevoeligheid veroorzakend bij inademing of bij contact met de huid.
SKIN NOTATION	Zie H-indicatie.
TERATOGEEN	Aangeboren afwijkingen veroorzakend.
TIJDGEWOGEN GEMIDDELDE	De MAC-TGG is de maximale aanvaarde concentratie gemiddeld over een 8-urige werkdag bij een werkweek van veertig uur. Deze waarde mag tijdelijk worden overschreden, zolang het gemiddelde over de gehele werkdag maar lager is. In een aantal gevallen geldt de MAC-TGG voor perioden van een kwartier die van elkaar zijn gescheiden door perioden van twee uur.
TOXISCHE STOFFEN	Alle gassen, dampen, vloeistoffen en vaste stoffen – al dan niet in mengsels – die kunnen leiden tot hinder of schade aan de gezondheid.
VEILIGHEIDSBLAD	Ook wel product-informatieblad of Material Safety Data Sheet (MSDS). Wordt door de fabrikant geleverd en geeft informatie over de samenstelling, eigenschappen, gezondheidsrisico's et cetera van een stof of product.
WETTELIJKE GRENSWAARDE	Zie grenswaarde.
WGD-ADVIES	Het gezondheidskundig advies van de Werkgroep van Deskundigen voor de grenswaarde van een stof. Dit advies en de technische en economische haalbaarheid van deze advieswaarde bepalen de uiteindelijke MAC-waarde.

BIJLAGE **2** AFKORTINGEN

CEN	Comité Européen de Normalisation
COSHH	Control of Substances Hazardous to Health
EASE	Estimation of Assessment of Substance Exposure
I	Index: blootstelling gedeeld door toetsingswaarde
MAC	Maximale Aanvaarde Concentratie
MSDS	Material Safety Data Sheet
NEN	Nederlandse Norm
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NMAM	NIOSH Manual of Analytical Methods
ppm	Parts per million
R-ZIN	'Risc'-zin of waarschuwingzin
S-ZIN	'Safety'-zin met de verplichte veiligheidsvoorschriften
TGG	Tijdgewogen gemiddelde

BIJLAGE **3** LITERATUUR

Boleij, J. S. M., Buringh, E., Heederik, D., Kromhout, H. Occupational hygiene of chemical and biological agents. Elsevier Science, Amsterdam, 1995.

Heesen, Th. J., Van Rijn, W. J. T., Kroessen, P. F., Baggen, A. M. M. Beheersmaatregelen vluchtige organische stoffen: grafische industrie. VUGA Uitgeverij B.V, Den Haag, 1998.

Mulhausen, J. R., Damiano, J. A strategy for assessing and managing occupational exposures, 2nd edition. AIHA Press, Fairfax, VA, 1998.

Noy, T. A. J. Protocol voor de beoordeling van blootstelling aan houtstof in houtverwerkende ondernemingen; begeleidingscommissie terugdringing houtstof, Zwolle, 1998.

Pater, A. J. de, Marquart, J., Burgers, A. W. Beheersmaatregelen in auto-schadeherstelbedrijven, een onderzoek naar de stand der techniek op het gebied van beheersmaatregelen met betrekking tot de blootstelling aan organische oplosmiddelen. VUGA-reeks, 1998.

BIJLAGE 4 MEETPROTOCOL HOUTSTOF

In het meetprotocol houtstof is een tabel opgenomen om een selectie te kunnen maken van te bemeten houtbewerkingsactiviteiten. In schema 11 is een overzicht gegeven van een groot aantal machines en handelingen die in de houtverwerkende industrie voorkomen, met daarbij aangegeven welk niveau van houtstofconcentratie normaal gesproken wordt aangetroffen bij het gebruik van deze machines of uitvoering van deze handelingen. Voor dit concentratieniveau is een indeling in drie categorieën gehanteerd:

- 1 houtstofconcentratie naar verwachting meestal lager dan 1 mg/m³
- 2 houtstofconcentratie naar verwachting meestal tussen 1 en 2 mg/m³
- 3 houtstofconcentratie naar verwachting meestal hoger dan 2 mg/m³

SCHEMA 9 CATEGORIE-INDELING HOUTBEWERKINGSACTIVITEITEN

HOUTBEWERKINGSACTIVITEIT	HOUTSTOFCATEGORIE
ZAGEN:	
- CIRKELZAAG (HORIZONTALE/VERTICALE PLATENZAAG)	2
- CIRKELZAAG (AFKORT-/VERSTEKZAAG)	3
- MEERBLADZAAG	2
- LINTZAAG	1
- BANDZAAG	3
FREZEN:	
- TAFELFREES	2
- CARROUSELFREES	2
- CNC-FREES	2
- PROFILEERBANK	2
- INKROOSMACHINE	3
- PENNENBANK	3
- GATENSTEEKMACHINE	2
BOREN:	
- ALLE BOORMACHINES	1
DRAAIEN:	
- ALLE DRAAIBANKEN	1
SCHAVEN:	
- VIERZIJDIGE SCHAAF BANK	2
- VLAKBANK	1
- VAN DIKTEBANK	1
SCHUREN:	
- HORIZONTALE/VERTICALE BANDSCHUURMACHINES	3
- BREEDBANDSCHUURMACHINE	1
HANDMATIGE ACTIVITEITEN:	
- HANDMATIG SCHUREN (EVENTUEEL OP AFGEZOGEN SCHUURTAFELS)	3
- SCHUREN MET HANDSCHUURMACHINE	3
- FREZEN MET HANDFREESMACHINE	3
- VEGEN	3

Voor de selectie van te bemeten werknemers, activiteiten of machines met een naar verwachting hoge houtstofconcentratie (worst case aanpak) komen dus allereerst die activiteiten in aanmerking die in categorie 3 zijn ingedeeld, et cetera.

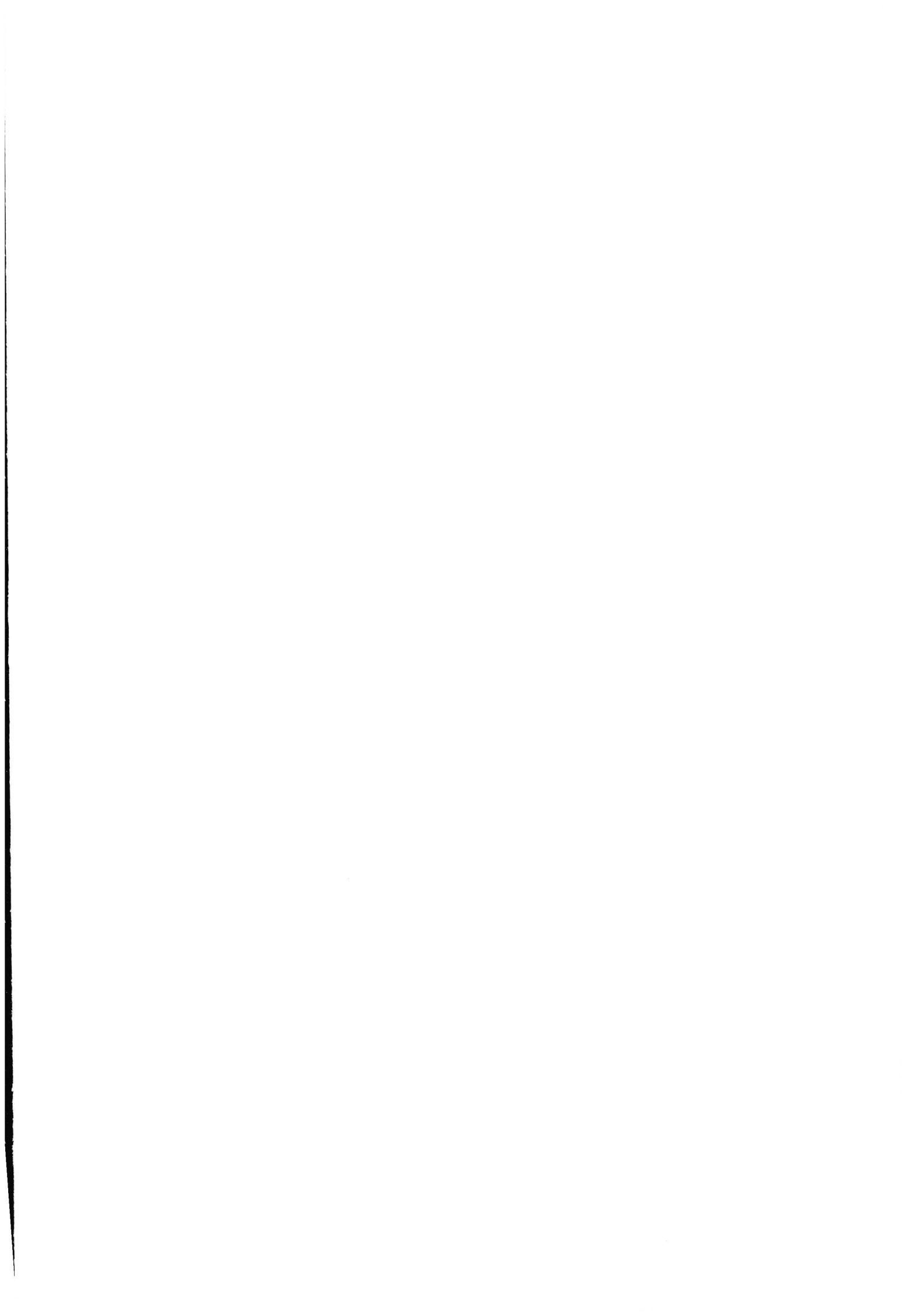
De mate van stofvorming bij machines en activiteiten hangt mede af van onder meer het verwerkte houtmateriaal, de mate en kwaliteit van de omkasting, de kwaliteit van de afzuiging en de wijze van schoonmaken. Daarom is de mogelijkheid gecreëerd om de categorie-indeling met één trap te wijzigen, afhankelijk van de genoemde factoren. In schema 12 is aangegeven bij welke omstandigheden de oorspronkelijke categorie-indeling dient te worden aangepast door ophoging dan wel verlaging met één trap.

De werkwijze in de selectie is dan als volgt:

- 1 Deel de houtbewerkingsactiviteiten die in het te onderzoeken bedrijf worden uitgevoerd in volgens de categorie-indeling van schema 11.
- 2 Breng zonodig correcties op deze indeling aan op grond van schema 12.
- 3 Selecteer vervolgens voor bemeten eerst de activiteiten met een indeling in categorie 3, vervolgens die in categorie 2, et cetera.

SCHEMA 12 CORRECTIEFACTOREN OP DE INDELING IN CATEGORIEËN

OMSTANDIGHEDEN	CORRECTIEFACTOR
MACHINE ZEER GOED OMKAST; OMKASTING GESLOTEN; OMKASTING IN GOEDE STAAT; AFZUIGING OP MACHINE IN GOEDE STAAT EN QUA CAPACITEIT RIJM VOLDOENDE	-1
MACHINE ONVOLDOENDE OMKAST; OMKASTING STAAT REGELMATIG OPEN; OMKASTING VERKEERT IN SLECHTE STAAT; AFZUIGING OP MACHINE AFWEZIG, IN SLECHTE STAAT EN/OF QUA CAPACITEIT ONVOLDOENDE	+1
AFZUIGING OP MACHINE QUA CAPACITEIT RIJM VOLDOENDE EN IN GOEDE CONDITIE; AFZUIGKAP SLUIT BEWERKING GOED AF DOOR VORM VAN DE AFZUIGKAP EN GEBRUIK VAN BORSTELS/FLAPPEN/EN DERGELIJKE; ONTWERP AFZUIGKAP HOUDT REKENING MET WIJZE VAN VERSPREIDING VAN HET STOF	-1
AFZUIGING OP MACHINE AANWEZIG, QUA CAPACITEIT ONVOLDOENDE EN/OF IN SLECHTE CONDITIE; AFZUIGKAP SLUIT BEWERKING ONVOLDOENDE AF; ONTWERP AFZUIGKAP HOUDT ONVOLDOENDE REKENING MET WIJZE VAN VERSPREIDING VAN HET STOF	+1
BIJ DE HOUTBEWERKING WORDT ZEER REGELMATIG GEBRUIKGEMAAKT VAN PERSLUCHT VOOR HET WEGSPUITEN VAN OVERTOLLIG MATERIAAL	+1
BEWERKING VAN PLAATMATERIAAL (MDF, SPAANPLAAT)	+1



De 'Praktijkgidsen Arbeidshygiëne' informeren over actuele thema's op het gebied van het werken met toxische stoffen en andere arbeidshygiënische thema's. Centraal staat de toepasbaarheid van de informatie in de dagelijkse bedrijfspraktijk. Op die wijze bieden de Praktijk-gidsen ondersteuning bij het treffen van maatregelen. Een redactieraad van deskundigen bewaakt de kwaliteit van de Praktijkgidsen.

REDACTIERAAD 'PRAKTIJKGIDSEN ARBEIDSHYGIËNE'

J. G. M. van Griensven, bedrijfsarts (Commit Arbo),
dr. ir. D. Heederik RAH (arbeidshygiënist, LU Wageningen),
ir. Th. J. Heesen RAH (arbeidshygiënist, Chemielinco),
ing. P. Iping, drs. ing. N. H. A. M. Louwrier (eindredacteur, TNO Arbeid) ing. H. van Marle RAH,
ir. J. Marquart RAH (arbeidshygiënist, TNO Voeding),
ir. N. M. J. G. Pikkemaat (arbeidshygiënist, FNV Formaat),
dr. T. Spee RAH (arbeidshygiënist, stichting Arbouw),
drs. R. Visser (chemicus, TNO Arbeid),
dr. W. Zwaard (veiligheidskundige, RU Leiden).

OVERZICHT 'PRAKTIJKGIDSEN ARBEIDSHYGIËNE'

- Opsporen en beoordelen van informatie over toxische stoffen (april 1994).
- Toxische-stoffenbeleid: opzetten en uitvoeren (juni 1994, herzien april 1995, februari 1998, oktober 2000).
- Bronbestrijding: vrijkomen van toxische stoffen beperken (juni 1994).
- Toxische stoffen en werkende mens effectief scheiden (juni 1994).
- Asbest: een handleiding voor opsporing en integrale aanpak (november 1994, herzien mei 1997).
- Micro-organismen, plantaardige en dierlijke stoffen op het werk (juli 1995).
- Infectierisico's door besmet bloed (december 1995, herzien november 1999).
- Risico-inventarisatie en -evaluatie van toxische stoffen (maart 1996).
- Ventilatie en afzuiging van toxische stoffen en warmte (augustus 1996).
- Gevaarlijk afval: handleiding veiligheid en milieu (april 1997).
- Het veiligheidsinformatieblad: inhoud en toepassing (augustus 1997).
- Biologische risico's in de gezondheidszorg en in laboratoria (december 1997).
- Het gevaarsetiket: inhoud en toepassing (juli 1998).
- Geluidshinder: van klacht naar aanpak (juli 1998).
- RI&E Toxische stoffen – het beoordelen van de blootstelling (maart 2001)

Zodra daar aanleiding toe is, wordt de inhoud van de Praktijkgidsen aangepast aan nieuwe ontwikkelingen. Let daarom op de datum en vraag zonodig na of recentere versies beschikbaar zijn.

INFORMATIE EN BESTELLEN

Klantenservice Samsom

Postbus 4

2400 MA Alphen aan den Rijn

Tel.: (0172) 466848

Fax: (0172) 466769

E-mail: klantenservice@samsom.nl

Internet: www.samsom.nl

