

Chemicaliën in een onderzoekslaboratorium:

Verbruik van chemicaliën en kennis van carcinogene eigenschappen

C.E.M. Heeremans,
A.W. Zwaard¹

Summary

A method to evaluate the use of chemicals in a research laboratory is presented. It is based on an assessment by the laboratory workers of the amount of chemicals used outside laboratory hoods and of exposure to chemicals using a questionnaire.

The method is applied to a chemical research laboratory using a list of selected chemicals including organic solvents and carcinogens.

It is observed that these chemicals are used within all sections of the laboratory (organic chemistry, inorganic chemistry, physical chemistry, biofarmaceutical sciences and biology). The estimated use of and exposure to chemicals is particularly high for the group of organic solvents. Especially suspected carcinogens (chloroform, dichloromethane) deserve attention in this respect.

The knowledge of carcinogenic properties of the chemicals in use needs improvement. More education on this subject is recommended.

Inleiding

In chemische onderzoekslaboratoria wordt gewerkt met een grote variëteit aan chemicaliën, vaak in kleine hoeveelheden. Tijdens het werk kan blootstelling aan deze stoffen plaatsvinden.

Om de blootstellingsrisico's te onderzoeken bestaan verschillende methoden en technieken. De relevantie van diverse (environmental en biological) monitoring technieken is beperkt omdat deze methoden zich veelal richten op één specifieke stof. In de regel zal in onderzoekslaboratoria echter blootstelling aan meer chemicaliën tegelijk plaatsvinden. Een evaluatie van de blootstelling

van werknemers aan chemicaliën in dergelijke complexe situaties is moeilijk. De ontwikkeling van methoden daarvoor is derhalve van belang.

Bij het beheersen van risico's tijdens de arbeid gaat de overheid ten aanzien van blootstelling aan toxische stoffen sinds kort uit van een strategische benadering. Deze houdt de herkenning en evaluatie in van risico's door de betrokkenen en het treffen van maatregelen in een specifieke volgorde (Balemans, 1989). Risicobeheersing door bestrijding aan de bron heeft daarin prioriteit. Daarbij kan men onder meer denken aan vervanging van toxische stoffen door minder gezondheidsschadelijke alternatieven. De effectiviteit van dergelijke maatregelen moet globaal kunnen worden gekwantificeerd om de in het overheidsbeleid geformuleerde begrippen als 'doeltreffend' en 'redelijkerwijs' inhoud te geven.

In een chemisch laboratorium is implementatie van deze aanpak slechts mogelijk als men beschikt over een goed beeld van het verbruik van chemicaliën. Een globale of gedetailleerde registratie van het chemicaliënverbruik kan bovendien het uitgangspunt vormen voor een risico-evaluatie (Zwaard, 1987). Een verbruiksregistratie geeft echter een zeer globaal beeld en levert geen informatie over werkwijze en blootstelling van de individuele werknemers.

Andere methoden van risico-evaluatie berusten op het schatten van de blootstelling door een (onafhankelijke) onderzoeker of door de laboratorium-medewerkers zelf (Oostendorp, 1985).

In dit artikel wordt een benadering gepresenteerd waarmee een indruk kan worden verkregen van het gebruik van chemicaliën in een onder-

zoekslaboratorium. De methode bestaat uit het enquêteren van laboratorium-medewerkers. Deze schatten hierbij zelf het gebruik van en de blootstelling aan de door hen gebruikte chemicaliën. Hierdoor kan een beeld worden verkregen van het totale verbruik; van het werken buiten de zuurkast en van de blootstelling aan en de kennis van (carcinogene) eigenschappen van de gebruikte verbindingen.

Naar aanleiding hiervan zijn knelpunten te onderkennen, waardoor *ad hoc* maatregelen kunnen worden voorgesteld. Daarnaast kunnen de resultaten beleidsondersteunend bruikbaar zijn. Het is bijvoorbeeld mogelijk om de behoefte aan geklassificeerde ruimten ('tox labs') en andere voorzieningen binnen de diverse afdelingen van een laboratorium te inventariseren. Aan de hand van de resultaten kunnen voorts verkennende metingen van de concentraties van relevante chemicaliën in de lucht plaats vinden. Ten slotte kan van het houden van een enquête een voorlichtende werking uitgaan.

In dit artikel wordt de methode toegepast op de populatie van een groot chemisch laboratorium. Daarbij is gebruik gemaakt van een lijst van geselecteerde chemicaliën, bestaande uit (mogelijk) carcinogene stoffen en organische oplosmiddelen. De selectie van chemicaliën is enerzijds gebaseerd op toxisch effect (carcinogenen) en anderzijds op het grootschalige verbruik van bepaalde vluchtige chemicaliën (oplosmiddelen).

Methode

Een uitgangspunt van de hier beschreven enquête is de overweging dat laboratorium-medewerkers zelf in staat zijn om het verbruik van chemicaliën en de blootstelling daaraan te schatten. Relevante literatuur

1. Gorlaeus Laboratoria, Rijksuniversiteit Leiden, Postbus 9502, 2300 RA Leiden.

toont aan dat schatting van blootstelling door werknemers tot bruikbare resultaten kan leiden (Oosten-dorp, 1985; Teschke, 1989). Aan de enquête wordt een toelichting toegevoegd om een uniforme schatting te bevorderen. Dit is noodzakelijk om bepaalde begrippen ('blootstelling': 'risicio') toe te lichten die geen deel uitmaken van het dagelijks jargon van de geënuquêteerden. De geënuquêteerden wordt gevraagd een aantal aspecten met betrekking tot verbruik en blootstelling te specificeren voor een lijst van 78 stoffen en stofgroepen, zoals het verbruik per jaar, gebruik *buiten de zuurkast* per jaar, kennis van carcinogene eigenschappen en de geschatte blootstelling. Verder zijn enkele algemene vragen gesteld, onder andere over het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

In de enquête wordt gebruik gemaakt van een gesloten lijst van chemicaliën. Een selectie van chemicaliën kan worden gebaseerd op mogelijk toxisch effect of op risico-op-blootstelling, zoals op vluchtigheid in samenhang met (vermoedelijke) omvang van gebruik. In de hier gevolgde methode is voor een gecombineerde benadering gekozen en is met name het gebruik onderzocht van stoffen met (mogelijk) carcinogene eigenschappen voor de mens en chemicaliën die als oplosmiddel worden toegepast.

Bij het evalueren van de gezondheidsrisico's door blootstelling aan carcinogenen van laboratorium-medewerkers is een indeling van stoffen naar carcinogene potentie zinvoller dan een indeling naar evidentie. Gegevens over carcinogene potentie zijn echter (nog steeds) schaars, zodat bij het opstellen van een lijst met carcinogene stoffen ten behoeve van de enquête is uitgegaan van het overzicht van de International Agency for Research on Cancer; gebaseerd op de mate van evidentie (IARC, 1987). De lijst met verdacht of bewezen carcinogene stoffen van de IARC is aangevuld met stoffen die door de Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, 1984), het Amerikaanse National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH, 1985) of de American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, 1988) als mogelijk carcinogeen voor de mens worden beschouwd. In de lijst zijn alleen die stoffen opgenomen, waarmee mogelijk wordt gewerkt binnen het laboratorium (gebaseerd op de gegevens van het centraal chemicaliën-magazijn).

Op grond van verkennende werk-

plekobservaties werd geconcludeerd dat blootstelling voor een aanzienlijk deel via de ademhalingsroute plaats zal vinden en dat blootstelling bij het werken *in de zuurkast* gering zal zijn. De vragen in de enquête richten zich daarom met name op de werkzaamheden buiten de zuurkast.

Resultaten

Populatie en respons

De laboratoriumpopulatie bestaat uit 345 medewerkers en circa 350 studenten. De medewerkers behoren tot

verschillende geledingen; algemeen administratief en technisch personeel (127), wetenschappelijk personeel (81), promovendi (86) en analisten (51).

Binnen het laboratorium wordt onderzoek verricht op uiteenlopend gebied verdeeld over 17 afdelingen: 9 organisch-chemische, 3 anorganisch-chemische, en 4 biofarmaceutische afdelingen, één fysisch-chemische en één biologische afdeling en een NMR-groep. Synthese van modelverbindingen of uitgangsstoffen vormt een belangrijk onderdeel van de werk- ▶

Tabel 1. Respons per geleding

Geleding	Respons (n)
Wetenschappelijk personeel	68% (19)
Promovendi	55% (82)
Analisten	60% (33)
Studenten	43% (107)

n = aantal uitgezette enquête-formulieren

Tabel 2. De chemicaliën waarvan minstens tien respondenten gebruik maken

	1	2	3	4	5	6
Aceton		101	4,0	3600	0,75	2,9
Acetonitril		50	3,0	1100	0,2	1,9
Azijnzuur		60	2,6	710	0,4	2,0
Benzeen	C	24	2,3	15	0,0	1,4
Chloroform	C	67	2,8	360	0,5	1,9
Cyclohexaan		28	2,9	200	0,1	2,1
1,2-Dichloorethaan	C	10	2,6	20	0,06	1,7
Dichloormethaan	C	56	3,4	510	0,2	2,3
Diethylether		70	4,0	1900	0,5	2,8
Dimethylformamide		23	2,8	10	0,0	1,5
Dimethylsulfaat	C	10	1,9	0,7	0,0	1,2
Dimethylsulfoxide		35	2,6	160	0,01	1,6
1,4-Dioxaan	C	18	2,9	220	0,1	1,6
Ethanol		100	3,7	2200	0,5	2,6
Ethylacetaat		38	3,3	180	0,1	2,0
Formaldehyde	C	17	2,1	2,5	0,0	1,5
Hexaan		38	3,4	2100	0,3	2,1
Methanol		96	3,5	3700	0,3	2,2
Methyljodide	C	19	2,1	1,7	0,0	1,2
Pentaaan		36	3,1	170	0,2	2,1
Petroleum-ether (40-60)		45	3,8	990	0,5	2,6
Petroleum-ether (60-80)		26	3,5	100	0,3	2,3
Pyridine		31	2,4	47	0,0	1,7
Tetrachloorkoolstof	C	25	2,1	37	0,0	1,4
Tetrahydrofuraan		40	3,1	130	0,2	1,9
Tolueen		58	3,2	190	0,2	2,0

Kolom 1: C = carcinogeen

Kolom 2: aantal gebruikers

Kolom 3: gemiddelde verbruikscategorie

1 = < 10 g/jaar

2 = 10 - 100 g/jaar

3 = 100 g - 1 kg/jaar

4 = 1 - 10 kg/jaar

5 = > 10 kg/jaar

Kolom 4: gebruik buiten de zuurkast (uur/jaar)

gesommeerd over alle gebruikers

Kolom 5: relatieve gebruik buiten de zuurkast

Kolom 6: gemiddelde blootstellingscategorie

1 = nagenoeg geen blootstelling

2 = geringe blootstelling

3 = matige blootstelling

4 = hoge blootstelling

5 = erg hoge blootstelling

zaamheden in 4 organisch-chemische en 1 anorganisch-chemische afdeling. De enquêteformulieren zijn uitgezet onder medewerkers en studenten, die direct bij het wetenschappelijk onderzoek zijn betrokken en zelf met chemicaliën werken (wetenschappelijk personeel, promovendi, analisten en studenten; n = 241).

Van de 241 geënquêteerden hebben er 124 (51%) gerepondeerd. In tabel 1 is de respons per geleding (wetenschappelijk personeel, promovendi, analisten en studenten) weergegeven. Non-respons blijkt voor studenten en promovendi met name samen te hangen met een snelle 'doorstroming' en daarnaast met gebrek aan tijd of interesse.

Verbruik

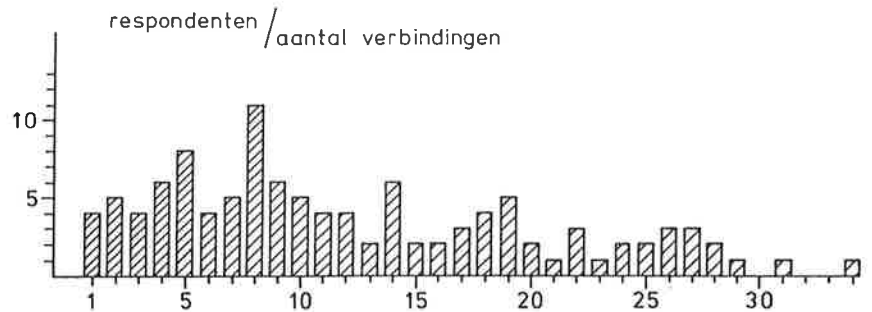
De in de enquête gebruikte lijst met chemicaliën omvat 59 stoffen in 19 groepen van stoffen. De stofgroepen zijn hier buiten beschouwing gelaten. Van 33 stoffen wordt door minder dan 10 respondenten gebruik gemaakt (11 hiervan worden door geen van de respondenten gebruikt). De overblijvende 26 stoffen zijn weergegeven in tabel 2.

Het aantal verbindingen waarvan de geënquêteerden regelmatig gebruik maken, loopt sterk uiteen en bedraagt gemiddeld 12,3. Figuur 1 toont het aantal respondenten als functie van het aantal verschillende chemicaliën waarvan gebruik wordt gemaakt (van de 59 stoffen). Het maximum aantal verschillende stoffen per respondent bedraagt 34. Ongeveer de helft van de respondenten gebruikt 10 of meer chemicaliën; 10% maakt gebruik van 25 of meer verschillende stoffen.

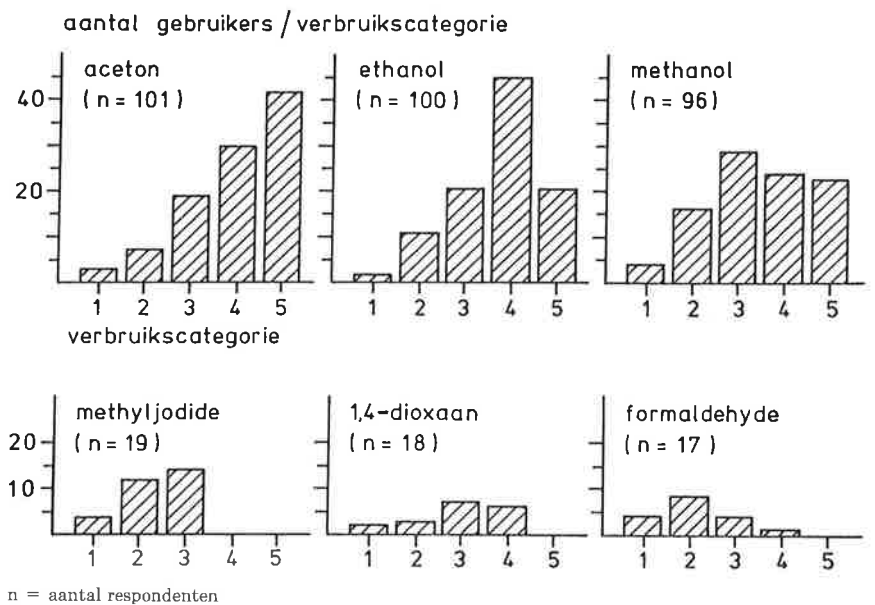
Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten van de enquête per stof. Kolom 2 en 3 geven het aantal gebruikers en de gemiddelde verbruikscategorie weer (1 = < 10 g, 2 = 10 - 100 g, 3 = 100 g - 1 kg, 4 = 1 - 10 kg, 5 = > 10 kg per jaar). Het verbruik per jaar (aantal gebruikers en verbruikte hoeveelheid) loopt voor de verschillende chemicaliën sterk uiteen. Alle respondenten maken gebruik van organische oplosmiddelen, met name van acetone, ethanol en methanol.

In figuur 2 is ter illustratie het aantal gebruikers binnen elk van de vijf verbruikscategorieën weergegeven voor enkele chemicaliën. Uit de figuur blijkt, dat 40% van de respondenten meer dan 10 kg acetone per jaar verbruikt. Voor ethanol en methanol is het percentage grootverbruikers lager (ca. 20%). Stoffen als formaldehyde

Figuur 1. Verdeling van respondenten naar aantal gebruikte stoffen (van 59)



Figuur 2. Aantal gebruikers per verbruikscategorie (1-5) voor enkele chemicaliën



n = aantal respondenten

verbruikscategorieën:

- 1 = < 10 g per jaar
- 2 = 10 - 100 g per jaar
- 3 = 100 g - 1 kg per jaar
- 4 = 1 - 10 kg per jaar
- 5 = > 10 kg per jaar

Tabel 3. Resultaten van de enquête naar type afdeling

	1	2	3	4
Organische chemie	39	35	6,4	123
Anorganische chemie	31	27	2,8	18
Fysische chemie	13	30	1,6	6
Biofarmacie	26	22	1,9	41
Biologie	4	13	1,3	1
NMR	2	17	5,5	5
synthetisch	31	38	6,6	101
niet synthetisch	84	25	2,6	93

Kolom 1: aantal respondenten.

Kolom 2: gemiddeld aantal gebruikte chemicaliën (van 59) per afdeling.

Kolom 3: gemiddeld aantal gebruikte carcinogenen per persoon.

Kolom 4: aantal scores grootverbruik (> 10 kg per jaar), gesommeerd over alle stoffen.

en methyljodide worden in aanzienlijk mindere mate verbruikt; de meeste respondenten gebruiken niet meer dan 100 g per jaar.

Tabel 3 vat enkele resultaten samen per type afdeling. In de tabel zijn tevens de afdelingen waarin synthetisch gericht onderzoek wordt verricht, apart weergegeven.

Het aantal gebruikte chemicaliën per afdeling varieert van 13 tot 57 en bedraagt gemiddeld 28 (van de 59 onderzochte chemicaliën). Het gemiddelde aantal carcinogene stoffen dat wordt gebruikt per medewerker, is weergegeven in kolom 3. Dit aantal is het grootste voor de organisch-chemische afdelingen (6,4) en het kleinste voor de afdeling biologie (1,3).

Het aantal scores 'grootverbruik' (gebruik van meer dan 10 kg per jaar) is weergegeven in kolom 4, gesommeerd over alle stoffen. Dat wil zeggen dat respondenten die bijvoorbeeld gebruik maken van twee verschillende stoffen, elk in een hoeveelheid van meer dan 10 kg per jaar, 'dubbel' zijn geteld.

Gebruik buiten de zuurkast

Omdat de blootstelling aan chemicaliën via de ademhaling direct lijkt samen te hangen met het gebruik van stoffen buiten de zuurkast, is de vraagstelling in de enquête toegespitst op handelingen *buiten* de zuurkast, waarbij blootstelling op kan treden. Een onderscheid kan worden gemaakt tussen enerzijds de totale hoeveelheid van een stof die buiten de zuurkast wordt gebruikt en anderzijds de totale tijd waarin met de stof buiten de zuurkast wordt gewerkt.

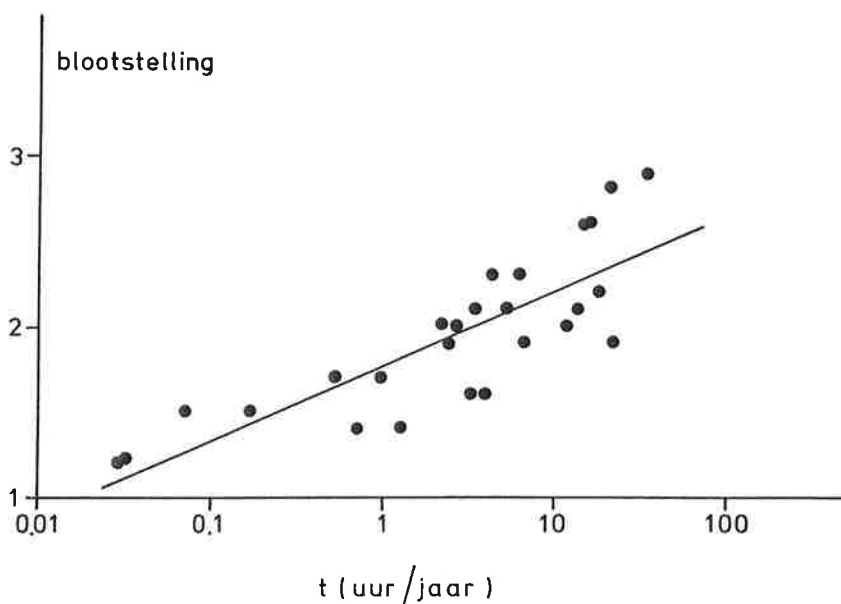
Aceton, diëthylether, en petroleum-ether (40-60) blijken buiten de zuurkast in grote hoeveelheden te worden gebruikt, variërend van 1900 (petroleum-ether) tot 3100 (aceton, ether) kg per jaar, gesommeerd over alle gebruikers. Ook van een aantal andere oplosmiddelen worden grote hoeveelheden buiten de zuurkast gebruikt.

Op grond van de totale tijd per jaar (kolom 4 in tabel 2), waarin met verbindingen buiten de zuurkast wordt gewerkt, verdienen met name zes organische oplosmiddelen de aandacht: methanol, aceton, ethanol, diëthylether, acetonitril en hexaan. Elk van deze stoffen wordt meer dan 1000 uur buiten de zuurkast gebruikt; samen zijn zij verantwoordelijk voor 70% van de totale tijd waarin buiten de zuurkast wordt gewerkt.

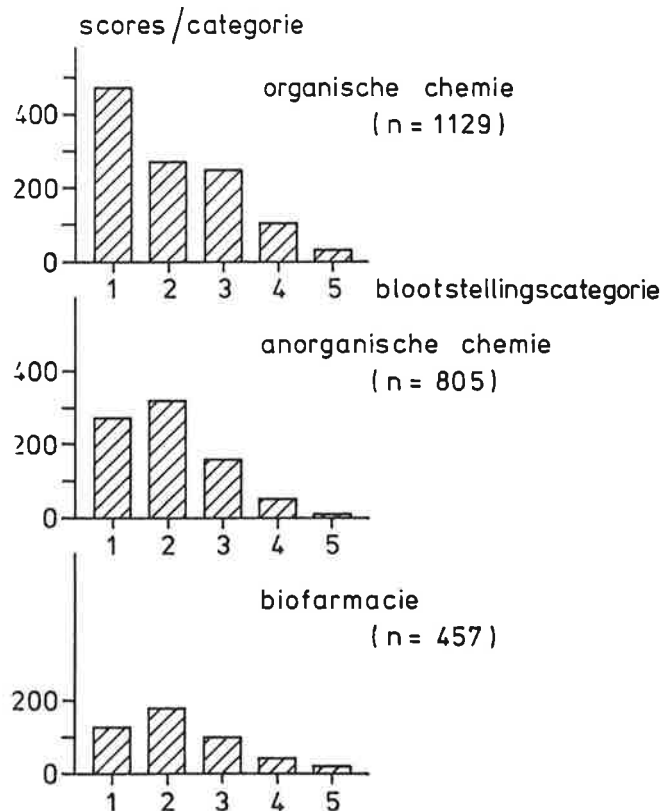
Het verband tussen het totale verbruik en het gebruik buiten de zuurkast (beide uitgedrukt in kilogram/jaar) is van belang omdat het aangeeft of gebruikers bij het werken met bepaalde chemicaliën – al dan niet bewust – gebruik maken van de beschermende zuurkasten.

Voor de onderzochte chemicaliën is dit *relatieve* gebruik buiten de zuurkast bepaald en weergegeven in kolom 5 van tabel 2. De getabelleerde waarden ontstaan door voor elke gebruiker de verhouding te bepalen tussen de hoeveelheid verwerkte stof buiten de zuurkast en de totale hoe-

Figuur 3. Relatie tussen de gemiddelde geschatte blootstelling en de gemiddelde gebruikstijd buiten de zuurkast (per persoon) voor de 26 chemicaliën met minstens 10 gebruikers



Figuur 4. Verdeling van blootstellingscores (alle chemicaliën samen) over 5 categorieën voor enkele afdelingen



veelheid gebruikte stof en vervolgens per verbinding de mediaan te bepalen. Het zijn met name aceton en, in mindere mate, ethanol, diëthylether, chloroform en petroleum-ether die worden gekenmerkt door relatief hoge waarden.

Voor carcinogene stoffen heeft de berekende parameter over het algemeen een lage waarde. Dat wil zeggen dat deze chemicaliën voornamelijk binnen de zuurkast wordt verwerkt.

Geschatte blootstelling

Aan de geënuquêteerden is gevraagd

gegeven in figuur 3 voor de verbindingen met minstens 10 gebruikers.

De verdeling van de blootstellingscores (van alle chemicaliën samen) is voor enkele afdelingen weergegeven in figuur 4. Van het totale aantal scores valt 7% in de hoogste categorieën (4 en 5) voor de anorganisch-chemische afdelingen. Voor de organisch-chemische afdelingen bedraagt dit 12%.

Kennis van carcinogene eigenschappen

In de enquête is de kennis van mogelijk carcinogene eigenschappen van

sche laboratoria werken met veel verschillende chemicaliën. Van de 59 in de enquête onderzochte chemicaliën blijken de respondenten er gemiddeld ruim 12 per persoon te gebruiken. Het werkelijke aantal chemicaliën waarvan gebruik wordt gemaakt, inclusief zelf gesynthetiseerde stoffen, ligt uiteraard (veel) hoger. Het aantal stoffen dat in grote hoeveelheden wordt verbruikt, is beperkt. Slechts organische oplosmiddelen worden in grote hoeveelheden gebruikt, verspreid over alle afdelingen. De omvang van het gebruik van aceton, ethanol en methanol overtreft dat van andere oplosmiddelen verre. Van de (verdacht) carcinogene verbindingen worden alleen de oplosmiddelen chloroform en dichloormethaan op grote schaal verbruikt. Aceton (42), diëthylether (31), methanol (23), ethanol (21), petroleum-ether (18) en dichloormethaan (13) zijn chemicaliën die gekenmerkt worden door een groot aantal grootverbruikers (> 10 kg/jaar per persoon). De verdeling van de grootverbruikers over de verschillende afdelingen blijkt sterk uiteen te lopen. Het totale verbruik van de verschillende chemicaliën zoals dat naar voren komt uit de enquête, vertoont een goede overeenkomst met de registratie van het verbruik door het chemicaliën-magazijn van het laboratorium.

Hoewel zelden onderbouwd, wordt vaak aangenomen dat de omvang en diversiteit van het chemicaliënverbruik in laboratoria vooral in de synthetisch-organische chemie hoog is. Deze veronderstelling wordt ondersteund door de resultaten van de hier beschreven enquête.

Wanneer het chemicaliënverbruik *per afdeling* (tabel 3) wordt beschouwd, blijkt dat de organisch-chemische afdelingen gemiddeld meer verschillende chemicaliën verbruiken dan andere afdelingen (uitgaande van de lijst met geselecteerde verbindingen). Ook afdelingen waarin synthetisch-chemisch onderzoek wordt verricht, verbruiken gemiddeld meer verschillende chemicaliën dan 'niet-synthetische' groepen. De spreiding in het aantal chemicaliën per afdeling is echter aanzienlijk.

Het aantal gebruikte carcinogenen per persoon is met name groot in de organisch-chemische afdelingen (6,4) en in de synthetische afdelingen (6,6). Dat geldt eveneens voor het aantal grootverbruikers van carcinogene stoffen wanneer het aantal respondenten per afdeling mede wordt beschouwd.

Van de volgende veel gebruikte stof-

Tabel 4. Percentage juiste antwoorden over (mogelijke) carcinogene eigenschappen van enkele verbindingen

		percentage juiste antwoorden	aantal gebruikers
Benzeen	C	92	24
Tetrachloorkoolstof	C	80	25
Chloroform	C	64	67
Dichloormethaan	C	55	56
Diazomethaan	C	50	6
Dimethylsulfoxide		49	35
Tetrahydrofuraan		48	40
Tolueen		36	58
1,4-Dioxaan	C	33	18
Dimethylformamide		30	23
Pyridine		29	31
Formaldehyde	C	24	17

C = carcinogeen

Tabel 5. Kennis van carcinogeniteit per geleding

geleding	percentage juiste antwoorden	
	carcinogenen	niet-carcinogenen
studenten	57	73
analisten	66	73
promovendi	65	75
wetenschappelijk personeel	40	69

om de blootstelling via de ademhaling voor elke verbinding waarmee wordt gewerkt, te schatten aan de hand van een 5-puntenschaal:

- 1 = nagenoeg geen blootstelling
- 2 = geringe blootstelling
- 3 = matige blootstelling
- 4 = hoge blootstelling
- 5 = erg hoge blootstelling

Kolom 6 in tabel 2 geeft de gemiddelde geschatte blootstelling weer per stof. Het verband tussen de gemiddelde gebruikstijd (aantal uur) buiten de zuurkast *per persoon* en de gemiddelde geschatte blootstelling is weer-

stoffen geïnventariseerd. De vraag 'Denkt u dat de verbinding waarmee u werkt carcinogene eigenschappen bezit?' werd 964 maal met 'ja' of 'nee' beantwoord. In 232 gevallen werd geen antwoord ingevuld of met 'weet niet' geantwoord. In totaal was 70% van de 964 antwoorden juist. In tabel 4 is het aantal juiste antwoorden voor enkele representatieve chemicaliën weergegeven. Tabel 5 geeft een opsplitsing van de antwoorden van de respondenten naar geleding.

Discussie

Medewerkers en studenten in chemi-

fen is de gemiddelde geschatte blootstelling (kolom 6 in tabel 2) relatief hoog: aceton (2,9), diëthylether (2,8), ethanol (2,6), petroleum-ether (2,6), dichloormethaan (2,3) en methanol (2,2).

In de toelichting bij de enquête is benadrukt dat blootstelling aan chemicaliën met name kan plaatsvinden bij gebruik buiten de zuurkast. De mate van blootstelling is dan in principe afhankelijk van de tijd waarover blootstelling plaatsvindt en de concentratie in de ingeademde lucht. Uit figuur 3 blijkt, dat de gemiddelde geschatte blootstelling ruwweg toeneemt met de verwerkingstijd buiten de zuurkast. Mogelijk wordt 'blootstelling' door de respondenten vooral geïnterpreteerd als bepaald door de blootstellingstijd.

De afdelingen met een omvangrijk chemicaliënverbruik (synthetische afdelingen en organisch-chemische afdelingen) blijken zich overigens niet te kenmerken door een groot aantal hoge blootstellingscores.

In het algemeen blijkt de kennis met betrekking tot carcinogeniteit van de gebruikte chemicaliën redelijk. Het kennisniveau binnen de verschillende geledingen (tabel 5) verschilt niet sterk. In het algemeen zijn meer respondenten op de hoogte van de afwezigheid van kankerverwekkende eigenschappen van niet-carcinogenen dan van de carcinogeniteit van kankerverwekkende stoffen. Kennis van de carcinogene eigenschappen van benzeen is tegenwoordig gemeengoed. Met de kennis van de eigenschappen van andere chemicaliën is het minder goed gesteld. Opvallend is de geringe kennis over de carcinogene eigenschappen van 1,4-dioxaan en formaldehyde.

Eveneens opmerkelijk is het feit dat veel respondenten kankerverwekkende eigenschappen toeschrijven aan de (vermoedelijke) niet-carcinogene stoffen pyridine, DMF en toluene.

Conclusies

Een gedetailleerde inventarisatie van het verbruik van chemicaliën in een chemisch laboratorium is een belangrijke eerste stap in een risico-evaluatie. In de hier beschreven enquête is naast het verbruik van chemicaliën de individuele manier van werken (binnen of buiten de zuurkast) globaal in kaart gebracht evenals de zelf geschatte blootstelling aan chemicaliën. Blootstelling aan chemicaliën vindt plaats binnen alle afdelingen van het onderzochte onderzoekslaboratorium, ongeacht de aard van het onderzoek. Er blijkt op dit punt geen verschil te bestaan tussen orga-

nisch-chemische en overige afdelingen of tussen synthetische en niet-synthetische afdelingen. De omvang en diversiteit van het chemicaliënverbruik is overigens wèl relatief groot in de organisch-chemische en synthetisch-chemische afdelingen.

Organische oplosmiddelen worden op grote schaal en door veel medewerkers gebruikt, zowel binnen als buiten de zuurkast.

Tetrachloorkoolstof en benzeen, oplosmiddelen die volgens de arbeidsomstandighedenwetgeving in een gesloten systeem moeten worden verwerkt, worden relatief weinig buiten de zuurkast gebruikt. De blootstelling aan deze stoffen wordt gemiddeld als gering tot matig beoordeeld (1,4). Verbindingen, die wellicht meer aandacht vragen, zijn chloroform en dichloormethaan. Deze oplosmiddelen worden o.m. als alternatief voor tetra gebruikt. Het gebruik van deze stoffen is wettelijk minder expliciet gereguleerd; zij worden intensief buiten de zuurkast verwerkt en de blootstelling eraan wordt relatief hoog geschat.

Het gebruik van carcinogene verbindingen is niet beperkt tot een klein aantal afdelingen. Indien het werken met carcinogene verbindingen wordt gekoppeld aan het werken in speciale ruimten (NVVK/IAVM, 1989), betekent dit dat deze op grote schaal dienen te worden ingericht. De kennis van mogelijke carcinogene eigenschappen van de chemicaliën waarmee wordt geëxperimenteerd, is over het geheel genomen redelijk te noemen. Voor enkele specifieke verbindingen wordt echter een gebrek aan kennis geconstateerd. Informatievoorziening omtrent carcinogeniteit van chemicaliën blijft noodzakelijk.

Literatuur

– American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1988-1989, Cincinnati, 1988.

– A.W.M. Balemans, P.B. Koster en H.P.W. Vermeeren; Het Algemeen Toxische Stoffen Beleid, Arbeidsomstandigheden 65 (1989) nr. 2, blz. 73.

– Deutsche Forschungsgemeinschaft; Maximum Concentrations at the Workplace and Biological Tolerance Values for Working Materials, Weinheim, 1984.

– International Agency for Research on Cancer; Overall Evaluation of Carcinogenicity, Supplement 7, WHO, Lyon, 1987.

– National Institute for Occupational Safety and Health, US Department of Health and Human Services; NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Washington, 1985.

– Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde (NVVK) en Interuniversitaire

Adviescommissie voor Veiligheids- en Milieuwetgeving (IAVM); Richtlijnen voor het Werken met (zeer) Toxische Stoffen in het Laboratorium, IAVM-rapport nr. 18, 1989.

– S.G.M.L. Oostendorp, S.A. van Gendren en M.M. Verberk; Signalering van Blootstelling aan Carcinogene en Teratogene Stoffen bij Laboratoriummedewerkers aan de Universiteit van Amsterdam, 1985.

– K. Teschke, C. Hertzman, H. Dimich-Ward, A. Ostry, J. Blair en R. Hershler; A Comparison of Exposure Estimates by Worker Raters and Industrial Hygienists, Scand. J. Work Environ Health 15, 424 (1989).

– W. Zwaard; Evaluatie van Risico's in Chemische Laboratoria, Chemisch Magazine 1987, 141.