

Vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu van woningen

Ing. Peter Fraanje
Drs. Frits Steenhuisen

Drs. Karel van Velze
Ing. Hans Laan
Drs. John Janus

Amsterdam, januari 1993

IVAM-onderzoeksreeks nr. 61
RIVM-rapportnr. 222302002

Interfacultaire Vakgroep Milieukunde
Universiteit van Amsterdam
Nieuwe Prinsengracht 130
1018 VZ Amsterdam
tel. 020-525.6206
fax. 020-525.6272

Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Postbus 1
3720 MB Bilthoven
tel. 030-743156

Dit rapport werd opgesteld in opdracht van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne in het kader van het projectnummer 222302 Binnenmilieu

Voorwoord

Deze studie is uitgevoerd door de Interfacultaire Vakgroep Milieukunde van de Universiteit van Amsterdam en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne te Bilthoven, in opdracht van het laatstgenoemde instituut.

Een interimversie van dit rapport heeft gediend als basis voor een hoofdstuk in de tweede Nationale Milieuverkenning van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) te Bilthoven, die in 1992 is verschenen. De gegevens in dit rapport zijn bijgewerkt tot 1 januari 1993.

Dank gaat uit naar prof. Lucas Reijnders, projectleider van het deel dat de IVAM heeft verzorgd en naar Ria de Hondt voor de lay out en laatste correcties.

Peter Fraanje

Amsterdam, januari 1993

Inhoudsopgave

	Voorwoord	I	
	Inhoudsopgave	III	
	Summary	V	
	Samenvatting	IX	
Hoofdstuk	1	Inleiding	1
	1.1	Aanleiding	1
	1.2	Probleemschets	1
	1.3	Afbakening	2
	1.4	Werkwijze	3
	1.5	Leeswijzer	7
Hoofdstuk	2	Vos in het binnenmilieu	9
	2.1	Definiëring en gebruik van vos	9
	2.2	Herkomst van vos	10
	2.3	Emissies van vos: omstandigheden, frequentie en patroon	11
	2.4	Gemeten concentraties van vos in het binnenmilieu van woningen	14
	2.5	Gezondheidseffekten vos in het binnenmilieu	16
	2.6	Vos en milieu	17
Hoofdstuk	3	Vos in produkten	19
	3.1	Inleiding	19
	3.2	Resultaten	19
Hoofdstuk	4	Concentraties van VOS in het binnenmilieu	35
	4.1	Inleiding	35
	4.2	Gezondheidskundige advieswaarden voor vos	36
	4.3	Beschrijving van worst-case situatie	37
	4.4	Berekende concentraties	41
	4.5	Gezondheidskundige evaluatie	42
	4.6	Conclusie	42
Hoofdstuk	5	Toekomstige ontwikkelingen, konklusies en aanbevelingen	45
	5.1	Toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van het gebruik van vos-bevattende produkten	45
	5.2	Konklusies	46
	5.3	Aanbevelingen	47

Summary

Volatile organic compounds (VOC) are organic compounds which are volatile at room temperature or slightly higher. As set out the first Dutch National Environmental Survey entitled Concerns for Tomorrow, published in 1988 by the National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) at Bilthoven (the Netherlands), VOC were thought possibly threatening to public health. However, more information was needed for making an accurate estimation of the seriousness of the situation.

This study deals with consumer products, building materials and activities leading to elevated VOC levels in indoor air in dwellings. Sixteen groups of products are selected and examined for high VOC content. Based on the results of this inventory, the potential contribution of each group of products to VOC levels in indoor air in small dwellings with poor ventilation has been assessed.

The following table gives a general overview of 56 selected products making an important potential contribution to total VOC concentration in dwellings.

no.	product	average VOC content (%)	prior compound	maximum content
1	flea powder		lindane	6 g/l
2	insecticide	60	dichloro-VOC	9,6 %
3	ant trap		chlorinated VOC	60 %
4	PVC cement	19	lindane	
			aromatics	20 %
5	PUR foam		trichloroethene	5 %
			toluenedi-isocyanate	
			CFC	
6	PS hard foam sheet		styrene	180 mg/m2 (>24 hr)
			ethylbenzene	55 mg/m2 (>24 hr)
7	plasticized wood	51	styrene	15 %
			dichloromethane	35 %
8	chipboard		formaldehyde	excessive norm
9	multi-ply		formaldehyde	excessive norm
10	nail polish	60	toluene	70 %
11	nail hardener	5	formaldehyde	
12	hair spray	40	CFC	50 %
			dichloromethane	
			1,1,1 trichloroethene	
13	engraving printed matter		toluene	3 mg/m3
14	correction fluid		1,1,1 trichloroethene	0 %
15	felt-pen, indelible		toluene	
			xylene	
16	felt-pen, whiteboard		toluene	0,3 g/kg
			p-xylene/c-benzene	0,1 g/kg, 0,1 g/kg
17	crease-resistant material		formaldehyde	118 ppm
18	dry cleaning		tetrachloroethene	9,5 mg/kg
19	mothballs, moth-paper		paradichlorobenzene	100 %
20	contact adhesive	80	toluene	20 %
21	PVC glue		toluene	22 %
22	carpet adhesive		aromatics	9 %
23	household benzine	90-100	toluene	
			benzene	
24	glue thinner	90-100	toluene	50 %
25	glue remover	90-100		
26	furniture wax/polish	75	toluene	80 %
27	wood varnish	57	aromatics	43 %
28	furniture chipboard		formaldehyde	excessive norm
29	interior cleaning materials	35		
30	bathroom cleaning materials	10		
31	floor maintenance materials	90		
32	carpet-cleaning materials	30	1,1,1 trichloroethene	75 %
			xylene	
33	air-freshener	100		
34	shoe spray	88	1,1,1 trichloroethene	68 %
35	shoe polish	45	xylene	21 %
36	casting resin		styrene	2000 ppm
37	chemical experiments kit		1,1,1 trichloroethene	
38	toy balloon putty		benzene	80 ppm
39	primer	36	toluene	31 %
			xylene	39 %
40	alkyd resin varnish	41	toluene	
			xylene	
41	parquet lacquer/varnish	60	toluene	
			xylene	
42	thinner (turpentine)	100	aromatics	20 %
43	paint remover	99	dichloromethane	86 %
			aromatics	10 %
44	paintbrush cleaner	100	aromatics	75 %
			dichloromethane	15 %
45	paintbrush softener	90	dichloromethane	29 %
46	stain remover fluid B		perchloroethene	
47	stain remover spray B		perchloroethene	
48	stain remover capsules		perchloroethene	
49	stain remover paste		perchloroethene	
50	stain remover spray C		chlorinated hydrocarbons	
51	stain remover (stickers and chewing gum)	67	aromatics	99 %
			dichloromethane	20 %
			1,1,1 trichloroethene	15 %
52	stain remover (fat and oil)	80	dichloromethane	20 %
			1,1,1 trichloroethene	70 %
53	other stain removers	73	xylene	5 %
			dichloromethane	43 %
			1,1,1 trichloroethene	62 %
54	vinyl carpet		formaldehyde	15 mg/m3 air
			toluene	28 mg/m3 air
55	polyamide carpet		styrene	2 mg/m2 carpet
56	various sorts of carpet		formaldehyde	100 mg/m2 carpet

The RIVM assessed indoor air concentrations with the use of the above-mentioned data and a computer model. The results are shown with the table below.

Expected exceedances of air quality guidelines in small dwellings with poor ventilation (contribution to annual average concentration in mg/m³)

Compound	Air quality guideline	Estimated level		Expected exceedance in dwellings
		without bulk application	with bulk application	
benzene	0.010	0.005		no
styrene	0.8	0.4	4	bulk appl.
toluene	3	1	25	bulk appl.
xylene	4.3	1	40	bulk appl.
acetone	17.8	2		no
formaldehyde	0.015 0.12 ⁽¹⁾	0.1 1		yes yes
dichloromethane	1.7	0.5	10	bulk appl.
1,1,1-trichloroethane	11	13		yes
trichloroethylene	1.9	0.5		no
p-dichlorobenzene	4.5	0.4		no

1) averaging time 0.5 hour

As can be seen from the table, the air quality guidelines can be exceeded for benzene and formaldehyde without bulk application. When applied in bulk the concentrations can increase and exceed guidelines for styrene, toluene, xylene and dichloromethane. Bulk application pertains to such products as carpet-glue, paint, paint-remover.

Particularly cosmetics will make a higher contribution to VOC levels when no measures are taken. Hair spray is the most important product in this group, with an increasing usage.

More accurate assessments of concentrations could be made if the manufacturers would give more information about percentages of VOC in their products and if more was known about how frequently products are used.

For a number of products considered here, alternatives without VOC are available. The VOC emission can be reduced for a number of products by substituting the aerosol in spray cans with spray pumps.

It would be advisable to take measures, as part of the policy on products, providing for the manufacturer to be required to state exactly what is in a product.

Research on alternatives for VOC-containing products should consider the complete life cycle of the product and take other environmental aspects in account as well. Using a substitute with a low VOC emission but which contains carcinogenic compounds or causes other environmental pollution during the production process should be avoided.

Samenvatting

Vluchtige organische stoffen (vos) zijn organische stoffen welke bij kamertemperatuur of even daarboven vluchtig zijn. Uit de eerste Nationale Milieuverkenning van het RIVM te Bilthoven getiteld 'Zorgen voor Morgen' kwam naar voren dat vos in woningen wellicht een bedreiging vormen voor de volksgezondheid. Er waren echter onvoldoende gegevens om een nauwkeurige schatting te maken van de ernst van de situatie.

In deze studie wordt een overzicht gegeven van consumentenprodukten, bouwmaterialen en activiteiten die leiden tot een verhoogde vos-concentratie in het binnenmilieu van woningen. Er zijn 16 produktgroepen geselecteerd en geanalyseerd op produkten met een hoog vos-gehalte. Vervolgens is aan de hand van in dit rapport verzamelde gegevens over gebruiksfrequentie een schatting gemaakt van de potentiële bijdrage van per produktgroep geselecteerde produkten aan de totale vos-concentratie in een kleine, matig geventileerde woning.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van 56 in dit onderzoek geselecteerde produkten die een belangrijke potentiële bijdrage aan de totale vos concentratie in woningen kunnen leveren.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
1	anti-vlooi		lindaan	6 g/l
2	insectenbestrijding	60	dichloorvos	9,6%
3	mierenlokdozen		gechl. vos	60%
4	PVC kit	19	lindaan	
5	PUR-schuim		aromaten	20%
			trichlooretheen	5%
6	PS-hardschuimplaat		tolueendiisocyaanat	
			CFK	
			styreen	180 mg/m ² (na 24 u)
			ethylbenzeen	55 mg/m ² (na 24 u)
7	kneedbaar hout	51	styreen	15%
			dichloormethaan	35%
8	spaanplaat		formaldehyde	overschr. norm
9	multiplex		formaldehyde	overschr. norm
10	nagellak	60	tolueen	70%
11	nagelharder	5	formaldehyde	
12	haarspray	40	CFK	50%
			dichloormethaan	
			1,1,1 trichloorethaan	
13	diepdruckwerk		tolueen	3 mg/m ³
14	korrektie-vloeistof		1,1,1 trichloorethaan	0%
15	vieltstift, watervast		tolueen	
			xyleen	
16	vieltstift, whiteboard		tolueen	0,3 g/kg
			p-xyleen/c-benzeen	0,1 g/kg
17	kreukvrij		formaldehyde	118 ppm
18	chemisch gereinigd		tetrachlooretheen	9,5 mg/kg
19	motteballen en -papier		paradichloorbenzeen	100%
20	contactlijm	80	tolueen	20%
21	PVC-lijm		tolueen	22%
22	tapijlijm		aromaten	9%
23	wasbenzine	90-100	tolueen	
			benzeen	
24	lijmverdunner	90-100	tolueen	50%
25	lijmverwijderaar	90-100		
26	meubelwas/-olie	75	tolueen	80%
27	houtvernis	57	aromaten	43%
28	meubelspanplaat		formaldehyde	overschr. norm
29	interieur-onderhoudsmiddel	35		
30	sanitairreiniger	10		
31	vloeronderhoudsmiddel	90		
32	tapijtreiniger	30	1,1,1 trichloorethaan	75%
			xyleen	
33	luchtverfrisser	100		
34	schoenspray	88	1,1,1 trichloorethaan	68%
35	schoenverf	45	xyleen	21%
36	gietharsset		styreen	2000 ppm
37	scheikundedozen		1,1,1 trichloorethaan	
38	ballonpasta		benzeen	80 ppm
39	grondverf	36	tolueen	31%
			xyleen	39%
40	alkydharslak	41	tolueen	
			xyleen	
41	parketlak	60	tolueen	
			xyleen	
42	verduunning (terpentine)	100	aromaten	20%
43	verfabijt	99	dichloormethaan	86%
			aromaten	10%
44	kwastreiniger	100	aromaten	75%
			dichloormethaan	15%
45	kwastontharder	90	dichloormethaan	29%
46	Vlekkenwater B		perchlooretheen	
47	Vlekkenspray B		perchlooretheen	
48	Vlekkencapsules		perchlooretheen	
49	Vlekkenspasta		perchlooretheen	
50	Vlekkenspray C		gechloreerde koolwaterstoffen	
51	Vlekkenverwijderaar (stickers en kauwgom)	67	aromaten	99%
			dichloormethaan	20%
			1,1,1 trichloorethaan	15%
52	Vlekkenverwijderaar (vet en olie)	80	dichloormethaan	20%
			1,1,1 trichloorethaan	70%
53	Overige vlekken- verwijderaars	73	xyleen	5%
			dichloormethaan	43%
			1,1,1 trichloorethaan	62%
54	vinyttapijt		formaldehyde	15 mg/m ³ lucht
			tolueen	28 mg/m ³ lucht
55	polyamidetapijt		styreen	2 mg/m ² tapijt
56	diverse soorten tapijt		formaldehyde	100 mg/m ² tapijt

Met bovenstaande gegevens (zie ook de bijlagen in dit rapport) en met hulp van een computermodel heeft het RIVM concentratieschattingen gemaakt die in de tabel hieronder zijn weergegeven

Verwachtingen ten aanzien van overschrijdingen van gezondheidkundige advieswaarden in kleine, slecht geventileerde woningen (jaargemiddelde concentratie in mg/m³)

Component	Gezondheidskundige advieswaarde	Geschatte waarde zonder bulktoep.	met bulktoep.	Overschrijding in woningen te verwachten
benzeen	0,010	0,005		nee
styreen	0,8	0,4	4	bij bulk-toepassing
tolueen	3	1	25	bij bulk-toepassing
xyleen	4,3	1	40	bij bulk-toepassing
aceton	17,8	2		nee
formaldehyde	0,015	0,1		ja
	0,12 (1)	1		ja
dichloormethaan	1,7	0,5	10	bij bulk-toepassing
1,1,1-trichloorethaan	11	13		ja
trichlooretheen	1,9	0,5		nee
p-dichloorbenzeen	4,5	0,4		nee

(1) middelingstijd 0,5 uur

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat zonder bulktoepassingen de gezondheidkundige advieswaarden voor formaldehyde en 1,1,1-trichloorethaan kunnen worden overschreden. Bij bulktoepassingen kunnen de concentraties styreen, tolueen, xyleen en dichloormethaan zo sterk oplopen dat ook sprake is van overschrijding. Bij bulktoepassing kan men denken aan tapijtlijnen, verven, afbijten e.d.

Indien geen maatregelen worden genomen is de verwachting dat met name het gebruik van cosmetica een grotere bijdrage zal gaan leveren aan de vos-belasting van het binnenmilieu. Haarsprays zijn van deze produktgroep het belangrijkste produkt waarvan het gebruik (zonder maatregelen) zal toenemen.

Er zouden meer nauwkeurige concentratie-schattingen te maken zijn indien fabrikanten duidelijker zouden zijn over het vos-gehalte in hun produkten en indien er meer bekend zou zijn over de gebruiksfrequentie van produkten.

Voor een deel van de in dit rapport beschouwde produkten zijn vos-vrije alternatieven in de handel. Ook is er een aantal produkten waarbij de vos-emissie kan worden gereduceerd door het vervangen van een spuitbus met drijfgas door verstuivers met pompjes.

Het verdient de aanbeveling om in het kader van het produktbeleid maatregelen te treffen die erin voorzien dat fabrikanten in de toekomst verplicht zijn om precies te vermelden wat in het produkt zit.

Bij het zoeken naar alternatieven voor vos bevattende produkten is het aanbevelenswaardig om de gehele levensloop en ook alle milieu-aspekten van het produkt in beschouwing te nemen. Men dient te voorkomen dat men een vervanger kiest die weliswaar minder vos emiteert, maar bijvoorbeeld kankerverwekkende stoffen bevat, of in de produktiefase veel vervuiling met zich meebrengt.

1.1 Aanleiding

Deze studie is uitgevoerd door de Interfacultaire Vakgroep Milieukunde (IVAM) van de Universiteit van Amsterdam, in opdracht van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) te Bilthoven. De resultaten van dit onderzoek zijn gebruikt voor een paragraaf over vluchtige organische stoffen (vos) in het binnenmilieu in de tweede Nationale Milieuverkenning van het RIVM die in 1992 verschenen is.

Direkte aanleiding van de belangstelling in Nederland voor vos in het binnenmilieu was de bodemvervuiling in een nieuwbouwwijk in Lekkerkerk (1). In de woningen in Lekkerkerk werden hoge concentraties vos gemeten, die afkomstig waren uit verfafval dat ooit voordat de wijk gebouwd werd was gestort. Men wist echter niet wat normale concentraties van vos in het binnenmilieu van woningen was.

Doel van het onderhavige onderzoek is een gefundeerde schatting te kunnen maken van de belasting van vluchtige organische stoffen (vos) in een gemiddelde Nederlandse woning. Met de resultaten van deze studie kan worden ingeschat in welke mate vos bedreigend zijn voor de volksgezondheid en wat voor maatregelen eventueel moeten worden genomen.

De concentratieberekeningen in deze studie zijn uitgevoerd door het RIVM, het overige deel van de studie is uitgevoerd door de IVAM.

1.2 Probleemschets

De westerse mens brengt een groot deel van de tijd in min of meer afgesloten ruimten door. Deze afgesloten ruimten betreffen de woning, waar men het grootste deel (80-90%) (2) van de tijd doorbrengt, de werkplek, de school, de auto, de trein, openbare gebouwen enzovoort (3).

Het is dan ook van groot belang dat de kwaliteit van het binnenklimaat geen aanleiding geeft tot lichamelijke of psychische klachten. Om dit soort klachten te voorkomen of te beperken zijn er voor de werksituatie wettelijke normen gesteld aan bijvoorbeeld concentratie-niveaus van stoffen (de zg. MAC-waarden) en lawaai.

In deze studie staat de aanwezigheid van vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu van woningen centraal. *Vluchtige organische stoffen worden op grote schaal en voor diverse doeleinden bij productieprocessen en in produkten gebruikt.*

- 1 Brunekreef, B.: "Verontreiniging van de binnenlucht"; in: Medische milieukunde; red. Stumpel, A.R.J. en van den Doel, R.; Bohn, Scheltema & Holkema; Utrecht/Antwerpen, 1989.
- 2 Proceedings of the first International Indoor Climate Symposium; Fanger, P.O. ed.; Copenhagen, Denmark, 1979.

Het gebruik van vos-bevattende produkten in huishoudens is in de periode 1981-1990 toegenomen en zal zonder ontmoedigend beleid toenemen, met name waar het cosmetica betreft (4).

Over het algemeen overtreft de concentratie vos binnenshuis de in de buitenlucht aangetroffen waarde (5,6). Van veel vos is aangetoond dat ze, zelfs in kleine hoeveelheden van enkele milligrammen per kubieke meter, negatieve effecten kunnen hebben op de gezondheid van de mens. Vos kunnen schadelijke effecten voor de gezondheid van de mens teweegbrengen, die variëren van duizeligheid en irritatie van de slijmvliezen tot vormen van dementie. Daarnaast is van enkele vluchtige organische stoffen bekend dat ze kankerverwekkende eigenschappen bezitten. Formaldehyde is een vos die wereldwijde bekendheid heeft gekregen, na toepassing op steeds grote schaal van spaanplaat vertijmd met formaldehydehoudende lijm.

In verschillende nationale en internationale onderzoeken is aangetoond dat het binnenmilieu met verschillende vluchtige organische stoffen verontreinigd kan zijn. In woningen in Nederland werden bijvoorbeeld 45 verschillende soorten vluchtige organische stoffen gemeten, waarvan de meeste in zeer kleine concentraties (7). Het totaal aantal bestaande vluchtige organische stoffen is hier overigens een veelvoud van.

De concentratie vos in het binnenmilieu van woningen is toegenomen. Dit wordt mede veroorzaakt door de sinds de jaren zeventig sterk verbeterde kierdichting van woningen, waardoor de ventilatie aanzienlijk is afgenomen (8).

Hoewel de gemiddelde concentraties van vos in woningen meestal aanzienlijk lager zijn dan op de werkplek (9), moeten de mogelijke effecten op de gezondheid niet worden onderschat. In tegenstelling tot de werksituatie, gaat het bij de thuisblijvers veelal om meer kwetsbare groepen uit de bevolking (baby's, zwangere vrouwen, bejaarden). Ook is de verblijfstijd binnenshuis niet zelden langer dan op de werkplek.

1.3 Afbakening

Het onderhavige onderzoek richt zich op de uitstoot van vluchtige organische stoffen (vos) in het binnenmilieu van woningen afkomstig van interne bronnen.

Het onderzoek betreft een aantal geselecteerde produktgroepen die op basis van een eerste inschatting van het RIVM en de IVAM zijn gekozen op grond van hun

-
- 3 Brunekreef, B. en Boleij, J.: "Luchtverontreiniging in woningen; de keerzijde van de nationale kierenjacht"; Wageningen, 1980.
 - 4 Projectbureau KWS 2000, VOC newsletter, august 1992; Den Haag, 1992.
 - 5 Ministerie van VROM: "Luchtverontreiniging in woningen"; publikatiereeks Lucht, nr. 45; SDU; Den Haag, 1985.
 - 6 Lebet, E. et al.: "Volatile organic compounds in dutch homes"; in: Environment Int.; vol.12, pp.323-332, 1986.
 - 7 Boleij, J.S.M. et al.: "Verontreiniging van de binnenlucht"; Cahiers bio-wetenschappen en maatschappij, 12(1987), no.2.
 - 8 Brunekreef, B. en Boleij, J.: "Luchtverontreiniging in woningen; de keerzijde van de nationale kierenjacht"; Wageningen, 1980.
 - 9 Ministerie van VROM: "Luchtverontreiniging in woningen"; publikatiereeks Lucht, nr. 45; SDU; Den Haag, 1985.

vermoedelijke bijdrage aan de vos-belasting van het binnenmilieu. Deze produktgroepen zijn in 1.4 weergegeven (10).

Het gebruik van vos brengt ook schade aan het milieu met zich mee op andere schaalniveau's dan het binnenmilieu en/of voor andere organismen dan de mens. Allereerst wordt schade veroorzaakt aan flora en fauna, bijvoorbeeld doordat men terpentijn dat gebruikt is voor het reinigen van kwasten door de gootsteen spoelt. Een voorbeeld van vos die milieuschade op mondiaal niveau veroorzaken zijn de chloor fluor koolwaterstoffen (CFK's) die ook tot de vluchtige organische stoffen worden gerekend en verantwoordelijk worden geacht voor de aantasting van de ozonlaag. Ook trichloorethaan en methylchloroform, stoffen die in sommige huishoudelijke reinigingsmiddelen voorkomen, tasten de ozonlaag aan. Op regionaal en lokaal niveau leidt het vrijkomen van vos in combinatie met stikstofoxiden tot smogvorming.

In deze studie staat echter de aanwezigheid van vos in het binnenmilieu van woningen en de *mogelijke overschrijding van gezondheidkundige advieswaarden betreffende vos voor de mens* centraal. In 2.5 wordt slechts in zeer algemene zin ingegaan op de overige milieu-effecten van vos.

Dit onderzoek beperkt zich tot *het in kaart brengen van de emissies van vos* en in het binnenmilieu van woningen en een *schatting van de concentratie van vos* in een gemiddelde Nederlandse woning. De stap van dosis naar effect komt in deze studie niet aan de orde. In 2.4 worden wel de gezondheidseffecten van vos in het binnenmilieu van woningen kort en in algemene zin opgesomd.

Oneigenlijk of ondeskundig gebruik van vos-houdende produkten en gebruik in extreme hoeveelheden kunnen leiden tot gezondheidschadelende concentraties. Ook wordt niet uitgesloten dat de vos-concentratie de gezondheidkundige advieswaarden overschrijdt in nieuwbouw- of renovatiewoningen kort na oplevering en inrichting. Deze situaties vallen echter buiten het kader van dit onderzoek.

1.4 Werkwijze

Om op verantwoorde wijze een schatting te kunnen maken van de concentratie van vos in een gemiddelde woning, zijn verschillende stappen nodig. Op grond van ervaringen van het RIVM en de IVAM van de Universiteit van Amsterdam zijn eerst de belangrijkste produktgroepen geselecteerd die vos emitteren. Vervolgens zijn deze produktgroepen onderzocht en is een selectie gemaakt op basis van een viertal criteria van de belangrijkste vos-bevattende produkten met bijbehorende emissies. Op basis van deze lijst van produkten met bijbehorende emissies zijn concentratieberekeningen gemaakt voor een standaardwoning

Het onderzoek omvat een groot aantal produkten en produktgroepen, waarvan op dit moment een systematisch overzicht met betrekking tot het gehalte aan vluchtige organische stoffen ontbreekt. De nadruk binnen dit onderzoek ligt in eerste instantie dan ook op het verzamelen van gegevens per produkt(-groep), die systematisch zijn vastgelegd in zogenaamde documenten. De volgende documenten zijn opgesteld:

-
- 10 Het gebruik van autoprodukten is bijvoorbeeld niet in dit onderzoek meegenomen. Aangenomen is dat de meeste onderhoudsactiviteiten aan de auto plaatsvinden buiten de woning. Niettemin worden er bij onderhoud aan de auto veel voshoudende produkten gebruikt: in 1990 ongeveer 2000 ton vos uit o.m. window cleaners (Projektbureau KWS 2000).

-
- Bestrijdingsmiddelen
 - Bouwmaterialen
 - Cosmetica
 - Drukwerk
 - Fotografie (doka)
 - Levensmiddelen
 - Lijmen
 - Kantoorbenodigdheden
 - Kleding
 - Meubelen
 - Reinigingsmiddelen
 - Verproducten
 - Schoenen
 - Speelgoed
 - Vlekkenmiddelen
 - Vloerbedekking
-

Per document is een vaste indeling gevolgd:

1. Inleiding
 2. Overzicht bronnen en activiteiten
 3. Gebruik vluchtige organische stoffen
 4. Plaats van vrijkomen
 5. Wijze van vrijkomen
 6. Concentraties binnen de woning
 7. Toekomstige ontwikkelingen
 8. Gebruik in Nederland (totaal/per woning)
 9. Diversen
 10. Criteria:
 - a. prioritare stoffen
 - b. kwantiteit
 - c. frequentie
 - d. spreiding
 11. Konklusies
 12. Informatiebronnen
-

Met behulp van deze documenten worden produkten geselecteerd, waarvan geacht wordt dat ze een wezenlijke bijdrage leveren aan de verontreiniging van het binnenmilieu met vluchtige organische stoffen. De documenten zijn terug te vinden in de bijlage van dit rapport. In het hoofd rapport zijn samenvattingen van elk document opgenomen (zie 3.2).

Bij deze selectie zijn de volgende criteria gebruikt:

a **Prioritaire stoffen**

De volgende stoffen worden als prioritaire stoffen in oplosmiddelen aangemerkt:

-
- Benzeen
 - Tolueen
 - Styreen
 - 1,2 Dichloormethaan
 - Dichloormethaan
 - Tetrachlooretheen
 - Tetrachloormethaan
 - 1,1,1 Trichloorethaan
 - Trichlooretheen
 - Trichloormethaan
 - Formaldehyde
-

Dat bepaalde vluchtige organische stoffen niet behoren tot de prioritaire stoffen wil niet zeggen dat deze stoffen geen effecten veroorzaken. Bij de keuze van de prioritaire stoffen heeft bekendheid met de stof en de relatieve giftigheid een rol gespeeld. Stoffen waarvan weinig bekend is met betrekking tot effecten op mens en milieu, voorkomen, bronnen, maatregelen enz. hebben een geringere kans om in het bovenstaande lijstje terecht te komen. Ondanks deze kanttekening zal in eerste instantie de aandacht worden beperkt tot de prioritaire oplosmiddelen.

b **Kwantiteit (samenstelling produkt)**

De hoeveelheid vluchtige organische stoffen die in een produkt aanwezig is, speelt uiteraard een rol bij de selectie van produkten. Hiervoor is moeilijk een ondergrens (in bijvoorbeeld gewichtsprocenten) te geven, omdat de bijdrage aan de verontreiniging van het binnenmilieu tevens samenhangt met het volgende criterium.

c **Frequentie**

Ten aanzien van het gebruik van materialen en consumentenprodukten kan voor de meeste produkten of produktgroepen een specifiek gebruikerspatroon worden aangegeven. Zo worden bijvoorbeeld cosmetica veelal dagelijks gebruikt, terwijl dit voor plantenbestrijdingsmiddelen veel minder frequent is. Bouwmaterialen, meubels enz. zijn permanent aanwezig en worden dus "dagelijks gebruikt". Een voorlopige grove indeling in "dagelijks gebruik" en "periodiek gebruik" (ten hoogste enkele malen per jaar) lijkt in dit kader werkbaar.

d. **Spreading/penetratiegraad**

Bij de selectie kan ook van belang zijn in welke mate bepaalde produkten of produktgroepen gebruikt worden door de Nederlandse consument. Artikelen die in veel huishoudens worden gebruikt zijn in dit kader in principe van groter belang.

Op grond van de geselecteerde produkten kunnen de gemiddelde emissies in de woning worden geschat, waarna vervolgens concentratieschattingen voor het binnenmilieu gemaakt kunnen worden.

Samenvattend levert de werkwijze het volgende, versimpelde, beeld op:

SAMENSTELLING EN TOEPASSING
PRODUKT

EMISSIE

CONCENTRATIE
IN WONING

Het onderzoek is voornamelijk gebaseerd op bestaande literatuur en mondelinge informatie. De literatuurbronnen op het gebied van vluchtige organische stoffen-onderzoek zijn sterk gericht op het verrichten van concentratie-metingen. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in metingen in zogenaamde testkamers en praktijkmetingen in woningen en bedrijven (zoals kantoren en scholen). Bij laboratorium metingen worden veelal produkten getest, die aanmerkelijke emissies van vluchtige organische stoffen vertonen. Voor produkten waarvoor dergelijke meetgegevens niet voorhanden zijn, moest worden getracht dit via de produktsamenstelling te herleiden.

Informatie met betrekking tot het voorkomen van vluchtige organische stoffen in produkten werd veelal verkregen op basis van literatuur die niet specifiek op het voorkomen van vluchtige organische stoffen in produkten was gericht, maar op het voorkomen van het gebruik van mens- en milieugevaarlijke stoffen in het algemeen. Met name milieu- en consumentenorganisaties leggen de nadruk op deze benadering.

Van de produkten waarover op basis van literatuuronderzoek geen informatie te vinden was, werd getracht gegevens te verkrijgen bij producenten, handelaren of (bedrijfsmatige-) gebruikers.

De twee invalshoeken, concentratiemetingen en informatie over produkten, leveren niet altijd hetzelfde beeld op. Met name produktinformatie geeft, om diverse redenen, een veel beperkter beeld van de verschillende vluchtige organische stoffen die vrijkomen. Ten eerste wordt door producenten niet altijd informatie verschaft over de precieze aard en hoeveelheid van de in het produkt gebruikte grondstoffen. Ten tweede kunnen de gebruikte grondstoffen (onbekende) verontreinigingen van vluchtige organische stoffen bevatten. Ten derde kunnen reacties van stoffen in het produkt met andere stoffen in het produkt of in de woning leiden tot de vorming van geheel nieuwe vluchtige organische stoffen.

1.5

Leeswijzer

In hoofdstuk twee wordt het voorkomen van vos in woningen in het algemeen behandeld. Na een definitie van vos wordt ingegaan op de herkomst en de bestaande meetgegevens betreffende concentraties van vos in het binnenmilieu. Voorts wordt ingegaan op algemene patronen van vos concentraties en worden gezondheidseffekten van vos en de effecten op het milieu van vos kort aangestipt. Hoofdstuk drie geeft een overzicht van de belangrijkste produkten van waaruit vos emitteren naar het binnenmilieu van woningen. Paragraaf 3.2 is een samenvatting van de dokumenten per produktgroep die in de bijlage van dit rapport zijn opgenomen. In hoofdstuk vier worden op basis van het voorgaande hoofdstuk concentratieschattingen gemaakt van diverse vos in een gemiddelde Nederlandse woning. In hoofdstuk 5 wordt getracht de toekomstige ontwikkelingen aangaande vos-gebruik in algemene zin weer te geven. Dit hoofdstuk besluit met konklusies en aanbevelingen.

Vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu van woningen

2.1 Definiëring en gebruik van vos

Vluchtige organische stoffen worden in dit rapport gedefinieerd als:

organische (vloeï)stoffen welke bij kamertemperatuur of temperaturen even daarboven vluchtig zijn

In dit rapport zal verder de afkorting vos (vluchtige organische stoffen) worden gehanteerd. De Nederlandse term vos sluit aan bij het gebruik van de term "volatile organic compounds" (VOC) in de internationale literatuur.

Er zijn duizenden verschillende organische stoffen die vluchtig zijn rond kamertemperatuur of iets verhoogde temperaturen. In een database van het Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA) zijn 320 verschillende vos opgenomen, waarvan er 261 al eens in de buitenlucht zijn gemeten en 66 in binnenlucht (11).

Vluchtige organische stoffen worden voor vele doeleinden gebruikt en komen dientengevolge in een groot aantal produkten voor. Vos als oplosmiddel is slechts één van de toepassingen waarvoor deze stoffen geschikt zijn. Vluchtige organische stoffen kunnen worden gebruikt als (12):

- Oplosmiddel voor o.a. verf, lijm, inkt
- Ontvetter van o.a. metalen en textiel
- Extractiemiddel voor plantaardige vetten en oliën
- Pesticide
- Conserveringsmiddel
- Geurstof
- Brandstof
- Drijfgas
- Koelmiddel
- Anti-vriesmiddel
- enz.

Naast deze toepassingen komen vos veelvuldig voor als (onbedoeld) bestanddeel in allerlei industriële produkten (bijvoorbeeld vinylchloride in PVC, formaldehyde in fenolhars).

- 11 Shah, J.J. en Singh, H.B.: "Distribution of volatile organic chemicals (voc) in outdoor and indoor air"; in: Environ. Sci. Technol., vol. 22, no. 12, 1988; pp.1381-1388.
- 12 WHO, diverse health criteria documenten.

2.2. Herkomst van vos

Een groot aantal producten die vluchtige organische stoffen bevatten, worden regelmatig of soms zelfs dagelijks binnenshuis gebruikt. Vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu zijn in te delen naar herkomst aan de hand van het door het RIVM gehanteerde schema (13).

a vos afkomstig van buiten de woning

Bekend is dat de aanwezigheid van vluchtige organische stoffen in woningen voor een deel wordt veroorzaakt door verontreinigingen buiten de woning. Met name verontreinigde buitenlucht kan gemakkelijk de woningen binnendringen. Daarnaast is aangetoond dat in woningen die op verontreinigde grond waren gebouwd verhoogde concentraties vluchtige organische stoffen voorkwamen (14).

Belangrijke bronnen van emissies van vluchtige organische stoffen in de buitenlucht zijn bedrijven (stabiele bronnen) en het verkeer (mobiele bronnen). De mate waarin binnen woningen de concentratie van vluchtige organische stoffen beïnvloed wordt door dergelijke bronnen, is sterk afhankelijk van de ligging van de woning. Zo werden bij metingen in woningen boven een autospuiterij en een offsetdrukkerij concentraties van in die bedrijven gebruikte vluchtige organische stoffen aangetroffen die hoger waren dan in controlewoningen (15). Deze concentraties konden in het geval van de autospuiterij oplopen tot gemiddeld 50% van de in de bedrijfruimte gemeten hoeveelheid. De beïnvloeding van het binnenmilieu door dit soort bedrijven blijft voornamelijk beperkt tot de direct omringende woningen. In dit verband moeten ook de chemische wasserijen worden genoemd, omdat deze veelvuldig voorkomen in stedelijke gebieden. De bodem onder de woning kan, indien deze ernstig vervuild is met vos ook een bron zijn.

Binnen dit onderzoek zal aan verontreiniging afkomstig van het buitenmilieu verder geen aandacht worden besteed. Afhankelijk van de ligging van woningen kunnen vos afkomstig uit het buitenmilieu een relatief belangrijke invloed hebben.

b vos afkomstig uit de woning zelf of uit installaties

De woning, waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen enerzijds bouwmaterialen en constructies en anderzijds installaties, kan zelf ook een bron van vluchtige organische stoffen zijn.

In bouwmaterialen en bij de constructie van woningen worden in toenemende mate vluchtige organische stoffen toegepast. Een berucht voorbeeld in deze is formaldehyde uit spaanplaat in gebouwen, dat in vele gevallen leidde tot gezondheidsklachten.

Dit effect wordt versterkt door de afgenomen ventilatie in veel woningen, met name veroorzaakt door betere kierdichting (in verband met het tegengaan van warmteverliezen).

Dat het gebruik van installaties kan leiden tot het vrijkomen van vluchtige organische stoffen, blijkt ondermeer uit een onderzoek naar het gebruik van

-
- 13 Zorgen voor Morgen, pag. 323./ Notitie binnenmilieu.
 - 14 zie voor deze problematiek bv.: Kliest, J. et al.: "The relationship between soil contaminated with voc and indoor air pollution"; in: Env. Internat., vol. 15, 1989; pp. 419-425.
 - 15 Coronel laboratorium: " Organische oplosmiddelen in een autospuiterij, een offsetdrukkerij en omringende woningen"; rapport nr. 8509; Universiteit van Amsterdam, Faculteit der geneeskunde; Amsterdam 1985.

allesbranders en open haarden (16).

Vos uit installaties blijven in dit onderzoek buiten beschouwing.

c vos-emissies als gevolg van produktgebruik of activiteiten binnenshuis

Binnenshuis vinden vele activiteiten plaats waarbij vluchtige organische stoffen vrijkomen. Deze activiteiten hebben te maken met "de bewoning" (behangen, tapijt leggen enz.), een hobby, schoonmaakwerkzaamheden, persoonlijke verzorging enzovoort.

Afgezien van produkten die voor "de bewoning" worden gebruikt, rekenen we de binnenshuis gebruikte goederen tot de consumentenartikelen. Veel van deze produkten bevatten vluchtige organische stoffen, zij het vaak in kleine tot zeer kleine hoeveelheden. Hun bijdrage aan de verontreiniging van het binnenmilieu kan echter relatief groot zijn omdat ze regelmatig (vaak dagelijks) worden gebruikt. Vandaar dat aan produkten die binnen de woning worden gebruikt in dit onderzoek ruime aandacht zal worden besteed. Uit onderzoek is overigens gebleken dat in huizen waar wordt gerookt de concentratie van onvertakte en aromatische koolwaterstoffen hoger ligt dan in huizen waar niet gerookt wordt (17).

2.3 Emissies van vos: omstandigheden, frequentie en patroon

Het emissiedebiet van vos uit materialen wordt bepaald door drie fundamentele processen (18):

- 1) diffusie in het materiaal
- 2) desorptie
- 3) verdamping uit het materiaal naar langstromende lucht

De volgende factoren zijn van invloed op deze processen (19):

- 1) temperatuur
- 2) ventilatievoud (aantal luchtwisselingen)
- 3) de lichtsnelheid
- 4) vocht

Bij een hogere temperatuur nemen de vos emissies via alle drie de processen toe. De concentratie van een geëmitteerde stof is ongeveer omgekeerd evenredig met het ventilatievoud. De lichtsnelheid is alleen belangrijk indien lichtsnelheden van 0,3-0,5 m/s voorkomen. In een normale woning komen dergelijke snelheden niet of nauwelijks voor. Het vochtgehalte in materialen en de daarmee samenhangende relatieve luchtvochtigheid hebben een bevorderende invloed op de emissie van in water oplosbare gassen en dampen.

De omvang en aard van de blootstelling aan vos hangt af van de kenmerken van vos-emitterende bron. Relevant zijn de frequentie (of het voorkomen) van de vos-emissie en het patroon van deze emissie.

-
- 16 Min. van VROM: "Milieu-effecten van allesbranders en open haarden"; Publikatiereeks Lucht, no. 2; Den Haag, 1982.
 - 17 Lebrat, E.: "Air pollution in Dutch homes"; proefschrift; LUW; Wageningen, 1985.
 - 18 Tichenor, B.A.: "Indoor air sources: using small environmental test chambers to characterize organic emissions from indoor materials and products"; EPA-report nr. 600/8-89-074; Washington DC, 1989.
 - 19 Wal, J.F. van der: "De belasting van het binnenmilieu door de emissie van vos uit bouwmaterialen en produkten"; TNO-Bouw, P-91-009; Delft, 1991.

Voor de relatie tussen blootstelling en frequentie wordt per agens de indeling in tabel 2.1 aangehouden. Het spreekt voor zich dat veel voorkomende produkten of activiteiten meer invloed hebben op de blootstelling dan in het geval van incidentele gevallen.


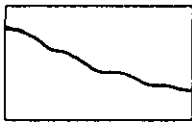
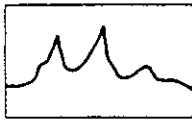
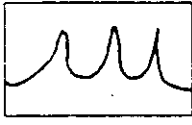
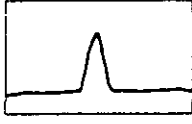
Tabel 2.1 Indeling van vos-emitterend(e) produkten of activiteiten, in afnemende mate van frequentie gerangschikt.

score	mate van voorkomen	voorbeeld
5	komt algemeen en overal voor (95-100%)	stoffering bouwmaterialen
4	komt veel/vaak voor (70-95%)	gasfornuis, kunststoffen
3	komt regelmatig voor (30-60%)	afvoerloze geiser, hobby-artikelen
2	komen in mindere mate voor (5-30%)	fotochemicaliën, speciale onderhoudsmiddelen
1	komen zelden of nooit voor (0-5%)	vrijkomen van stoffen bij brand

Productgebruik in de woning, bouwmaterialen en bepaalde activiteiten in de woning hebben een typisch emissiepatroon. In een onderzoek naar de gezondheidkundige aspecten van de kwaliteit naar het binnenmilieu wordt hiervan een overzicht gegeven (20). In onderstaande figuur worden de belangrijkste typische emissiepatronen weergegeven.

20 Dongen, J.E.F. et al.: "Gezondheidkundige aspecten en kwaliteit van het binnenmilieu"; vooronderzoek; TNO Ned. Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg; Leiden, 1988.

Figuur 2.1 Emissieprofielen van een aantal bronnen in het binnenmilieu (20).

score	aard van de blootstelling		voorbeeld
5	kontinu, evt. seizoensvariatie		radon, spaanplaten
		jaar -->	
4	monotoon, afnemend in de tijd		bouwmaterialen, tapijt
		maand/jaar -->	
3	intermitterend, meerdere malen per dag		koken, roken
		dag -->	
2	intermitterend, meerdere malen per week		reinigen
		week -->	
1	incidenteel eenmaal per week tot eenmaal per maand		hobby
		week/maand -->	

De score is hoger naarmate een emitterend(e) produkt of activiteit vaker voorkomt en naarmate de blootstelling langduriger is. Mede op basis van deze scores kunnen vos-emitterende bronnen worden gerangschikt in belangrijkheid voor de blootstelling.

Er is ook onderzoek gedaan naar seizoensvariatie van vos-concentraties in het binnenmilieu (21, 22). Uit dit onderzoek bleek dat de meeste vos-concentraties toenemen in de wintermaanden, waarschijnlijk omdat bewoners de woning minder luchten en in ieder geval ook omdat een aantal activiteiten waarbij vos vrijkomen in de woning worden verricht, terwijl men deze in de zomermaanden buiten doet. De totale vos-concentratie ligt in de winter 2-3 maal hoger dan in de zomer.

21 Seifert, B. et al.: "Seasonal variation of voc concentrations in selected German homes"; in: *Indoor Air* 1987; Berlin, 1987.

22 Seifert, B. et al.: "Seasonal variation of concentrations of voc in selected German homes"; in: *Environment International*, vol. 15, 1989, pp.397-408.

2.4

Gemeten concentraties van vos in het binnenmilieu van woningen

Begin tachtiger jaren is door de Landbouw Universiteit van Wageningen onderzoek (23) gedaan naar het voorkomen van vos in 300 woningen uit verschillende jaarklassen. Het ging om 134 naoorlogse woningen en 96 relatief nieuwe woningen, niet ouder dan 6 jaar in Ede en 89 vooroorlogse woningen in Rotterdam. Er werden 45 verschillende soorten vos gemeten. De concentratie vos in het binnenmilieu lag in alle gevallen hoger dan de concentratie in het buitenmilieu. Opvallend was dat in de woningen minder dan zes jaar oud het meest frequent overschrijdingen van 100 ug vos/m³ werd gemeten.

Consumentenprodukten en bouwmaterialen bleken de belangrijkste bronnen voor vos, waarbij de laatsten een relatief konstante bron zijn. In geval van piekconcentraties van vos was de oorzaak waarschijnlijk een bepaalde activiteit van de bewoners. In tabel 2.2 worden de voor een aantal soorten vos gevonden concentraties in 174 naoorlogse woningen weergegeven (24).

Tabel 2.2 Gemeten concentraties van enkele soorten vos in het binnenmilieu van 174 naoorlogse woningen in Ede (24)

soort vos	mediaan	maximum
n-hexaan	4	107
n-decaan	9	433
limoneen	26	216
benzeen	7	148
tolueen	40	697
xylenen	12	178
naftaleen	<0,3	14
trichlooretheen	<2	106
tetrachlooretheen	<2	205

Door TNO zijn emissiebepalingen en binnenluchtconcentratiemetingen gedaan aan een aantal bouwprodukten, meubilair en tapijt, dat nieuw gekocht was (25). Onderzocht werden spaanplaatkasten, multiplex platen, polystyreen hardschuim (tempex), spaanplaat en tapijttegels. In geval van tapijttegels, spaanplaat en multiplex waren de concentraties vos in de testruimte na 24 uur volgens 3 soorten beoordelingsmaatstaven duidelijk te hoog.

In tabel 2.3 zijn de (voor dit onderzoek) relevante resultaten van een studie door TNO naar de kwaliteit van de binnenlucht in gerenoveerde woningen (26)

- 23 Lebet, E. et al.: "Volatile organic compounds in Dutch homes"; in: *Env. Int.*, vol.12, 1986; pp.323-332.
- 24 Lebet, E.: "Air pollution in Dutch homes"; proefschrift; LUW; Wageningen, 1985.
- 25 Wal, J.F. van der: "De belasting van het binnenmilieu door de emissie van vos uit bouwmaterialen en produkten"; TNO-Bouw, P-91-009; Delft, 1991.
- 26 Wal, J.F. van der et al.: "The indoor air quality in renovated Dutch homes"; TNO Division of Technology for Society; Delft, 1987.

Tabel 2.3 Gemiddeld gewogen concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) over 48 uur van vos in drie soorten gerenoveerde woningen in Nederland (26).

verbinding	appartement		woonhuis nat. vent.
	met nat. vent	met mech. vent	
benzeen	9-31	4-14	6-14
toluëen	55-79	18-290	27-51
xyleen isomeren	19-40	13-50	8-10
overige aromaten	20-35	19-105	10-16
n-alkanen	10-35	17-250	10-17
styreen	5-10	1-12	1-2
trichlooretheen	20-60	<2	<2
formaldehyde	5-60	-	-
limoneen	10-97	87-130	26-100
alfa-pineen	4-10	2-40	2

Opvallend aspect aan dit onderzoek was het feit dat in de woningen met mechanische ventilatie, waar men zou verwachten dat daar een hoger ventilatieniveau heerst, de hoogste concentraties vos werden gemeten. De oorzaak hiervan was een slecht ontwerp van woning en installatie en het bewonersgedrag.

Tussen 1982 en 1985 zijn in Duitsland drie meetprogramma's uitgevoerd naar het voorkomen van vos in binnenmilieu's van woningen (27). De gemiddelde concentraties van alkanen, cycloalkanen, terpenen, alcoholen, chloor- en carbonylverbindingen bleven in het algemeen onder de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor enkele aromatische en gechloroerde koolwaterstoffen werden tweewekelijkse gemiddelden gemeten die boven de $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ lagen. Dergelijke concentraties liggen veel hoger dan in buitenlucht gemeten waarden op door verkeer vervuilde lokaties. In totaal werd in bijna driehonderd woningen gemeten. In tabel 2.4 worden de waarden weergegeven van het derde meetprogramma bij 159 woningen.

Tabel 2.4 Subtotalen van de gemeten concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) van vos in 159 woningen over een periode van oktober tot december 1985 (27).

verbinding	range	gemiddelde
n-alkanen	18-427	79
12-i alkanen (C6-C9)	1,8-79	8,2
cycloalkanen	8,7-232	35
aromaten	43-1261	201
chloorverbindingen	11-1638	101
terpenen	4,4-362	52
carbonylverbindingen	8,9-347	35
alcoholen	2,8-22	8,9

In kantoren zijn in het kader van onderzoek naar het Sick Building Syndrome ook metingen verricht naar het voorkomen van vos (28). In tabel 2.5 zijn de resultaten van dit onderzoek weergegeven.

- 27 Seifert, B. et al.: "Flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft"; in: Bundesgesundhbl. 29, nr. 12, december 1986; pp. 417-423.
- 28 Norback, D. et al.: "Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome"; in: Scand. J. Work Environ. 1990, vol. 16; pp.121-128.

Tabel 2.5 Gemeten concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) van vos in 11 gebouwen met Sick Building-klachten (28)

verbinding	range
formaldehyde	<10-30
aromaten	50-110
n-alkanen	3-24
terpenen	2-140
niet geïdentificeerde vos met laag kp	10-1300
niet geïdentificeerde vos met hoog kp	<5-270
totaal vos	50-1380

In deze studie werd een correlatie gevonden tussen het gemiddelde aantal a-specifieke klachten en de totale concentratie vos in het binnenmilieu van kantoren.

2.5 Gezondheidseffecten vos In het binnenmilieu

De gezondheidsklachten en/of -schade die bij overmatige blootstelling aan vos worden toegeschreven zijn:

ACUTE EFFEKTEN

- huidirritatie
- irritatie van slijmvliezen van ogen en ademhalingswegen
- reversibele effecten op het centraal zenuwstelsel (hoofdpijn, duizeligheid, sufheid en een verminderd reactievermogen)

CHRONISCHE EFFEKTEN

- huid-allergie, luchtwegallergie
- chronische schade aan het zenuwstelsel, zich uitend in depressies, vergeetachtigheid, labiliteit, nervositeit enz. (organopsycho-syndroom) (29, 30)
- kanker (31, 32)
- afwijkingen nageslacht (33, 34)

Uiteraard hebben niet alle vos al deze effecten tot gevolg. Met name kanker en afwijkingen nageslacht worden voor zover nu bekend door een beperkt aantal vos veroorzaakt. Dit onderzoek reikt tot het punt van concentratieschatting van vos in de woning. In hoofdstuk vier worden de gezondheidkundige advieswaarden vergeleken met de berekende concentraties.

Daarbij dient te worden vermeld dat er nog weinig of niets bekend is van synergistische effecten van in woningen voorkomende "cocktails" van vos.

- 29 zie voor een overzicht hiervan: Bus, J.G.H.: "Zenuwslopende oplossingen"; Chemiewinkel Amsterdam/Coronell laboratorium; rapport.nr. 88-13; Amsterdam, 1988.
- 30 Edling, C. et al.: "Long term follow up of workers exposed to solvents"; in: British Journal of Industrial Medicine; 1990, vol. 47; pp. 75-82.
- 31 Copius Peereboom, J.W. en Reijnders, L.: "Hoe gevaarlijk zijn milieugevaarlijke stoffen?"; Boom; Meppel, 1986.
- 32 Tancrede, M. et al.: "The carcinogenic risk of some organic vapors indoors: a theoretical survey"; in: Atm. Environ. 1987, vol 21; pp.2187-2205.
- 33 zie bijvoorbeeld: Tikkanen, J. en Heironen, O.P.: "Cardiovascular malformations and organic solvent exposure during pregnancy in Finland; in: American Journal of Medicine 14, 1988; pp. 1-8.

Hierdoor wordt de basis voor gezondheidkundige advieswaarden voor één stof zwakker. Onderzoek naar de oorzaken van Sick Building Syndrome laat zien dat van elke stof apart de concentratie onder de gezondheidkundige advieswaarde blijft, maar dat er toch veel gezondheidsklachten zijn (35, 36). In sommige onderzoeken wordt ook gesuggereerd dat vos één van de oorzaken van SBS zouden kunnen zijn (37). In een studie werd een duidelijke correlatie aangetoond tussen de SBS-klachten en de totale vos concentratie (29).

2.6 Vos en milieu

Het gebruik van vos brengt ook schade aan het milieu met zich mee op andere schaalniveau's dan het binnenmilieu en/of voor andere organismen dan de mens. Een voorbeeld van vos die milieuschade op mondiaal niveau veroorzaken zijn de chloor fluor koolwaterstoffen (CFK's) en trichloorethaan die verantwoordelijk worden geacht voor de aantasting van de ozonlaag. Op regionaal en lokaal niveau leidt het vrijkomen van vos in combinatie met stikstofoxiden tot smogvorming. In onderstaande tabel zijn de milieu-effecten van vos nog een keer schematische weergegeven.

Tabel 2.6 Milieu-effecten van het gebruik van vos op de verschillende schaalniveau's.

schaalniveau	aard van milieuschade
binnenmilieu	direkte gezondheidsschade bij mensen
lokaal	aantasting (water-)flora en fauna, smogvorming, stank, directe gezondheidsschade bij mensen
regionaal	smogvorming
mondiaal	aantasting ozonlaag, bijdrage broeikas effect

De onderstaande tabellen geven een indruk voor 1985 en 1990 van het relatieve belang van vos-uitstoot door huishoudens in het totaal van vos emissies.

- 34 voor een overzicht van verdacht reproductietoxische stoffen zie: Bus, J. en Stijkel, A.: "Het kind van de rekening"; Chemiewinkel Amsterdam i.o.v. FNV; Amsterdam, 1992.
- 35 zie o.m.: Vroon, P.A.: "Psychologische aspecten van ziekmakende gebouwen; VROM/DCB RUU Utrecht; juli 1990.
- 36 Seifert, B. et al.: "Flüchtige organische Verbindungen in der Innenraumluft"; in: Bundesgesundhbl. 29, nr. 12, december 1986; pp. 417-423.
- 37 zie bv. Bach, B. et al.: "Human reactions during controlled exposures to low concentrations of organic gases and vapours known as normal indoor air pollutants; performance tests. in: Proceedings of the 3rd Int. Conference on Indoor Air quality and Climate, Stockholm, vol. 3; pp.397-402.

Tabel 2.7 Emissie van vos van Nederlandse bronnen in kiloton per jaar (1985) (38).

Mobiele bronnen	175-190
Industriële emissies	110-130
Huishoudens	55-85
w.v.schoonmaken	
cosmetica etc	25-55
verproducten	10-15
spuitbussen	15-25
Kleine bedrijven	40-45
Benzinestations	8-12
Verbrandingsemissies	10-15
Natuurlijke emissies	10-20
Totaal	435-475

Onderstaande schattingen zijn gemaakt voor 1990 (let op: andere indeling in categorieën) (39).

Tabel 2.8 Schatting van de emissie van vos van Nederlandse bronnen (in kton/jaar)(*) (39)

Bron	1990
Chemische industrie	22,0
Verfondernemingen	30,1
Metaal industrie	33,7
Huishoudens	33,8
Aardolie industrie	18,7
Grafische industrie	10,8
Opslag- en vervoersbedrijven	10,4
Tankstations	9,95
Garagebedrijven	11,9
Overige industrie	32,81

*) exclusief vos afkomstig van mobiele bronnen, verbranding en natuurlijke emissies

Uit deze overzichten blijkt dat het aandeel van huishoudens klein, doch niet verwaarloosbaar is ten opzichte van andere bronnen. De emissies van vos door huishoudens leveren een niet te verwaarlozen bijdrage aan de in tabel 2.6 onderscheiden regionale en mondiale milieuproblematiek.

38 Instituut voor Milieuvraagstukken: "Emissies van vos 1985-2000"; IVM VU; Amsterdam.

39 VOC Newsletter, july 1991, Den Haag

3.1 Inleiding

Het in kaart brengen van de bronnen van vluchtige organische stoffen in de woning gebeurt aan de hand van een overzicht van groepen van produkten. Deze werkwijze geeft in de breedte een goed beeld van de bijdrage van de verschillende produktgroepen en produkten aan de concentratie vluchtige organische stoffen in woningen. Binnen de documenten is tevens een selectie gemaakt van produkten, die met betrekking tot de emissie van vos (met de nadruk op prioritaire stoffen) het meest van belang zijn. De basisdocumenten van de produktgroepen zijn te vinden in de bijlagen bij dit rapport. In 3.2 zijn de belangrijkste bevindingen per produktgroep weergegeven.

3.2 Resultaten per produktgroep/activiteit

Bestrijdingsmiddelen

Hoewel de gechloreerde koolwaterstoffen lindaan en methylchloride in de toekomst een minder grote rol zullen gaan spelen verdient het in het kader van deze studie de aanbeveling toch enkele produktgroepen nader te bestuderen: anti-vlooiemiddelen (vlooiendoeken, shampoo's e.d.), insectenbestrijdingsmiddelen, mierenlokdozen.

Voor motteballen wordt verwezen naar het document Kleding. Anti-vlooiemiddelen kunnen dichloorvos bevatten; deze stof is matig vluchtig, maar ernstig giftig. Insectenbestrijdingsmiddelen bevatten in de regel carbamaten, pyrethoïden of organofostaten. Mierenlokdozen kunnen nog steeds gechloreerde koolwaterstoffen bevatten. Bij bestrijding binnen kan het vrijkomen van de genoemde vos de gezondheid schaden. Bij gebruik van insectenbestrijdingsmiddelen in binnenruimten is de kans daarop relatief groot.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
1	anti-vlooi		dichloorvos	9,6%
2	insectenbestrijding	60	gechl. vos	tot. 60%
3	mierenlokdozen		gechl. vos	

Bouwmaterialen

Met name emissies van vluchtige organische stoffen uit bouwmaterialen die direkt in nabijheid van de bewoners zijn, dus uit de afbouwmaterialen, kunnen gevolgen voor de gezondheid van de bewoner hebben. Sinds de Tweede Wereldoorlog vindt men in de gemiddelde nieuwbouwwoning steeds meer soorten afbouwmaterialen. Over de emissies uit deze bouwmaterialen en de gevolgen voor de gezondheid van de bewoner is nog niet zo veel bekend.

Uit bouwmaterialen kunnen de volgende organische oplosmiddelen vrijkomen: trichlooretheen, dichloormethaan, styreen, formaldehydeterpentine, methanol. Daarnaast kunnen bouwmaterialen schadelijke en milieubelastende vluchtige stoffen bevatten als CFK's en toluendiisocynaat.

Van een aantal stoffen die uit bouwmaterialen vrijkomen zijn nog niet voldoende aanwijzingen dat met zekerheid gezegd kan worden dat zij in zulke hoeveelheden vrijkomen dat zij een schadelijk effect hebben; het gaat dan om weekmakers als di-iso-octylfalaat of om stoffen als dimethylnitrosamine.

Bij gevelbehandeling met hydrofoberingsmiddelen worden organische oplosmiddelen gebruikt. Enkele hydrofoberingsmiddelen bevatten prioritaire stoffen als toluen en xyleen. Deze stoffen kunnen bij ongunstige omstandigheden de woning binnendringen. Het is echter niet bekend hoeveel woningen jaarlijks worden behandeld met deze middelen.

Uit de grote hoeveelheid van bouwmaterialen (zie document) waaruit onder normale omstandigheden vluchtige organische stoffen kunnen vrijkomen, is de onderstaande selectie gemaakt.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
4	PVC kit	19	aromaten trichlooretheen	20% 5%
5	PUR-schuim		toluendiisocynaat CFK	
6	PS-hardschuimplaat		styreen ethylbenzeen	180 µg/m ² (na 24 u) 55 µg/m ² (na 24 u)
7	kneedbaar hout	51	styreen dichloormethaan	15% 35%
8	spaanplaat		formaldehyde	overschr. norm ¹
9	multiplex		formaldehyde	overschr. norm ¹

1) Norm van 120 mg/m³

Cosmetica

Het gebruik van cosmetica is niet aan leeftijd gebonden. Vanaf de geboorte worden baby's al geconfronteerd met produkten voor de lichaamsverzorging. Lange tijd waren met name blanke jonge vrouwen de voornaamste cosmetica-gebruiksters. Tegenwoordig (en in de nabije toekomst) is het aantal doelgroepen voor de cosmetica-industrie breder geworden: oudere vrouwen, jonge meisjes, mannen en zwarte vrouwen.

Vos worden als oplosmiddel, drijfgas en conserveermiddel in cosmetica toegepast. Het Cosmeticabesluit van de Warenwet sluit het gebruik van bepaalde stoffen uit (benzeen, dichloorethaan, dichloormethaan, tetrachlooretheen, chloroform) of onderwerpt dit aan maximumgrenzen dichloormethaan, 1,1,1-trichloorethaan, formaldehyde).

In cosmetica zijn een grote verscheidenheid aan vos aangetroffen; hier wordt volstaan met het noemen van de meest frequent gebruikte vos: ethanol (alcohol), butyl acetaat, cfk's, ethoxydiglycol, ethyl acetaat, isopropyl alcohol, toluen, (para)formaldehyde.

Nagellak kan toluen bevatten. Nagelharder bevat formaldehyde. De bij de overige produkten gebruikte vos bestaan meestal uit ethanol of drijfgassen (propaan en butaan). Haarlak kan dichloormethaan, zachte CFK's of 1,1,1 trichloorethaan bevatten. De piekconcentraties in de ruimte waar haarspray wordt opgebracht worden geschat op 700 ppm, DCM en TCE (3,5 keer zo groot als de MAC-waarden voor deze stoffen).

Op grond van het gehalte en de aard van de gebruikte vos verdienen de onderstaande cosmeticaproducten nadere aandacht:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
10	nagellak	60	tolueen	70%
11	nagelharder	5	formaldehyde	
12	haarspray	40 ¹	HCFK dichloormethaan 1,1,1 trichloorethaan	50%

1 exclusief drijfgas

Drukwerk

Binnen de inkten die voor drukwerk worden gebruikt kunnen twee groepen worden onderscheiden, te weten inkt ten behoeve van boekdruk en offset en inkt ten behoeve van flexodruk en diepdruk. Droging van de laatstgenoemde inkten vindt voornamelijk plaats door verdamping van oplosmiddelen uit inkt. In Nederland wordt naar schatting 71% van alle drukwerk volgens het offset procedé gedrukt, 15% volgens het hoogdruk procedé, 12% volgens het diepdrukprocedé en 2% volgens overige procedé's (waaronder zeefdruk).

Bij boekdruk, krantenhoogdruk en offsetdruk (excl. rotatieoffset) worden weinig vos gebruikt. Bij de overige druktechnieken vormen vos een substantieel bestanddeel van de inkt: flexodruk (50-90%), rotatie-offset (30-40%), diepdruk (hoog %) en zeefdruk. Veel gebruikte vos zijn: aceton, butylacetaten, butanol en iso-butanol, ethanol, ethylacetaat, glycolderivaten, kookpuntbenzines, dichloormethaan, methylethylketon, methyl iso-butyketon, propanol en iso-propanol, toluen, white spirit, xyleen

Bij diepdruk worden als oplosmiddel toluen en xyleen gebruikt. Voor verpakkingen worden mengsels van vos of inkten toegepast. De samenstelling van inkt bij diepdruk is als volgt: toluen (50%), pigmenten (12%) en hars (35%). Veelal wordt de inkt voor gebruik verdund, zodat een toluen-gehalte van 75% wordt bereikt.

Een tijdschrift met 100 bedrukte pagina's bevat volgens een ruwe berekening maximaal 0,625 mg oplosmiddel.

Uit drukwerk kunnen vos vrijkomen. Gezien het feit dat het drukwerk droog moet zijn voordat het wordt verstuurd, zullen er in de woning geen vos in grote hoeveelheden meer ontwijken. Lettend op prioritaire stoffen is alleen drukwerk dat met behulp van het diepdrukprocédé is vervaardigd van belang (dit drukwerk kan nog toluen bevatten). Het gaat daarbij om geïllustreerde tijdschriften (de meeste weekbladen), folders, brochures, catalogi en verpakkingen. Twaalf procent van het drukwerk is vervaardigd met hulp van het diepdrukprocédé.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
13	diepdrukwerk		tolueen	3 µg/m ³

Fotografie

In Nederland werden in 1984 naar schatting 600 miljoen foto- en dia-opnamen gemaakt, waarvan 364 miljoen kleurenfoto's, 150 miljoen dia's, 76 miljoen zwart-wit foto's en 10 miljoen direct klaar foto's. De fotografische processen voor het ontwikkelen van films en het afdrucken van foto's zijn vergelijkbaar en bestaan primair uit drie behandelingen, te weten het ontwikkelbad, het stopbad en het fixeerbad. De drie genoemde baden kunnen organische stoffen bevatten als werkzame stof of als additief. Het meest van belang voor dit onderzoek is het ontwikkelbad waarin diverse organische stoffen kunnen voorkomen.

In 12 onderzochte ontwikkelaars werd 2-4% p-dihydroxybenzeen (hydrochinon) gevonden. Daarnaast wordt fenidon, benzotriazool en etheenglycol toegepast in foto-ontwikkelaars.

Gekonkludeerd kan worden dat de bijdrage van vos uit fotochemicaliën, met name vanwege de lage concentratie en de beperkte vluchtigheid van de organische stoffen, aan de kwaliteit van het binnenmilieu zeer klein is. Bij onoordeelkundig gebruik kunnen de vos concentraties echter hoog oplopen.

Kantoorbenodigdheden

Kantoorartikelen worden ook in huishoudens gebruikt. Ze zijn te verkrijgen in speciale kantoorhandels, warenhuizen, supermarkten en speelgoedwinkels. *Kantoormachines die in huishoudens worden gebruikt zijn typemachines en personal computers. Eventuele toebehoren zijn linten en reinigingsstoffen. Bij kantoorartikelen gaat het met name om schrijfbenodigdheden e.d.*

Korrektievloeistof (tipp-ex) was een produkt op basis van 1,1,1-trichloorethaan evenals de vaak bijgeleverde verdunner. Tipp-ex en verdunner zijn te verkrijgen in flesjes van 20 en 25 ml. Tegenwoordig zijn er dergelijke vloeistoffen te verkrijgen die geen gechlloreerde koolwaterstoffen bevatten. Volgens de laatste informatie is ook de fabrikant van het bekendste merk overgestapt op een middel op waterbasis.

De vier onderzochte whiteboard markers bevatten voornamelijk alcoholen, vaak meerdere soorten per stift, in concentraties van 30-377 g/kg stift. In één van deze markers werden toluëen (0,3 g/kg stift) en p-xyleen/e-benzeen (0,1 g/kg stift) aangetroffen.

Vijf van de tien watervasten markers (dikke stiften, meestal rood of zwart) bleken diverse (oplopend tot 6 verschillende per stift) vossen te bevatten, waaronder 4 of 5 aromaten (*m.n. toluëen en xyleen*).

In de categorie kantoorartikelen (voor lijmen die in het kantoor gebruikt worden wordt verwezen naar het document Lijmen) zijn de volgende produkten aan te wijzen die mogelijk een bijdrage leveren aan de concentratie vluchtige organische stoffen in woningen:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
14	korrektie-vloeistof		1,1,1 trichloorethaan	0 ¹
15	vlitstift, watervast		toluëen xyleen	
16	vlitstof, whiteboard		toluëen p-xyleen/c-benzeen	0,3 g/kg 0,1 g/kg

1 Inmiddels is de meeste korrektie-vloeistof voss-vrij.

Kleding

Kledingstukken kunnen om meerdere redenen een bijdrage leveren aan het voorkomen van vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu. Uit de gebruikte stoffen, toevoegingen aan die stoffen, resten reinigingsmiddelen en bedrukte delen kunnen vossen emitteren.

In geval van chemische reiniging kunnen bij de voor-, hoofd- en nabewerking van kleding vossen worden gebruikt. Bij de voor- en nabewerking gaat het om stoffen als isopropylalcohol, per(chlooretheen), toluëen en tri(chlooretheen), waarmee specifieke vlekken worden verwijderd. Voor de hoofdbewerking wordt tegenwoordig perchlooretheen of CFK gebruikt.

Prioritaire stoffen die bij het dragen en opbergen van kleding vrijkomen zijn formaldehyde (kreukvrije kleding) en tetrachlooretheen (per) afkomstig van chemische reiniging). Daarnaast kan bij het gebruik van motteballen en -papier de stof paradichloorbenzeen vrijkomen.

De concentratie van vos afkomstig uit kleding kan in verhouding tot de emissie groot zijn ingeval de kleding in een kast wordt bewaard.

Het is niet bekend hoe vaak chemisch reinigen plaatsheeft.

Kleding kan bijdragen aan een verhoogde concentratie vos in woningen. Hierbij zijn de belangrijkste bronnen:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
17	kreukvrij		formaldehyde	118 ppm
18	chemisch gereinigd		tetrachlooretheen	9,5 mg/kg
19	motteballen en -papier		paradichloorbenzeen	100%

Levensmiddelen

Ook in levensmiddelen zijn vos aangetroffen. Voor de aanwezigheid van vos in levensmiddelen zijn diverse oorzaken aan te wijzen:

- vos kunnen via veevoer in dierlijke producten terecht komen
- vos worden soms als hulpmiddelen bij extractie van oliën en vetten uit plantaardige grondstoffen
- vos uit de buitenlucht kan in levensmiddelen terecht komen

Met name per wordt wel in voedsel aangetroffen.

De concentratie vos in levensmiddelen zijn te laag om een substantiële bijdrage aan de belasting van het binnenmilieu door vos te leveren.

Lijmen

De lijmdoos welke zijn intrede ruim tien jaar geleden op de Nederlandse konsumentenmarkt maakte, is een goede illustratie van het feit dat er voor konsumenten steeds lijmen beschikbaar zijn en dat men er ook meer gebruik van maakt. Een deel van deze lijmen bevatten hoge gehalten organische oplosmiddelen, waaronder soms ook prioritaire stoffen.

In lijmen kan men de volgende oplosmiddelen aantreffen [11]: aceton, methylacetaat, ethylacetaat, methylethylketon (MEK), methanol, ethanol en citrusolie (limoneen). Daarnaast kunnen lijmen de volgende, meer schadelijke organische oplosmiddelen bevatten: dichloormethaan (methyleenchloride), trichloorethaan, trichlooretheen, cyclohexanon, toluen, xyleen en tetrahydrofuraan.

Het is onmogelijk om alle soorten lijm uniform in te delen en tegelijkertijd aan te sluiten bij de soorten lijm die de konsument kan kopen. Benamingen als contactlijm en tapijtljm worden door elkaar gebruikt; een tapijtljm kan zowel een dispersieljm als een contactlijm zijn. Vanwege deze redenen is gekozen voor de onderstaande indeling, waarbij enige overlap onvermijdelijk is. Tabel 1 geeft een globaal overzicht van de lijmen die voor de konsument verkrijgbaar zijn en hun organisch oplosmiddelgehalte.

tabel 3.1 Indeling van konsumentenlijmen naar organisch oplosmiddelgehalte.

LIJMSOORT	1	2	3	4
superlijm	x			+
2-komponentenlijm		x		+
contactlijm			x	
universeelljm		x		
dispersieljm	x			
plaksel	x			
smeltlijm	x			
DHZ				
behangplaksel	x			
tegelijm	x			+
tapijtljm			x	
PVC-lijm			x	
witte houtlijm	x			
montagelijm/kit		x		
resorcinolijm				+
PS-lijm	x			
ABS-lijm		x		
HOBBY				
fotoljm	x			
bureauljm	x			
knutselijm	x			
modelbouwlijm		x		
OVERIG				
solutie		x		
schoenrep.ljm		x		+
lijmspray			x	
lijmverdunner			x	
lijmverwijderaar			x	
ontvetter(wasbenzine)			x	

- 1 = bevat geen of een geringe hoeveelheid organisch oplosmiddel
 2 = bevat veel organisch oplosmiddel
 3 = bevat prioritare stoffen
 4 = bevat andere schadelijke of milieubelastende vluchtige stoffen

Contactlijmen bevatten toluen. Universeelljmen kunnen wel grote hoeveelheden organische oplosmiddelen bevatten, maar het gaat hier niet om prioritare stoffen. PVC-lijmen kunnen toluen, trichlooretheen, cyclohexanon en tetrahydrofuraan bevatten. In tapijtljmen is xyleen en toluen aangetroffen. In een lijmspray werd

xyleen aangetroffen. Lijmverdunders en terpentine kunnen tot 50% toluen bevatten. Wasbenzine bevat benzeen en toluen.

Op grond van het gehalte aan en de aard van de organische oplosmiddelen in lijmen en mede op basis van kennis over de frekwentie en gebruik, zijn de volgende lijmen geselecteerd:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
20	contactlijm	80	tolueen	20%
21	PVC-lijm		tolueen	22%
22	tapijlijm		aromaten	9%
23	wasbenzine	90-100	tolueen benzeen	
24	lijmverdunner	90-100	tolueen	50%
25	lijmverwijderaar	90-100		

Meubelen

Emissies van vos uit meubelen kunnen voortkomen uit de gebruikte basismaterialen (hout, leer, kunststof enz) respectievelijk uit hulpstoffen (zoals verf, lak, lijm en reinigingsmiddelen).

Bij het onderhouden en de verzorging van de meubels kunnen vos vrijkomen. In vernis en meubelwas/-olie zijn aromatische koolwaterstoffen aangetroffen. In houtvernis is tot 43% aromaten aangetroffen en in meubelwas/-olie tot 80% toluen.

Spaanplaat komt in veel meubels voor: kasten, stoelen, banken, bedden enz. De in de Warenwet vastgestelde norm voor de maximale formaldehyde-concentratie in spaanplaat (10 mg per 100 gram plaatmateriaal) geldt niet voor spaanplaat dat in meubelen is verwerkt. Het aan de meubelindustrie geleverde spaanplaat hoeft dus niet aan de bovengenoemde eis te voldoen [3].

In een TNO-onderzoek wordt melding gemaakt van overschrijding van de norm (120 µg/m³) voor formaldehyde bij het monteren van de kasten en direkt daarna. Na 24 uur werd geen overschrijding van de norm meer waargenomen.

Uit gegevens uit 1986 blijkt dat er in de gemiddelde woning naast bouwkundig verwerkt spaanplaat ook nog 0,1-0,3 m³ spaanplaat per m³ woninginhoud in meubilair was verwerkt.

Vanwege het hoge gehalte aan aromatische koolwaterstoffen zijn de onderstaande materialen en meubelonderhoudsmiddelen van belang.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
26	meubelwas/-olie	75	tolueen	80%
27	houtvernis	57	aromaten	43%
28	meubelspaanplaat		formaldehyde	overschrijding van de norm

Reinigingsmiddelen

Bij schoonmaakactiviteiten worden diverse soorten reinigingsmiddelen gebruikt, variërend van schuurmiddel tot ovenreinigers.

Als oplosmiddel worden met name de volgende vos in reinigingsmiddelen toegepast: isopropanol, alcoholen, triethanolamine, ethanol, butylglycol, terpentijn, glycolether, glycolen, ethers, esters, xyleen, dipenteen, perchloorethyleen, 1,1,1-trichloorethaan. Afgezien van 1,1,1-trichloorethaan en xyleen, welke beide in tapijtreinigers wordt gebruikt, zijn in reinigingsmiddelen geen prioritaire vos aangetroffen.

Interieuronderhoudsmiddel bevat vos en drijfgas in een percentage dat kan oplopen tot 35%. Sanitairreiniger bevat tot 10% vos, en wordt veelal in kleine ruimten (badkamer, toilet) gebruikt. Vloeronderhoudsmiddel kan een grote hoeveelheid vos bevatten. Tapijtreiniger kan prioritaire vos bevatten, in een hoge concentratie. Voor vlekkenmiddelen wordt verwezen naar het Document Vlekkenmiddelen. Luchtverfrisser bevat nog steeds hoge concentraties vos en worden in kleine ruimten gebruikt.

De onderstaande reinigingsmiddelen zijn op basis van de onder de vorige punten verzamelde informatie van belang met betrekking tot de concentratie vos binnen woningen:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
29	interieur-onderhoudsmiddel	35 ¹		
30	sanitairreiniger	10 ²		
31	vloeronderhoudsmiddel	90 ²		
32	tapijtreiniger	30	1,1,1 trichloorethaan xyleen	75%
33	luchtverfrisser	100 ²		

1 maximaal, inclusief drijfgas

2 maximaal

Schoenen

Uit schoenen zelf of tijdens onderhoudswerkzaamheden kunnen vos emitteren. Veelal gaat het om lijmen op basis van vos (70-80%) zoals neopreen, polyurethaan en cementlijm. Bij de verdere afwerking worden toluene, aceton en afwerkingsmiddelen met kleurstoffen en oplosmiddelen gebruikt.

Schoenspray bevat tot 68% 1,1,1 trichloorethaan. Schoenverf bevat tot 21% xyleen.

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
34	schoenspray	88	1,1,1 trichloorethaan	68%
35	schoenverf	45	xyleen	21%

Speelgoed

Nederland telt ruim 2,5 miljoen gezinnen met kinderen (in totaal 4,8 miljoen). Deze kinderen komen met veel verschillende produkten en materialen in aanraking, waaronder speelgoed. Omdat het hier om een kwetsbare bevolkingsgroep gaat zijn in het Speelgoedbesluit van de Warenwet voorwaarden opgenomen waaraan speelgoed moet voldoen.

Ten aanzien van enkele prioritaire vos (formaldehyde, benzeen, toluene, xyleen) zijn expliciet regels opgenomen, evenals ten aanzien van sommige produkten of materialen (spuitbussen, kunststof en rubber, hout, scheikundedozen).

Uit ballonpasta kan benzeen vrijkomen. De regels van het Speelgoedbesluit gelden ook voor scheikundedozen, er wordt echter een uitzondering gemaakt voor 1,1,1-trichloorethaan, dat hier wel in mag voorkomen. Zowel bij granulaten als bij vloeibare soorten giethars kan styreen vrijkomen; het gaat hierbij echter niet om speelgoed voor jonge kinderen.

Afgezien van incidentele uitschieters zijn de concentraties van de prioritaire vluchtige organische stoffen in speelgoed laag.

De volgende speelgoedartikelen zijn in het kader van deze studie van belang (emitteren prioritaire stoffen):

Bij onderstaande opsomming moet worden bedacht dat een aantal andere produkten die als speelgoed worden verkocht en emissies van vos veroorzaken in andere documenten zijn opgenomen (viltstiften en lijmen).

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
36	gietharsset		styreen	2000 ppm
37	scheikundedozen		1,1,1 trichloorethaan	
38	ballonpasta		benzeen	80 ppm

Verfprodukten

Het binnenshuis schilderen is een populaire doe-het-zelfactiviteit in Nederland. Elk jaar nemen 3 miljoen Nederlanders een kwast of roller ter hand. Met name bij het gebruik van lakken, afbijtmiddelen en verdunningsmiddelen kunnen grote hoeveelheden (prioritaire) vluchtige organische stoffen vrijkomen.

Houtverduurzamingsmiddelen komen in deze studie niet verder aan de orde waar het gaat om het verduurzamen van hout binnenshuis door de doe-het-zelver. *Op enkele uitzonderingen na is het verboden binnenshuis hout te verduurzamen. Het gebruik van linaan is verboden.* In het document over bouwmaterialen komen de verduurzamingsmiddelen kort aan bod.

Verfprodukten kunnen de volgende oplosmiddelen bevatten: toluen, xyleen (en als verontreiniging benzeen), dichloormethaan, trichlooretheen, terpentijn, terpentijn en diverse alcoholen, esters en alifatische koolwaterstoffen. Tabel 1 geeft een globale indicatie van de oplosmiddelgehalten van de diverse verftypen.

tabel 3.2 Indeling van verftypen naar vos

verftype	bindmiddel	1	2	3	4
parketiak	alkydhars			x	
	polyurethaan (PUR/DD)	x			+
	polyurethaanacrylaatsdisp.	x			+
	SH-lak				x
lak/beits	acrylaatsdispersie	x			
	natuurharsdispersie	x			
	alkydhars			x	
	natuurhars		x		
muurverf	caseine (lijmverf)	x			
	waterglass (silikaatverf)	x			
	acrylaatsdispersie	x			
	latexdispersie	x			
	alkydhars	x			
coating	siliconen	x?			
	epoxyhars	x?			
sputbusverf				x	
verduunning				x	
afbijtmiddel				x	
grondverf				x	
kwastreiniger				x	
kwastontharder				x	

- 1 = bevat geen of een geringe hoeveelheid vos
 2 = bevat veel vos
 3 = kan prioritare stoffen bevatten
 4 = bevat andere schadelijke of milieubelastende vluchtige stoffen

Uitgezonderd de waterverdunbare (parket)lakken en beitsen en acrylaat- en muurverf, kunnen andere verfproducten in bepaalde hoeveelheden schadelijke prioritare stoffen bevatten. Afbijtmiddel, terpentine, kwastreiniger en -ontharder bestaan voor bijna 100% uit organische oplosmiddelen.

Op grond van het gehalte en de aard van de vos in verfproducten voor konsumenten en mede op basis van kennis over de frequentie en gebruik, zijn de onderstaande verfproducten geselecteerd:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
39	grondverf	36	tolueen xyleen	31% 39%
40	alkydharslak	41	tolueen xyleen	
41	parketlak	60	tolueen xyleen	
42	verduunning (terpentine)	100	aromaten	20%
43	verfabijt	99	dichloormethaan aromaten	86% 10%
44	kwastreiniger	100	aromaten dichloormethaan	75% 15%
45	kwastontharder	90	dichloormethaan aromaten	29% 50%

Vlekkenverwijderaars

Vlekkenverwijderaars dienen vlekken te verwijderen uit textiel, dat wil zeggen kleding, meubels en tapijten. Voor verschillende soorten vlekken zijn specifieke verwijderaars in de handel.

In vlekkenwaters worden de volgende vluchtige organische stoffen aangetroffen: balsam- en citrusterpenen, ethanol, aceton, tetrahydrofuraan, methylglycolacetaat, isopropylalcohol, butylacetaat, speciaalbenzine (waarschijnlijk 'white spirit'), diethyleenglycol, esters (als geurstof of als oplosmiddel voor lakken), gechloteerde koolwaterstoffen.

Uit onderzoek aan zes vlekkenverwijderaars voor stickers en kauwgum blijkt dat dit type vlekkenverwijderaar tot 99% aromatische koolwaterstoffen en tot 35% gechloteerde koolwaterstoffen kan bevatten (in de informatie van consumentencontact wordt geen melding gemaakt van de aanwezigheid van prioritaire stoffen in dit type, zie boven). Vlekkenverwijderaar voor vet en olie bevat tot 70% gechloteerde koolwaterstoffen. In zes overige vlekkenverwijderaars werd tot 62% gechloteerde koolwaterstof aangetroffen en tot 5% xyleen.

In onderstaande tabel zijn de gevonden gehalten van groepen vos weergegeven, waarbij met name de gechloteerde koolwaterstoffen en de aromaten van belang zijn.

Vlekkenmiddelen kunnen een substantiële bijdrage leveren aan de vos-concentratie; ze ontleen hun werking aan vos. In slechts 5 van de 30 vlekkenmiddelen komen prioritaire stoffen (1,1,1-trichloorethaan en perchlooretheen) voor. Vier van de eerdergenoemde 5 middelen zijn echter van een bekend merk (K2R) dat op veel verkooppunten verkrijgbaar is. De producent van K2R heeft inmiddels het trichloorethaan uit de vlekkenverwijderaars verwijderd.

Perchlooretheen komt echter nog wel voor. De volgende producten komen daarom voor nader onderzoek in aanmerking:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
46	Vlekkenwater B		perchlooretheen (?)	
47	Vlekkenspray B		perchlooretheen (?)	
48	Vlekkencapsules		perchlooretheen (?)	
49	Vlekkenpasta		perchlooretheen (?)	
50	Vlekkenspray C		gechloreerde koolwaterstoffen	
51	Vlekkenverwijderaar (stickers en kauwgom)	67	aromaten dichloormethaan 1,1,1 trichloorethaan	99% 20% 15%
52	Vlekkenverwijderaar (vet en olie)	80	dichloormethaan 1,1,1 trichloorethaan	20% 70%
53	Overige vlekken- verwijderaars	73	xyleen dichloormethaan 1,1,1 trichloorethaan tetrachlooretheen	5% 43% 62% 50%

Vloerbedekking

Eventuele emissies van vos uit vloerbedekking kunnen voortkomen uit het materiaal van de vloerbedekking zelf, uit het hechtmateriaal, uit gebruikte lakken en uit de onderhoudsmiddelen.

Er zijn formaldehyde-gehalten gemeten van 0-49,9 mg/m³ tapijt. Styreen maakte circa 7% van de totale vos-emissie van 30 µg/m² tapijt uit (bij 24°C) en 150 µg/m² (bij 50°C). De toluen-concentratie ten gevolge van emissie uit vinyl ligt in de eerste 28 uur rond de 26-28 µg/m³ lucht.

Voorzover bekend komen de voornaamste prioritaire stoffen vrij uit de volgende producten:

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
54	vinytapijt		formaldehyde tolueen	15 µg/m ³ lucht 28 µg/m ³ lucht
55	polyamidetapijt		styreen	2 µg/m ² tapijt
56	diverse soorten tapijt		formaldehyde	100 µg/m ² tapijt

In tabel 3.3 worden alle producten uit dit hoofdstuk nog een keer afzonderlijk gepresenteerd.

Tabel 3.3 Overzicht van de in dit onderzoek 56 geselecteerde huishoudelijke producten met bijbehorende gegevens met betrekking tot vos-emissies

nr.	produkt	gemiddeld gehalte vos (%)	prioritaire stof	max. gehalte (%)
1	anti-vlooi		lindaan	6 g/l
2	insectenbestrijding	60	dichloorvos	9,6%
3	mierenlokdozen		gechl. vos	60%
4	PVC kit	19	lindaan	
5	PUR-schuim		aromaten	20%
6	PS-hardschuimplaat		trichlooretheen	5%
7	kneedbaar hout	51	tolueendiisocynaat	
8	spaanplaat		CFK	
9	multiplex		styreen	180 mg/m ² (na 24 u)
10	nagellak	60	ethylbenzeen	55 mg/m ² (na 24 u)
11	nagelharder	5	styreen	15%
12	haarspray	40	dichloormethaan	35%
			formaldehyde	overschr. norm
			formaldehyde	overschr. norm
			tolueen	70%
			formaldehyde	
			CFK	50%
			dichloormethaan	
13	diepdruckwerk		1,1,1 trichloorethaan	3 mg/m ³
14	korrektie-vloeistof		tolueen	0%
15	vitstift, watervast		1,1,1 trichloorethaan	
16	vitstoft, whiteboard		tolueen	
17	kreukvrij		xyleen	0,3 g/kg
18	chemisch gereinigd		p-xyleen/c-benzeen	0,1 g/kg
19	motteballen en -papier		formaldehyde	118 ppm
20	contactlijm	80	tetrachlooretheen	9,5 mg/kg
21	PVC-lijm		paradichloorbenzeen	100%
22	tapijlijm		tolueen	20%
23	wasbenzine	90-100	tolueen	22%
			aromaten	9%
			tolueen	
			benzeen	
24	lijmverdunder	90-100	tolueen	50%
25	lijmverwijderaar	90-100		
26	meubelwas/-olie	75	tolueen	80%
27	houtvernis	57	aromaten	43%
28	meubelspaanplaat		formaldehyde	overschr. norm
29	interieur-onderhoudsmiddel	35		
30	sanitairreiniger	10		
31	vloeronderhoudsmiddel	90		
32	tapijtreiniger	30	1,1,1 trichloorethaan	75%
			xyleen	
33	luchtverfrisser	100		
34	schoenspray	88	1,1,1 trichloorethaan	68%
35	schoenverf	45	xyleen	21%
36	gietharsset		styreen	2000 ppm
37	scheikundedozen		1,1,1 trichloorethaan	
38	ballonpasta		benzeen	80 ppm
39	grondverf	36	tolueen	31%
			xyleen	39%
40	alkydharlak	41	tolueen	
41	parketlak	60	xyleen	
42	verdunding (terpentine)	100	tolueen	
			xyleen	
			aromaten	20%
43	verfabijt	99	dichloormethaan	86%
			aromaten	10%
44	kwastreiniger	100	aromaten	75%
			dichloormethaan	15%
45	kwastontharder	90	dichloormethaan	29%
46	Vlekkenwater B		perchlooretheen	
47	Vlekkenpray B		perchlooretheen	
48	Vlekkencapsules		perchlooretheen	
49	Vlekkenpasta		perchlooretheen	
50	Vlekkenpray C		gechloroerde koolwaterstoffen	
51	Vlekkenverwijderaar (stickers en kauwgom)	67	aromaten	99%
			dichloormethaan	20%
			1,1,1 trichloorethaan	15%
52	Vlekkenverwijderaar (vet en olie)	80	dichloormethaan	20%
			1,1,1 trichloorethaan	70%
53	Overige vlekken- verwijderaars	73	xyleen	5%
			dichloormethaan	43%
			1,1,1 trichloorethaan	62%
54	vinyltapijt		formaldehyde	15 mg/m ³ lucht
			tolueen	28 mg/m ³ lucht
55	polyamidetapijt		styreen	2 mg/m ² tapijt
56	diverse soorten tapijt		formaldehyde	100 mg/m ² tapijt

**4.1
Inleiding**

De blootstelling van de bevolking aan luchtverontreinigende stoffen wordt voor een belangrijk deel bepaald door concentratieniveaus in het binnenmilieu; reden is dat men het grootste deel van het etmaal binnen verblijft, met name in het binnenmilieu. In het algemeen zijn de concentraties vluchtige organische stoffen (vos) in de binnenlucht hoger dan of gelijk aan de concentraties in de buitenlucht, afhankelijk van het wel of niet aanwezig zijn van emissie-bronnen in de woning. Opgemerkt kan worden dat de concentraties vos op de werkplek aanmerkelijk hoger kunnen zijn dan in woningen.

Onder vos komen componenten voor met nadelige effecten op de gezondheid. Verondersteld wordt dat nadelige effecten niet optreden of aanvaardbaar zijn zolang de vos-niveaus lager zijn dan zogenaamde gezondheidskundige advieswaarden. Een gezondheidskundige advieswaarde geldt voor een specifieke component bij een bepaalde blootstellingsduur en is gebaseerd op toxicologisch onderzoek.

Een probleem bij vos is het ontbreken van gezondheidskundige advieswaarden voor een deel van de componenten. Oorzaak is dat voor deze componenten nog onvoldoende onderzoeksresultaten beschikbaar zijn over dosis-effekt relaties. Een tweede probleem is dat er weinig bekend is over mogelijke versterking van effecten bij gelijktijdige blootstelling aan twee of meer componenten (synergisme) terwijl men in de praktijk veelal te maken heeft met (wisselende) mengsels van verschillende componenten.

Of vos in het Nederlandse binnenmilieu een probleem vormen, blijkt uit een vergelijking van de in het binnenmilieu voorkomende niveaus met gezondheidskundige advieswaarden. Er zijn onvoldoende meetresultaten beschikbaar om per component de verdeling van jaargemiddelde concentraties en piekconcentraties voor de Nederlandse woningvoorraad af te leiden. Het voorkomen van overschrijdingen van advieswaarden in de binnenlucht zal aan de hand van schattingen plaatsvinden. Voor het maken van schattingen zijn gegevens nodig over vos-houdende producten (bijv. emissiefactoren, penetratiegraad in Nederlandse woningen), het gebruik daarvan (bijv. hoeveelheden, frequentie, tijdstip, tijdsduur, in welk vertrek), woningkenmerken (bijv. ventilatie, volume, aanwezige oppervlakken) en eigenschappen van de component (bijv. chemische omzetting, ad- en absorptie, reëmissie).

40 Dit hoofdstuk is geschreven door Karel van Velze, Hans Laan en John Janus, medewerkers van het RIVM, Bilthoven.

De in dit hoofdstuk beschreven modelberekeningen hebben tot doel voor een aantal componenten een indicatie te geven of in een substantieel deel van de Nederlandse woningvoorraad overschrijding van de gezondheidkundige advieswaarden respectievelijk onwaarschijnlijk, mogelijk of te verwachten is. De beschouwde modelwoning betreft een worst-case situatie welke representatief is voor een substantieel aantal woningen met relatief hoge concentratieniveaus. Dit houdt in dat de worst-case situatie geen weinig voorkomende situatie mag zijn welke is ontstaan uit oneigenlijk of ondeskundig gebruik van vos-houdende producten, of uit gebruik van extreme hoeveelheden. Beschouwd is een huishouden met "normaal" gebruik van vos-houdende producten waarin de worst-case situatie met name wordt bepaald door woningkenmerken.

4.2 Gezondheidkundige advieswaarden voor vos

Er zijn met betrekking tot luchtverontreinigende stoffen geen nationale normen die specifiek zijn afgeleid voor binnenlucht, met uitzondering van de norm voor formaldehyde (algemeen geldend voor het binnenmilieu) en van MAC-waarden (Maximaal Aanvaardbare Concentraties, geldend voor de werkplek). Wel is voor een aantal prioritaire stoffen voor het compartiment "lucht" een toxicologische advieswaarde afgeleid, gebaseerd op wetenschappelijke gegevens (criteria- en basisdocumenten RIVM). De advieswaarden moeten worden beschouwd als gemiddelde concentraties waaraan de mens gedurende het gehele leven kan worden blootgesteld zonder dat schadelijke effecten op de gezondheid te verwachten zijn. Tabel 4.1 geeft een overzicht van toxicologische advieswaarden voor stoffen waarvoor een basisdocument beschikbaar is, voor de overige probleemstoffen is indicatief de MAC-TGG-waarde gedeeld door 100 weergegeven. De eveneens in de tabel weergegeven MAC-waarden, specifiek afgeleid voor de werkplek, zijn tijdgewogen gemiddelden die gelden voor gezonde volwassenen bij een blootstellingsduur van 8 uur per dag en niet meer dan 40 uur per week (MAC-TGG). Voor kortdurende blootstelling aan piekconcentraties op de werkplek wordt als richtsnoer een MAC-TGG-15 minuten gehanteerd, die twee maal hoger is dan de MAC-TGG, voor dichloormethaan wordt een factor 5 gehanteerd. Voor de hier behandelde stoffen zijn geen MAC-C ("ceiling") vastgesteld, waarvan overschrijding in alle gevallen moet worden voorkomen.

De huidige advieswaarden gelden voor blootstelling aan een enkele stof. Gewoonlijk echter komen de vos in wisselende mengsels voor. Voor dergelijke mengsels, ook wel totaal vos, zijn geen adequate advieswaarden voorhanden.

Tabel 4.1 Gezondheidskundige advieswaarden en MAC-waarden (mg/m³) voor vos (41,42,43)

Component	Gezondheidskundige advieswaarden		MAC-waarden	
			MAC-TGG	piek van 15 minuten
benzeen	0,010	VROM, 1993 (44)	30	60
styreen	0,8	Basisdocument	420	840
tolueen	3	Basisdocument	375	750
xyleen	4,3	indicatief 1)	435	870
aceton	17,8	indicatief	1780	3560
formaldehyde	0,015	indicatief	1.5	3
	0,12 2)	VROM, 1991 (45)		
dichloormethaan	1,7	Basisdocument	350	1750
1,1,1-trichloorethaan	11	indicatief	1080	2160
trichlooretheen	1,9	Basisdocument	190	380
p-dichloorbenzeen	4,5	indicatief	450	900

1) indicatief: MAC-TGG / 100

2) middelingstijd 0,5 uur

4.3

Beschrijving van worst-case situatie

Doel van de berekeningen is dat de geschatte concentraties een indicatie geven van het wel of niet voorkomen van overschrijdingen van gezondheidskundige advieswaarden in woningen onder relatief ongunstige omstandigheden. In het algemeen wordt de concentratie van een stof in een woning bepaald door de volgende factoren: buitenluchtconcentratie, emissies binnenshuis, fysische processen (ad- en absorptie aan muren en stoffering, reëmissie), chemische processen (atmosferische omzetting) en volume/ventilatie van vertrekken (natuurlijke en mechanische ventilatie). Dit betekent dat aannames gemaakt zijn met betrekking tot woning en toegepaste producten.

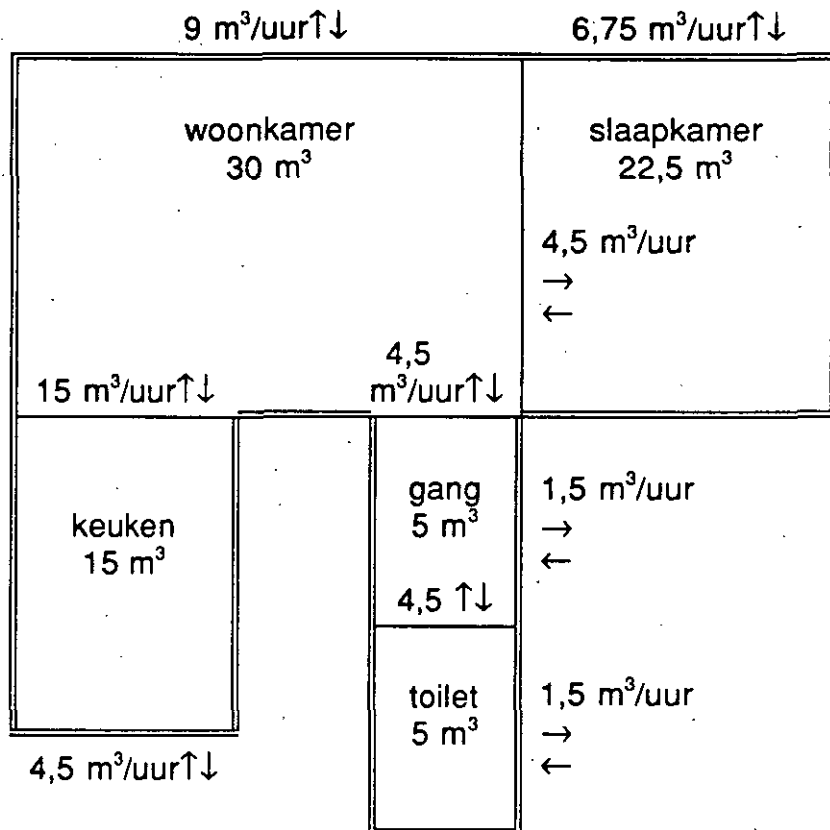
Het voor de berekeningen gebruikte model beschrijft voor een woning met meerdere vertrekken het concentratieverloop per vertrek. Aan de hand van invoergegevens wordt met een massa balans iteratief het concentratieverloop berekend. Daarbij wordt volledige menging van de lucht binnen de vertrekken verondersteld (46).

Uitgangspunt is dat de emissie van vluchtige organische stoffen voortkomt uit "normaal" gebruik van vos-houdende producten in de woning. De worst-case

- 41 Ministerie van Sociale Zaken: "De Nationale MAC-lijst"; Arbeidsinspectie Publicatieblad 145; Den Haag, 1989.
- 42 Adviescentrum Toxicologie RIVM: "Literatuursamenvatting Xyleen (concept)"; Bilthoven, 1989 (niet gepubliceerd).
- 43 Apeldoorn, M.E. en G.J. van Esch: "Literatuursamenvatting met betrekking tot de inhalatie en orale toxiciteit van tolueen, xyleen en ethylbenzeen"; RIVM, rapport nr. 2/80 Doc; Bilthoven, 1980.
- 44 VROM 1993: Besluit luchtkwaliteit benzeen, 29 december 1992 (Stb. 1993, 35).
- 45 VROM/DGM, 1991: "Stoffen en normen, overzicht van belangrijke stoffen en normen in het milieubeleid", Den Haag, 1991.
- 46 Sparks, L.E. et al.: "An integrated approach to research on the impact of sources on indoor air quality"; in: Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto 29 July - 3 August 1990, Volume 4; pp. 219-224.

situatie wordt met name bepaald door woningkenmerken: een klein volume en een lage ventilatievoud. Voor de testwoning is een ventilatievoud van 0,3 luchtwisselingen/uur aangenomen. Tijdens onderzoek in 10 Nederlandse woningen lag de gemeten gemiddelde ventilatievoud in de range 0,5 tot 9 luchtwisselingen/uur (47). Gekozen is voor een woning met een woonkamer van 3x4 m, een slaapkamer van 3x3 m, een keuken van 2x3 m, een gang en een toilet van elk 1x2 m, elk met een hoogte van 2,4 m (zie figuur 4.1). In de figuur is tevens de luchtcirculatie tussen de vertrekken onderling en de ventilatie met buitenlucht aangegeven.

Figuur 4.1. Inhoud en gemiddelde ventilatie van vertrekken in de testwoning



In onderstaande berekeningen is de buitenluchtconcentratie verwaarloosd. In het algemeen zijn de niveaus in de buitenlucht lager dan de advieswaarden. Verhoogde niveaus ten gevolge van bronnen in de omgeving van woningen vallen buiten het kader van dit onderzoek.

Dat absorptie en reëmissie door oppervlakken niet verwaarloosbaar zijn, blijkt onder andere uit een vergelijking van berekeningen en uit metingen (48). Uit dit onderzoek, waarin houtbeits is toegepast op een oppervlak van 6 m² in een kleine kamer met een ventilatievoud van 0,3 luchtwisselingen/uur, blijkt dat met en

47 Lebre, E.: "Air pollution in Dutch homes; an exploratory study in environmental epidemiology"; Doctorate Thesis; Agricultural University; Wageningen, 1985.

48 Sparks, L.E. et al.: "An integrated approach to research on the impact of sources on indoor air quality", in: Proceedings of the 10th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto 29 July-3 August 1990, Volume 4; pp. 219-224.

zonder absorptief reëmissie weinig invloed heeft op de hoogte van het maximum, maar wel op de snelheid waarmee de concentratie daalt tot het oorspronkelijke niveau. In het voorbeeld duurt de afname ca. 14 dagen (met absorptie/reëmissie) in plaats van 2 dagen (zonder). Bij gelijke maxima zal de gemiddelde concentratie over deze periode van 14 dagen in het voorbeeld met absorptie/reëmissie ongeveer gelijk zijn aan die van 2 dagen zonder absorptie/reëmissie. Wel leidt de langere duur van de verhoging tot een hogere bijdrage aan het week- en jaargemiddelde, in dit voorbeeld is de bijdrage ca. een factor 5 hoger.

Wegens het ontbreken van de benodigde gegevens is in de berekeningen voor dit onderzoek is geen rekening gehouden met absorptie en reëmissie. Een correctie voor absorptie en reëmissie is achterwege gelaten gezien er reeds grote onzekerheden bestaan in emissiefactoren, produktgebruik en ventilatie en de berekende concentraties slechts als een indicatie zijn bedoeld.

Op basis van de inventarisatie van vos-bronnen in het binnenmilieu in Nederland (zie Hoofdstuk 3) is een emissiepatroon aangenomen. Verondersteld is dat alle genoemde produkten worden toegepast. Per produkt of produktgroep zijn aannames gedaan over het gebruik: de hoeveelheid, de frequentie, de emissieduur en het vertrek waarin het produkt wordt toegepast. Uitgegaan is van produkten met een gemiddelde emissie. De produkten verf, parketlak en tapijtlijm bevatten of toluen of xyleen. Voor deze produkten zijn de emissieschattingen voor beide componenten uitgevoerd. Het resultaat is samengevat in tabel 4.2 waarin per component de berekende totale emissie per jaar en het aandeel van produktgroepen in de totale emissie zijn weergegeven.

Opgemerkt kan worden dat voor een nieuwbouw- of renovatiewoning na oplevering en inrichting het emissiepatroon sterk zal atwijken.

Tabel 4.2 Veronderstelde emissiebijdrage per produkt(groep) in testwoning.

Component(groep)	Emissie/jaar (g/j)	Produkt(groep)	Bijdrage (%)
alifatische koolwaterstoffen	3000	bestrijdingsmiddelen	0 - 2
		bouwmaterialen	10 - 30
		schoenen	2 - 10
		verven	30 - 80
Aromatische koolwaterstoffen			
- benzeen	4	lijmen	80 - 100
- styreen	400	hobby	0 - 2
		bouwmaterialen	0 - 2
		lijmen	80 - 100
		hobby	0 - 2
- toluen	2000	vloerbedekkingen	0 - 2
		cosmetica	10 - 30
		drukwerk	0 - 2
		kantoorartikelen	0 - 2
- xyleen	4000	lijmen	10 - 30
		verven	80 - 100
		lijmen	2 - 10
		schoenen	0 - 2
- niet-gespecificeerd	500	verven	80 - 100
		bouwmaterialen	30 - 80
		schoenen	0 - 2
		verven	30 - 80
O-bevattende koolwaterstoffen			
- acetaten	4	schoenen	80 - 100
- esters 1)	400	verven	80 - 100
- aceton	100	cosmetica	80 - 100
- ketonen 1)	60	verven	80 - 100
- alcoholen	600	verven	80 - 100
- formaldehyde	20	bouwmaterialen	80 - 100
		cosmetica	10 - 30
		kleding	0 - 2
		vloeren	0 - 2
Chloorhoudende koolwaterstoffen			
- dichloormethaan	800	bouwmaterialen	0 - 2
- tetrachloorethaan	0.06	cosmetica	10 - 30
		schoenen	10 - 30
		verven	30 - 80
		kleding	80 - 100
- 1,1,1-trichloorethaan	700	bouwmaterialen	0 - 2
		cosmetica	10 - 30
		kantoorartikelen	2 - 10
		reinigingsmiddelen	0 - 2
		schoenen	30 - 80
		vlekkenwaters	2 - 10
		bouwmaterialen	80 - 100
		reinigingsmiddelen	80 - 100
- trichlooretheen	50	bestrijdingsmiddelen	80 - 100
- p-dichloorbenzeen	400		
- gechloreerde koolwaterstoffen 1)	60		
Diverse VOS			
- niet-gespecificeerd	1000	kantoorartikelen	0 - 2
		kleding	2 - 10
		reinigingsmiddelen	80 - 100

1) niet-gespecificeerd

4.4.
Berekende concentraties

Op basis van de in tabel 4.2 opgenomen emissies is per produkt voor elke component het concentratieverloop berekend. Hieruit zijn piek-, week- en jaargemiddelde concentraties afgeleid. Het weekgemiddelde is afgeleid voor een week waarin één of meer pieken optreden door integratie van de pieken. Het jaargemiddelde is berekend uit het weekgemiddelde en de gebruiksfrequentie van het produkt. Voor produkten die één keer per week of vaker gebruikt worden zijn de week- en jaargemiddelde concentraties gelijk.

Tabel 4.3 vat de resultaten van de concentratieberekeningen samen. Per component wordt aangegeven: de hoogste piekwaarde, de som van de weekgemiddelde concentraties en de som van de jaargemiddelde concentraties.

De produkten verf, parketlak en tapijtlijm bevatten of toluen of xyleen. Voor beide componenten zijn de concentratieniveaus verwerkt in de tabel. Voor produkten die in het toilet worden toegepast zijn geen niveaus weergegeven voor de toiletruimte zelf, maar wel de bijdrage voor de overige vertrekken.

Tabel 4.3 Concentraties vluchtige vluchtige organische stoffen (mg/m³)

Component(groep)	Maximale piekbelasting		Gemiddelde concentratie		
	maximum conc.	belangrijkste bron	week	jaar zonder bulktoep.	jaar met bulkt.
Alifatische koolwaterstoffen					
- alifatische koolwaterstoffen	15000 2)	muurverf	1000	10	30
Aromatische koolwaterstoffen					
- benzeen	4	wasbenzine	0.05	0.005	
- styreen	3000 2)	tapijtlijm	200	0.4	4
- toluen	10000 2)	parketlak	800	1	25
- xyleen	20000 2)	muurverf	1500	1	40
- niet-gespecificeerd	2000	kwastenreiniger	150	6	
O-bevattende koolwaterstoffen					
- acetaten	200	schoenverf	3	0.06	
- esters 1)	2000 2)	verven	150	<1	5
- aceton	100	haarspray	2	2	
- ketonen 1)	1000	kwastreiniger	45	1	
- alcoholen	4000 2)	muurverf/afbijt	350	<1	7
- formaldehyde	1	spaanplaat	0.1	0.1	
Chloorhoudende koolwaterstoffen					
- dichloormethaan	10000 2)	verfabijt	400	5	15
- tetrachloorethaan	0.05	kleding	0.01	0.001	
- 1,1,1-trichloorethaan	500	vlekkenwater	20	13	
- trichlooretheen	500	pvc-kit	25	0.5	
- p-dichloorbenzeen	2	luchtverfrisser	0.4	0.4	
- gechloreerde koolwaterstoffen 1)	60	bestrijdingsmiddel	9	2	
Diverse VOS					
- niet-gespecificeerd	6000 2)	vloeronderhoud	350	10	14

1) niet-gespecificeerd

2) piek t.g.v. bulktoepassing, in werkelijkheid aanmerkelijk lager door extra ventilatie

In de tabel vallen de forse piekconcentraties op ten gevolge van bulktoepassingen van bijvoorbeeld verf of tapijtlijm. Het is onwaarschijnlijk dat de gebruiker bij deze niveaus niet extra zal ventileren, onder meer vanwege geuroverlast en irritatie-effecten. Verhoging van ventilatie heeft tot gevolg dat het maximum eerder en bij een lager niveau wordt bereikt. Bij een ventilatievoud tussen 5 en 20 luchtcirculaties/uur zal het maximum al snel een factor 10 tot enkele 10-tallen lager liggen. Hoewel het regelmatig voorkomen van deze in de tabel weergegeven piekconcentraties in de praktijk onwaarschijnlijk is, wordt wel de bijdrage aan lange termijn niveaus als eerste benadering gehandhaafd. Daarbij wordt verondersteld dat voor lange termijn concentraties de effecten van absorptie/reëmissie en extra ventilatie elkaar compenseren. Immers de extra ventilatie vindt gedurende de eerste uren/dagen plaats, terwijl het eerder genoemde proces van absorptie/reëmissie enkele weken duurt.

4.5 Gezondheidskundige evaluatie

De jaargemiddelde concentraties VOS in de testwoning blijven met uitzondering van formaldehyde en 1,1,1-trichloorethaan beneden de beschikbare advieswaarden. Incidenteel zullen bij toepassing van bepaalde produkten of materialen, bijvoorbeeld door doe-het-zelf activiteiten, de niveaus in de woning sterk worden verhoogd (zie tabel 3.4). Een indruk hiervan geven de modelberekeningen uitgevoerd onder "worst-case" omstandigheden (een kleine, slecht geventileerde woning). Uit de berekeningen bleek dat bij zeer lage ventilatie (0,3 luchtwisselingen/uur) door "bulk"-toepassingen (parketlak (tolueen), verf/bijt (dichloormethaan), tapijtlijm (styreen), muurverf (xyleen)) kortdurende, zeer hoge piekconcentraties ontstaan, in de orde van enkele duizenden mg/m³ voor styreen, tot rond twintigduizend mg/m³ voor xyleen. Blootstelling aan dergelijke concentraties zou resulteren in irritatie van ogen en ademhalingswegen en in reversibele effecten op het centraal zenuwstelsel (CZS) zoals hoofdpijn, duizeligheid, sufheid en een verminderd reactievermogen (pre-narcotische effecten). De CZS-effecten zullen worden versterkt door de met de blootstelling gepaard gaande fysieke inspanning. Opgemerkt moet worden dat blootstelling van niet-geacclimatiseerde personen aan concentraties in de grootte-orde van 500-1000 mg/m³ leidt tot irritatie-effecten, in combinatie met stankhinder of CZS-effecten. Het is onwaarschijnlijk dat extreme blootstellingen zoals hierboven omschreven gedurende langere tijd getolereerd zullen worden zonder dat (ventilatie-) maatregelen worden genomen. Desondanks zou toepassing van dergelijke produkten in de woning onder extreme omstandigheden tot genoemde effecten kunnen leiden.

4.6 Konklusie

Gekonkludeerd wordt dat voor enkele componenten overschrijding van gezondheidkundige advieswaarden voor vos kan voorkomen bij een deel van het Nederlandse woningbestand waar sprake is van een combinatie van kleine ruimten en een lage ventilatievoud. Beschouwd is een huishouden met "normaal" gebruik van vos-houdende produkten, gebaseerd op de inventarisatie van vos-bronnen in het binnenmilieu in hoofdstuk 3. Opgemerkt moet worden dat voor een deel van de beschouwde produkten vos-vrije alternatieven in de handel zijn. Buiten beschouwing blijven oneigenlijk of ondeskundig gebruik van vos-houdende produkten, en gebruik in extreme hoeveelheden. Eveneens vallen nieuwbouw- of renovatiewoningen kort na oplevering en inrichting buiten het kader van dit onderzoek.

Het blijkt dat "bulk"-toepassingen van vos-houdende produkten, zoals diverse verven, verfabeit en tapijtlijm, een belangrijke invloed hebben op de jaargemiddelde concentratie. Zonder deze "bulk"-toepassingen zijn overschrijdingen van gezondheidskundige advieswaarden niet uitgesloten voor formaldehyde en 1,1,1-trichloorethaan evenals de in het Basisdocument Benzeen genoemde waarde. Bij "bulk"-toepassingen worden ook de advieswaarden voor styreen, toluen, xyleen en dichloormethaan overschreden. In tabel 4.4 zijn de verwachtingen ten aanzien van overschrijdingen op substantiële schaal in het Nederlandse woningbestand weergegeven.

Tabel 4.4 Verwachtingen ten aanzien van overschrijdingen van gezondheidskundige advieswaarden in kleine, slecht geventileerde woningen (jaargemiddelde concentratie in mg/m³)

Component	Gezondheids- kundige advieswaarde	Geschatte waarde		Overschrijding in woningen te verwachten
		zonder bulktiep.	met bulktiep.	
benzeen	0.010	0.005		nee
styreen	0.8	0.4	4	bij bulk-toepassing
tolueen	3	1	25	bij bulk-toepassing
xyleen	4.3	1	40	bij bulk-toepassing
aceton	17.8	2		nee
formaldehyde	0.015	0.1		ja
	0.12 1)	1		ja
dichloormethaan	1.7	0.5	10	bij bulk-toepassing
1,1,1-trichloorethaan	11	13		ja
trichlooretheen	1.9	0.5		nee
p-dichloorbenzeen	4.5	0.4		nee

1) middelingstijd 0,5 uur

Toekomstige ontwikkelingen, konklusies en aanbevelingen

5.1 Toekomstige ontwikkelingen t.a.v. het gebruik van vos-bevattende produkten

In tabel 5.1 zijn te verwachten toekomstige autonome ontwikkelingen te zien. Indien de verwachting is dat het gebruik van een produkt of produktgroep ongeveer gelijk blijft, of indien geen uitspraak te doen is, is niets opgenomen in de tabel. Bronnen voor deze tabel zijn de bijlagen in dit rapport en het KWS 2000 onderzoek naar huishoudens.

Tabel 5.1 Globaal overzicht van de te verwachten toekomstig autonome ontwikkeling in gebruik van vos bevattende produkten, uitgesplitst naar produktgroep en produkt.

verboden	produktgroep	produkt	
	bestrijdingsmiddelen bouwmaterialen	lindaan PUR	verbod op lindaan gebruik van CFK-houdend PUR is verboden
afname	produktgroep	produkt	
	bestrijdingsmiddelen bouwmaterialen	diversen PUR	i.p.v CFK's propaan of butaan als drijfgas CFK's worden vervangen door andere drijfgassen
	kantoorbenodigdheden reinigingsmiddelen schoenen	typp-ex diverse diverse	vervanging door vos-vrije prod. vervanging CFK's door ander drijfgas afname van onderhoud thuis (meer vervanging en meer kunststof)
	verfprodukten	diverse	substitutie van alkydverf door waterafdonbare verf (minder vos)
toename	produktgroep	produkt	
	cosmetica	haarspray	
	cosmetica	deodorants	
	cosmetica	after shave	
	cosmetica	diverse	toename herencosmetica
	kantoorbenodigdheden	PC-reinigingssets	
	lijmen	diverse	
	onderhoudmiddelen	meubelspray	
	meubelen	diverse	import van meubelen met veel formaldehyde

In het kader van het projekt KWS 2000 is in 1992 een studie afgerond naar vos-emissies afkomstig van huishoudprodukten (49). Huishoudens zijn één van de doelgroepen van het KWS 2000 projekt, dat tot doelstelling heeft de vos-uitstoot in alle sectoren van de maatschappij terug te dringen. Belangrijkste konklusie ten aanzien van de autonome ontwikkeling (zonder extra maatregelen) is dat de vos-uitstoot als gevolg van cosmetica-gebruik (in het bijzonder haarspray en deodorants) sterk toeneemt. Tevens is de verwachting dat het gebruik van spuitbussen voor meubelonderhoud de komende jaren zonder extra maatregelen zal toenemen. De overige produktgroepen blijven zonder ingrijpen ongeveer op hetzelfde niveau. Het projekt KWS 2000 zal zich op een aantal van de in de tabel genoemde produktgroepen richten om stijging van het gebruik te voorkomen, of het gebruik verder terug te dringen.

5.2

Konklusies

Verven, lijmen (met bijbehorende terpentine,ontvetters e.d.), bouwmaterialen en cosmetica zijn de belangrijkste produktgroepen die bijdragen aan de vos-belasting van het binnenmilieu in nederlandse woningen. (zie verder tabel 4.2).

Voedingsmiddelen, drukwerk en doka-activiteiten brengen ook vos-uitstoot met zich mee. Deze belasting is echter niet zo groot dat deze produktgroepen/activiteit de gemiddelde vos-concentratie in de woning beïnvloeden.

Er zijn twee produkten die in huishoudens verantwoordelijk zijn voor dan de helft van de totale emissies afkomstig uit huishoudens. Dit zijn verdunningsmiddelen (thinner, terpentine) en haarsprays.

Dit onderzoek werd in sterke mate bemoeilijkt door het feit dat fabrikanten recht hebben de meeste gegevens over bestanddelen in hun produkten geheim te houden. Er is voor bepaling van het vos-gehalte in produkten regelmatig gebruik gemaakt van gegevens van het Nederlandse Vergiftigingen Informatie Centrum. Deze gegevens zijn slechts in beperkte mate te gebruiken, omdat produktnamen met opzet niet worden gegeven en omdat slechts een beperkt aantal vos of groepen van vos wordt gemeten.

Gegevens over de gebruiksfrequentie van produkten in huishoudens zijn schaars. Slechts één enigzins verouderd onderzoek i.v.m. veiligheid in huishoudens leverde bruikbare informatie op. In andere gevallen moest worden volstaan met schattingen. Door het ontbreken van betrouwbare gegevens is het moeilijk om de bijdrage van het betreffende produkt aan de totale vos-concentratie te schatten.

Voor een deel van de in dit rapport beschouwde produkten zijn vos-vrije alternatieven in de handel. Ook kunnen vos emissies worden teruggebracht door in plaats van een spuitbus met drijfgas atomisers/pompjes te gebruiken.

Voor enkele componenten kan overschrijding van gezondheidkundige advieswaarden voor vos voorkomen. Het gaat om een deel van het Nederlandse woningbestand waar sprake is van een combinatie van kleine ruimten en een lage ventilatievoud.

Oneigenlijk of ondeskundig gebruik van vos-houdende produkten, en gebruik in extreme hoeveelheden kunnen ook leiden tot gezondheidsschadende concentraties. Ook wordt niet uitgesloten dat de vos-concentratie de gezondheidkundige

49 zie VOC-newsletter, august 1992, Den Haag

advieswaarden overschrijdt in nieuwbouw- of renovatiewoningen kort na oplevering en inrichting. Deze situaties vallen echter buiten het kader van dit onderzoek.

Het blijkt dat "bulk"-toepassingen van vos-houdende produkten, zoals diverse verven, verfabijt en tapijtlīm, een belangrijke invloed hebben op de jaargemiddelde concentratie.

Ook zonder eerdergenoemde "bulk"-toepassingen zijn overschrijdingen van gezondheidkundige advieswaarden voor formaldehyde en benzeen niet uitgesloten

In combinatie met eerdergenoemde "bulk"-toepassingen zijn overschrijdingen van gezondheidkundige advieswaarden van styreen, toluen, xyleen en dichloormethaan niet uitgesloten (zie verder tabel 4.4).

5.3 Aanbevelingen

Het verdient de aanbeveling om in het kader van het produktbeleid maatregelen te treffen die erin voorzien dat fabrikanten in de toekomst verplicht zijn om precies te vermelden wat in het produkt zit.

Een duidelijke vermelding van het gehalte aan vos in een produkt kan de konsument helpen bij het kiezen voor het minst vos emitterende produkt.

Onderzoek naar gebruiksfrequentie van bepaalde produkten en naar de frequentie van een aantal activiteiten (bv. modelbouw, DHZ) is wenselijk, zodat de betekenis van deze produkten en activiteiten voor de kwaliteit van het binnenmilieu.

Het verdient de aanbeveling om bij het zoeken naar alternatieven voor vos-emitterende produkten ook andere milieu-aspekten en de gehele levensfase van een produkt in ogenschouw te nemen. Zo wordt voorkomen dat men door alleen te letten op vos emissies in de gebruiksfase een alternatief adviseert dat weliswaar minder vos uitstoot in de gebruiksfase, maar veel (wellicht meer) milieubelasting met zich meebrengt in een andere levensfase. Ook anderssoortige schadelijke emissies kunnen van belang zijn.

**1.-
Inleiding**

Bestrijdingsmiddelen kunnen naar toepassingsgebied als volgt worden geklassificeerd [4]:

Biociden:	micro-organisme dodende middelen
Herbiciden	onkruidverdelgende middelen
Insecticiden	insectenverdelgende middelen
Fungiciden	schimmelwerende middelen
Acariciden	mijtenverdelgende middelen
Mollusciden	slakkenverdelgende middelen
Rodenticiden	ratten en muizendodende middelen
Algiciden	algendodende middelen
Nematiciden	aaltjesdodende middelen

Deze indeling wil niet zeggen dat de stoffen, welke tot elk van deze groepen worden gerekend, niet tevens een andere functie kunnen vervullen. Veel middelen hebben namelijk meerdere functies: herbiciden doden soms ook insecten of mijten, insecticiden werken vaak ook als mijten- of aaltjesverdelgers.

Naast de hoofdgroep der -ciden onderscheidt men ook nog de groepen houtconserveringsmiddelen, ontbladeringsmiddelen, vogelafweermiddelen, mollenbestrijdingsmiddelen, wildafweermiddelen en ontsmettingsmiddelen.

Een groot deel van deze middelen worden uitsluitend in de landbouw toegepast (landbouwmiddelen). Daarnaast kunnen huishoudmiddelen worden onderscheiden, waarvan een deel binnenshuis kan worden aangewend. Deze huishoudmiddelen zijn veelal vrij in de handel te verkrijgen (supermarkten, warenhuizen, drogisterijen) en kunnen door de consument zelf worden gebruikt.

Grote hoeveelheden bestrijdingsmiddelen worden echter in woningen en andere panden verbruikt door professionele ongediertebestrijding [2], [3].

Voor het bestrijden van ongedierte kan de hulp van een gemeentelijke dienst of van een particulier bedrijf worden ingeroepen. Door deze twee diensten werden in 1984 samen ruim 180.000 bestrijdingen uitgevoerd in woningen en andere gebouwen.

Door gemeentelijke diensten werden 141.240 objecten bezocht, waarvan 101.120 behoren tot de, niet nader uitgesplitste, categorie "woningen, horecabedrijven en winkels (incl. woonschepen)". In deze laatste categorie werden 61.120 objecten bezocht voor de bestrijding van ratten en muizen en 40.000 objecten voor de bestrijding van insecten. Gemeenten met minder dan 5000 inwoners en/of gemeenten met een gemeenschappelijke regeling zijn niet inbegrepen bij bovenstaande cijfers.

De bij de professionele bestrijding van ratten en muizen gebruikte bestrijdingsmiddelen zijn voornamelijk op basis van cumatetralyl, chloorfacinon, warfarin, bromadiolon, difenacoum, calciferol, crimidine, blauwzuur. Hierbij komen geen vossen voor.

Uitgedrukt in actieve stof werd in 1984 voor de bestrijding van insecten door de gemeenten 551,6 kilogram aan insecticiden gebruikt en 6000 kilogram aan gasvormige middelen. De hierbij gebruikte organische bestrijdingsmiddelen waren dichloorvos (16,1 kg in 1981 en 1,9 kg in 1984), diazinon (55,9 kg resp. 0 kg), lindaan (94,5 kg resp. 45,8 kg) en methoxychloor (177,2 kg resp. 74,8 kg). Dichloorvos en diazinon behoren tot de organofosfaten, lindaan en methoxychloor tot de gechloreerde koolwaterstoffen. Het aandeel van deze laatste twee middelen binnen de niet-gasvormige insecticiden was in 1979, 1981 en 1984 respectievelijk 35 %, 36 % en 22 %. Het gebruik van organische fosforverbindingen en gechloreerde koolwaterstoffen is aanzienlijk afgenomen. Het gebruik van diazinon binnenshuis is sinds 1982 verboden.

In 41.400 objecten (alle soorten gebouwen, dus niet alleen woningen, horecabedrijven en winkels) werd in 1984 door particuliere ongediertebestrijdingsbedrijven een bestrijding uitgevoerd. De gegevens met betrekking tot deze bedrijven zijn minder gedetailleerd dan van de gemeentelijke diensten. De organismen die hierbij bestreden werden zijn: ratten (6.500 keer), muizen (15.900), houtaantastende insecten (3.400), overige insecten (5.400) en andere organismen (2.300). Tevens werden er 434 gassingen uitgevoerd, waarvan weinig of geen in woningen.

De hoeveelheid gebruikte insecticiden is 3185 kilogram op basis van actieve stof. De gechloreerde koolwaterstoffen nemen hierbij een prominente plaats in: 34 % lindaan (1070 kg) en 0-2 % pentachloorfenol (0-65 kg). De organische fosforverbindingen namen 38 % voor hun rekening (1210 kg).

In Nederland zijn honderden verschillende bestrijdingsmiddelen voor gebruik in en rondom de woning geregistreerd. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan om drie redenen bijdragen aan een verhoogde concentratie vossen binnen woningen. Ten eerste worden veel van deze middelen in spuitbussen verkocht. Wat de drijfgassen betreft geldt dat CFK's ook hier steeds meer worden vervangen door dimethylether, butaan en propaan.

Ten tweede kunnen de werkzame stoffen uit organische verbindingen bestaan. De meest voorkomende groepen van werkzame stoffen in bestrijdingsmiddelen zijn [1]:

- A. Organofosfaten (diazinon, dichloorvos)
- B. Carbamaten
- C. Gechloreerde koolwaterstoffen (methoxychloor, dichloormethaan, lindaan)
- D. Pyrethrinen
- E. Overige

Ten derde worden middelen gebruikt om de werkzame stof in op te lossen. Houtwormbestrijdingsmiddelen kunnen bijvoorbeeld zijn opgelost in kerosine.

Voor dit onderzoek zijn naast de gechloreerde koolwaterstoffen ook de organofosfaten diazinon en dichloorvos van belang omdat zij langzaam verdampen [1].

2. Bronnen en activiteiten

Binnenshuis worden voornamelijk insecticiden toegepast. De beestjes die bestreden moeten worden kunnen als volgt worden onderverdeeld [1]:

- Vliegende insecten (vliegen, muggen en wespen);
- Beesten die in huis rondkruipen en lopen (muizen en ratten; (farao)mieren, spinnen, kevers, pissebedden, keldermotten, oorwormen, duizendpoten, kakkerlakken enz.);
- Voorraadinsecten;
- Beesten in kleren en tapijten (motten, tapijtkevers);
- Insecten in hout (houtmorm, houtworm);
- Beesten in de vensterbank (luizen, spint, thrips enz.);
- Beesten op huisdieren (vlooiën, luizen, teken).

De bestrijdingsmiddelen kunnen door de consument zelf worden aangeschaft en gebruikt en daarnaast is het mogelijk om professionele bedrijven (gemeentelijk of particulier) in te schakelen bij de bestrijding van ongedierte.

3. Gebruikte vos

In vijf insectenbestrijdingsmiddelen die voor consumenten verkrijgbaar zijn, bleken de volgende vos voor te komen [14]:

tabel 1 Het voorkomen van vos in vijf insectenbestrijdingsmiddelen

	range	gemiddelde
alifatische koolwaterstoffen	0-28 %	9%
gechloreerde koolwaterstoffen (dichloormethaan)	0-60%	21%
chloorfluor koolwaterstoffen	0-60%	29%
- trichloorfluormethaan	0-30%	14%
- dichloordifluormethaan	0-30%	14%
alcoholen	0-40%	8%
propaan/butaan	0-60%	21%

bron: [14]

Van bestrijdingsmiddelen zijn geen raamrecepturen voorhanden. Globaal zijn de volgende bestanddelen aanwezig: werkzame stof, oplosmiddel en in geval van spuitbussen, drijfgas.

Werkzame stof

Als werkzame stof werden de tot de gechloreerde koolwaterstoffen behorende stoffen linaan en dichloormethaan veel aangetroffen. Uit nog niet gepubliceerde cijfers over 1988 [15] blijkt dat de rol van de gechloreerde koolwaterstoffen als

aktieve stof bijna is uitgespeeld. Binnen de professionele bestrijding door gemeentelijke instellingen daalde het aandeel van de gechloreerde koolwaterstoffen in de totaal gebruikt hoeveelheid insecticiden van 22% in 1984 naar 4% in 1988 [15]. Dezelfde trend is te zien bij particuliere bedrijven, waar dit percentage van 35% naar 10%.

Sinds 1989 is het gebruik van lindaan, de meest gebruikte gechloreerde koolwaterstof, binnenshuis verboden. Paradichloorbenzeen is echter nog steeds een populair middel tegen motten (zie hiervoor het document Kleding). Ook zitten er gechloreerde koolwaterstoffen in kokertjes tegen faraomieren en mierenlokdozen. Middelen om het tapijt tegen vlooiën te behandelen bevatten in 1985 nog lindaan [1].

Drijfgas

Uit een inventarisatie van de Stichting Natuur en Milieu [1] blijkt dat van de 115 beschreven bestrijdingsmiddelen voor huishoudelijk gebruik, 11 producten in spuitbussen werden aangeboden (zie tabel 3). De hierbij gebruikte drijfgassen bestaan voornamelijk uit butaan en propaan. CFK's worden niet of nauwelijks meer gebruikt.

tabel 2 Vos in huishoudelijke bestrijdingsmiddelen (1985)

N-nr.	Toepassing	vos	
7658	vliegen	d	
6587	insecten, spint op planten	d	
8421	kruijpende insecten	d	
4531	insecten en spint op planten	d	
6365	vlooiën op honden	d	
7847	vlooiën in tapijt	d,w	lindaan 0,63 %
8632	vliegende insecten	d	
7435	honden en katten	d,w	methylonylketon 1,9 %
6937	ongedierte op kamerplanten	d	
7484	insecten op kamerplanten	d	
8214	vliegende insecten	d	
8211	mieren	w	lindaan 100 g/l
5402	muggen	w	diethyl-m-toluamide 279 g/l
5401	muggen	w	diethyl-m-toluamide 33 %
8654	schimmels op planten	w	bitertanol 300 g/l
6206	muggen	w	dimethylftalaat 4,4 %
7392	vlooiën op honden	w	dichloorvos 9,6 %
5919	vlooiën op honden	w	lindaan 2,5 g/l
8796	vlooiën op honden	w	dichloorvos 9,6 %
3892	vlooiën op honden	w	lindaan 6 g/l
-	motten	w	p-dichloorbenzeen

bron: [1]

Toelichting op tabel:

Dit overzicht geeft aan welke middelen voor de consument beschikbaar zijn en vos bevatten (als drijfgas -d- of als werkzame stof -w-). Hierbij worden niet de merknamen maar de N-nummers gebruikt. Onder deze nummers zijn de

toegelaten bestrijdingsmiddelen geregistreerd bij het Bureau Bestrijdingsmiddelen in Wageningen.

In het overzicht van Natuur en Milieu zijn in totaal 115 producten opgenomen, waarvan 38 tegen vlooiën op katten en honden (19 vlooiënbanden). Elf producten werden in een spuitbus aangeboden en 12 producten (vnl. tegen vlooiën en muggen) bevatten vos als werkzame stof.

Oplosmiddel

Bestrijdingsmiddelen worden in diverse vormen aangeboden: poeder, vloeistof, in spuitbussen enz. Bij vloeistof en spuitbussen moet de werkzame stof worden opgelost. Als oplosmiddel worden onder andere vos toegepast, zoals alcohol, isopropanol, kerosine, xyleen en kookpuntbenzines. Ook water is een veelgebruikt oplosmiddel.

4. Plaats van vrijkomen

De vos komen selectief vrij, in ruimten waar de bestrijdingsmiddelen worden gebruikt, zoals woonkamers, slaapkamers en keukens.

5. Wijze van vrijkomen

De meeste middelen komen alleen vrij op het moment dat ze gebruikt worden. Hierbij zal in de meeste gevallen een seizoensafhankelijk patroon te onderscheiden zijn. Men hoeft zelden vlooiën te bestrijden in de winter. Een belangrijk onderscheid dient men nog te maken tussen particulier gebruik en professioneel gebruik. Bij professioneel gebruik is de bewoner soms afwezig, bijvoorbeeld bij gassing.

6. Concentratie binnen de woning

De concentratie vos wordt voornamelijk beïnvloed door de aanwezige vos en de drijfgassen. De hoeveelheid werkzame stof komt namelijk in zeer kleine hoeveelheden in de producten voor. Het gebruik van gechloreerde koolwaterstoffen lidaan is aan banden gelegd.

7. Toekomstige ontwikkelingen

Het gebruik van lidaan als werkzame stof is binnen woningen niet meer toegestaan.

CFK's zijn als drijfgas grotendeels vervangen door (voornamelijk) butaan en propaan.

8. Gebruik in Nederland

Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen de consumentenmarkt en de professionele bestrijding.

Volgens de Stichting Natuur en Milieu [1] bevatte 12% van de verkochte spuitbussen (zes miljoen stuks) in 1980 een bestrijdingsmiddel. Bestrijdingsmiddelen worden met name gebruikt in de zomer, bijvoorbeeld bij vlooiën- of mottenplagen.

In 1990 werden naar schatting bijna 1900 ton bestrijdingsmiddelen gebruikt door particulieren in huishoudens. Hierbij kwamen ruim 1700 vos vrij [16]

In tabel 3 zijn de geschatte hoeveelheden naar soort weergegeven.

Tabel 3 Geschatte emissies (in tonnen) vos uit in 1990 toegepaste bestrijdingsmiddelen door particulieren in Nederlandse huishoudens [16]

produkt	totale vos-emissie
middelen tegen hourworm	475
middelen tegen insecten op planten	113
middelen tegen kruipende insecten	270
middelen tegen vliegende insecten	450
middelen tegen insecten op huisdieren	135
middelen voor bladbehandeling	270
totaal	1.713

Bij de professionele ongediertebestrijding in Nederland (1984) circa 1200 kilogram gechloreerde koolwaterstoffen als actieve stof gebruikt. Het grootste deel hiervan (circa 1100 kilogram) komt voor rekening van de particuliere bedrijven.

9. Diversen

10. Conclusies

Hoewel de gechloreerde koolwaterstoffen lindaan en methylochloide in de toekomst een minder grote rol zullen gaan spelen [15] verdient het in het kader van deze studie de aanbeveling toch enkele productgroepen nader te bestuderen:

- anti-vlooiemiddelen (vlooienslangen, shampoo's e.d.)
- insectenbestrijdingsmiddelen
- mierenlokdozen

Voor motteballen wordt verwezen naar het document Kleding. In anti-vlooiemiddelen kunnen lindaan en dichloorvos bevatten; beide stoffen zijn matig vluchtig, maar ernstig giftig. In insectenbestrijdingsmiddelen kunnen tot 60% gechloreerde koolwaterstoffen bevatten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat niet bekend is wanneer de insectenbestrijdingsmiddelen zijn getest, met andere woorden hoe actueel de gegevens zijn. Mierenlokdozen kunnen nog steeds lindaan of andere gechloreerde koolwaterstoffen bevatten. Bij bestrijding binnen kan het vrijkomen van gechloreerde koolwaterstoffen de gezondheid schaden.

11. Informatiebronnen

- [1]: Wieringen, H. van en Reijnders, L.: "Bestrijdingsmiddelen in en om huis"; Stichting Natuur en Milieu, nr.17; Utrecht 1985.
- [2]: CBS: "Statistiek ongediertebestrijding 1979"; Staatsuitgeverij; Den Haag, 1982.

- [3]: CBS: "Statistiek ongediertebestrijding 1984"; Staatsuitgeverij; Den Haag, 1986.
- [4]: Meyer Drees, F.J.: "Bestrijdingsmiddelenwet, Commentaar"; in: Handleiding Milieuhygiëne; Samson; Alphen aan de Rijn, 1974.
- [5]: Gosselin, R.E. et al.: "Clinical toxicology of commercial products"; 4th ed. The Williams & Wilkins Co.; Baltimore, 1976..
- [6]: Mondelinge mededeling dhr. De Jonge, Afdeling bestrijding van Dierplagen Wageningen.
- [7]: Mondelinge mededeling dhr. Meys, Bureau Bestrijdingsmiddelen, Wageningen.
- [8]: Informatie afkomstig van de Vereniging van Nederlandse Fabrikanten van Bestrijdingsmiddelen, Den Haag.
- [9]: Mondelinge mededeling dhr. Koers, Fa. POKON, Naarden.
- [10]: Mondelinge mededeling dhr. Lorey, CBS; Ongediertebestrijding.
- [11]: Mondelinge mededeling mevr. van der Berg, Fa. Kortman.
- [12]: Mondelinge mededeling dhr. van der Meulen, Fa. Rentokil.
- [13]: Mondelinge mededeling dhr. Otten, GG & GD Amsterdam, Dienst ongediertebestrijding.
- [14]: Schriftelijke informatie Ned. Vergiftingen Informatie Centrum
- [15]: Mondelinge mededeling CBS
- [16]: VOC Newsletter, August 1992

1...
Inleiding

Traditionele bouwmaterialen als leem, hout en baksteen hebben door de eeuwen heen bewezen dat zij geen problemen voor de gezondheid opleveren. Anders ligt dit met een aantal moderne bouwmaterialen. Bepaalde kunststoffen en kunststofschuimen of vezelplaten met kunsthars kunnen bijvoorbeeld het binnenmilieu belasten met vos.

Wanneer het bouwmaterialen van organische of anorganische oorsprong betreft, zijn additieven zoals een kunsthars als bindmiddel, oorzaak van emissies van vos. Bij kunststoffen kan het ook gaan om additieven zoals weekmakers, maar ook om emissies uit de kunststoffen zelf in de vorm van monomeren. Ook afwerkklagen kunnen schadelijke stoffen emitteren.

De uiteindelijke schadelijkheid van de emissies hangt af van de plaats waar het materiaal zich bevindt en van de mate waarin de woning kierdicht is gemaakt en is geïsoleerd. Zo is een bouw materiaal dat aan de buitenkant van de woning zit voor dit onderzoek in principe minder interessant dan een bouw materiaal dat in de spouw zit (hoewel dit verandert als het gaat om poreuze wanden die behandeld worden met agressieve middelen). De bouwmaterialen waar in principe het meest de aandacht naar toe gaat zijn die bouwmaterialen die in direct contact met het binnenmilieu staan. Emissies uit deze bouwmaterialen komen ongehinderd in de woning terecht.

Verf, houtverduurzamingsmiddelen en lijmen worden in andere documenten behandeld. In dit document wordt wel aandacht besteed aan lijmen die verwerkt zijn in bouwmaterialen en bouwmaterialen die zijn behandeld met verduurzamingsmiddelen.

2.
Bronnen en activiteiten

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de in woningen toegepaste bouwmaterialen waaruit mogelijk vos kunnen ontwijken; tevens is weergegeven waar deze materialen zich bevinden.

tabel 1 Overzicht van in woningen toegepaste bouwmaterialen waaruit mogelijk vos vrijkomen

Bouwmaterialen	Toepassing
gelamineerd hout spaanplaat triplex multiplex hard/zachtboard geïmpregneerd papier	kozijnen, trap wandafwerking idem idem idem in dak- en/of wandelement
glaswol/steenwol cementmortel beton	spouwmuurisolatie voegen van gemetselde muren wanden, vloeren
PMMA PVC (hard) PVC (zacht) PVC (schuim)	sanitair kozijnen en elektriciteitsbuis folie in wandelement, kabelisolatie sandwichplaat, bijv. in dakelement of als voegvulling
PS (hardschuimplaat)	isolatie

Ook bepaalde (ver)bouw- of onderhoudsactiviteiten in en rond het huis kunnen al of niet tijdelijke belasting van vos tot gevolg hebben. Voor wat betreft onderhoudsactiviteiten zoals het behandelen van hout met verduurzamingsmiddelen of verven wordt verwezen naar het document *verf*. In dit document kan nog wel gewezen worden op het vullen van gaten in hout, bijvoorbeeld in vloeren of kozijnen, met vloeibaar hout. Vloeibaar of kneedbaar hout bevat vos, die vrijkomen bij de verwerking.

In de renovatie van oudere huizen, al of niet met een spouwmuur, blijkt het soms noodzakelijk de buitengevel waterafstotend te maken, om overlast van regendoorslag in de toekomst te voorkomen. De gevels worden waterafstotend gemaakt door een gespecialiseerd bedrijf met hydrofoberingsmiddelen. Voor de behandeling moet de gevel eerst gereinigd worden. De hydrofoberingsmiddelen (silicone harsen alkylsiliconaten of metaalzepen) bevatten white spirit, xyleen, wasbenzine of methanol als oplosmiddel [2]. In de winter, wanneer de temperatuurverschillen tussen binnen en buiten maximaal zijn, kunnen vos in het binnenmilieu emitteren. De emissie naar binnen kan nog toenemen met bijvoorbeeld wind op de gevel [12].

Voor kierdichting wordt door onder andere doe-het-zelvers ééncomponent-PUR-schuim uit spuitbussen gebruikt. Deze spuitbussen bevatten CFK12 of tegenwoordig ook HCFK22 als schuimmiddel.

Voor kierdichting in bijvoorbeeld badkamers, kunnen kittens worden gebruikt die een organisch oplosmiddel bevatten.

3. Gebruikte vos

In de tabel 3 is weergegeven uit welke algemeen toegepaste bouwmaterialen mogelijk vluchtige organische stoffen (vos) kunnen ontwijken. De tabel is afgeleid van een studie door het Bouwcentrum [1]. De stoffen die genoemd zijn in de kolom onder het kopje "v.o.s", zijn stoffen die onder normale omstandigheden (een binnentemperatuur tussen de 18 en 22 graden, een relatieve luchtvochtigheid van ongeveer 50% en een ventilatievoud van 0,5-1 luchtwisselingen per uur) kunnen vrijkomen. De letters onder het kopje "opmerkingen" verwijzen naar de toelichting onder deze tabel.

Uit een Deens onderzoek blijkt dat er een veelheid aan voss kunnen ontwijken uit bouwmaterialen. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van voss uit bouwmaterialen.

Tabel 2 Geïdentificeerde voss in bouwmaterialen

Alkanen	Aromaten	Ketonen
n-Hexaan	Tolueen	2-Propanon
n-Heptaan	2-Xyleen	2-Butanon
n-Octaan	3-Xyleen	3-Methyl-2-butanon
iso-Octaan	4-Xyleen	4-Methyl-2-pentanon
n-Nonaan	Ethylbenzeen	2-Pentanon
n-Decaan	1,2,4-Trimethylbenzeen	Alcoholen
n-Undecaan	1,3,5-Trimethylbenzeen	Ethanol
n-Dodecaan	1,2-Ethylmethylbenzeen	n-Propanol
3-Methylheptaan	1,3-Ethylmethylbenzeen	n-Butanol
Alkenen	1,4-Ethylmethylbenzeen	n-Pentanol
1-Hepteen	n-Propylbenzeen	n-Hexanol
1-Octeen	iso-Propylbenzeen	Esters
1-Noneen	1,2,3,4-Tetramethylbenzeen	Ethylacetaat
1-Deceen	1,3-Diethylbenzeen	n-Butylacetaat
Terpenen	n-Pentylbenzeen	t-Butylacetaat
α -Pineen	Benzaldehyde	t-Butylformaat
Δ -3-Careen	Styreen	Ethoxyethylacetaat
Limoneen	Methyl styreen	Aldehyden
Cyclohexanen		n-Pentanal
Ethyl methyl cyclohexaan		n-Hexanal
		Gechloroerde Alkanen
		1,2-Dichloroethyleen

tabel 3 vos in bouwmaterialen

Bouw materiaal	vos	
<i>hout</i>		
naaldhout		a
gelamineerd hout	formald., fenol	ac
triplex	formald., fenol	ac
<i>organische materialen</i>		
hardboard	formald., fenol	a-e
zachtboard	formald., fenol	a-e
spaanplaat	formald., fenol	a-e
houtwolcementplaat	formald., fenol	a
houtwolmagnesiumplaat	formald., fenol	a
<i>anorganische materialen</i>		
glaswol	formald., fenol	ae
steenwol	formald., fenol	ae
cementmortel		k
beton		l
<i>papier en rubbers</i>		
geïmpregneerd papier	fenol	
butylrubber		
silicone rubber		
polychloropreen		
gechloorsulfoneerd PE		
<i>kunststoffen</i>		
PVC	aromaten, fenol	fm
PVC/vinylbehang	tolueen	n
PVAC		f
PS-hardschuimplaat	styreen, ethylbenzeen	fn
PE		f
PP		f
polycarbonaat		f
melamine-plaat	aromaten, formald.	m
PUR-plaat	formald., heptachl.	hm
<i>geschuimd</i>		
PS		hi
PE		g
PVC		g
UF		df
fenolformaldehyde		g
PUR-schuim		hj
PIR-schuim		hj
<i>folies</i>		
PVC		f
PE		f
polyvinylfluoride		f
PP		f
butyl		f
<i>voegkitten</i>		
siliconen		f
polysulfide		f
polyurethaan		f
acrylaat		f
butyl		f
polyisobuteen		f
styreen-butadieen		f
vinylchloride-vinylacetaat		f

Opmerkingen

- a bevat (mogelijk) houtverduurzamingsmiddel
Bouwmaterialen kunnen o.a. zijn verduurzaamd met tributyltinverbindingen, pentachloorfenol en hexachloorcyclohexaan [1]. Als gevolg hiervan kunnen tributyltinfosfaat, tributyltinoxide, pentachloorfenol (en tetrachloor-dibenzodioxine als vervuiling) en hexachloorcyclohexaan (gamma-isomeer) ontwijken [1].
- b met bindmiddel (zonder bindmiddel geen formaldehyde-uitstoot)
- c afhankelijk van de lijmsort en de hoeveelheid lijm komt veel of weinig formaldehyde vrij. In deze paragraaf worden alleen de bindmiddelen van vezelplaten behandeld.
Als bindmiddel worden in de regel de zogenaamde fenoplasten en aminoplasten gebruikt: fenolformaldehyde en ureumformaldehyde zijn de bekendste voorbeelden van deze groepen.
- e bevat waterafstotend middel. Van paraffine is bekend dat er onder normale omstandigheden geen schadelijke stoffen vrijkomen. Andere waterafstotende middelen zijn siliconen en minerale oliën.
- f bevat weekmaker
Bouwmaterialen van kunststof kunnen de volgende weekmakers bevatten: dioctyladipaat, dioctyltalaat (DOP), dibutyltalaat (DBP), butylbenzyltalaat, di-2-ethylhexyltalaat (DEHP), tricresylfosfaat, difenylcresylfosfaat, dimethylnitrosamine, diethylnitrosamine polychloorbifenyleen.
- g bevat blaasmiddel
Blaasmiddelen voor schuimen komen afhankelijk van de celstructuur vrij; het gaat hier om stikstof, kooldioxide, CFK's, pentaan en zwavelwaterstof
- h bevat CFK-blaasmiddel
- i bevat pentaan
- j katalysator
Onder normale omstandigheden kan als gevolg van het toepassen van een katalysator in een bouw materiaal triethylamine ontwijken.
- k bevat formaldehydeverbindingen
- l bevat vloeimiddel
Het gaat hier gewoonlijk om formaldehydeverbindingen; formaldehyde kan ontwijken.
- m bron: Engstrom.(1990)
- n bron: v.d.Wal (1990)

bron: [1]

De hoeveelheid geëmitteerde formaldehyde hangt af van de ouderdom en de aard van het bouw materiaal, de binnentemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid. Naarmate het spaanplaat ouder is, zal er minder formaldehyde vrijkomen; bij een korte perstijd van de plaat zal het bindmiddel slecht zijn uitgehard, waardoor meer formaldehyde vrijkomt. Bij hogere temperaturen en/of een hogere luchtvochtigheid zal de formaldehyde-emissie eveneens toenemen. Uit laboratoriumproeven blijkt dat de formaldehyde-emissies met 10 % toenemen bij elke graad temperatuurverhoging [14]. Begin 1988 heeft de Rijkskeuringsdienst van Waren te Assen een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de hoeveelheden vrij formaldehyde in 15 monsters spaanplaat. Het bleek dat in driekwart van de gevallen dat de norm van 10 mg per 100 gram droog plaatmateriaal werd overschreden. Eind 1988 werd een eerste landelijke controle van het Spaanplaatbesluit uitgevoerd middels een test van 75 monsters spaanplaat, waarvan 67% een KOMO-keurmerk of E1-keurmerk (Dit laatste is een internationaal keurmerk) had. Het bleek dat de meeste monsters ongeveer 5 mg. formaldehyde per 100 gram spaanplaat bevatten. Er werden 5 overschrijdingen van de 10 mg. geconstateerd. Eén monster bevatte zelfs 20 mg. formaldehyde per 100 gram spaanplaat [8]. In West-Duitsland hanteert men sinds juni 1989 een strengere norm (maximaal 6 mg. per 100 gram spaanplaat; zie "diversen"). Uit een onderzoek naar spaanplaat bleek dat slechts 4 van de 11 soorten spaanplaat onder eerdergenoemde 6 mg. lagen [9]. Uit sommige soorten multiplex kunnen ook dusdanige hoeveelheden formaldehyde ontwijken dat de norm ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wordt overschreden [16][23]. Het multiplex was gekocht op bouwmarkten.

In steenwol isolatiemateriaal zijn veel hogere aldehyden (hexanal, furfural, octanal en nonanal) en fenylcarbamaat gevonden [8]. Dergelijke stoffen kunnen onder ongunstige omstandigheden (hogere temperaturen en met name een hoge relatieve vochtigheid) in het binnenmilieu vrijkomen, waardoor overlast optreedt [11].

Bij de kunststofschuimen gaat het met name om vrijkomende CFK's of andere blaasmiddelen zoals pentaan.

PVC-kitten kunnen tot 30% alifatische en tot 20% aromatische koolwaterstoffen bevatten. Daarnaast kan trichlooretheen (tot 5%), alcohol (tot 15%) en acetaat (tot 6%) voorkomen. Overige kitten bevatten minder dan 5% organisch oplosmiddel [7].

Vloeibaar/kneedbaar hout, ook wel GUPA genoemd, kan tot 15% styreen bevatten en tot 35% dichloormethaan [7].

Bij het hydrofoberen van gevels worden de volgende middelen gebruikt zie tabel 4):

tabel 4 vos in hydrofoberingsmiddelen

oplosmiddel	werkzame stof
alkohol/white spirit/xyleen/wateralkylalkoxysilanen	oligomere siloxanen
lakbenzine/nafta/tolueen/(water)	polymere siliconenhars
water (methanol)	alkylsiliconaten
lakbenzine/wasbenzine	titaanzepen
	stearaten

bron: [2]

In 1977 moest voor het eerst een woongebouw in Nederland worden ontruimd, nadat vos in het binnenmilieu waren vrijgekomen na behandeling van muren met een waterafstotend middel. In [12] worden drie gevallen eind jaren tachtig beschreven van blootstelling van bewoners aan vos als gevolg van behandeling met hydrofoberingsmiddelen.

Uit polystyreen hardschuimplaten welke waren gekocht in een doe-het-zelfzaak werden emissies styreen, ethylbenzeen en andere aromatische koolwaterstoffen gemeten. Zo werd 1-2 uur na het uitpakken van het PS-hardschuim $740 \mu\text{g}/\text{m}^3$ styreen gemeten. Na 24 uur was de emissie van styreen afgenomen tot $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De referentiewaarde voor styreen, voor wat volgens Zorgen voor Morgen een goed binnenmilieu is, bedraagt $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [18]. Voor ethylbenzeen bedroegen de concentraties respectievelijk $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [16]. Bij toepassing van hardschuimplaten achter de CV-radiatoren kunnen de styreenconcentraties oplopen tot $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en in sommige gevallen zelfs tot meer dan $1 \text{mg}/\text{m}^3$ [20].

Uit vinylbehang kunnen in kleine hoeveelheden tolueen, gechloreerde koolwaterstoffen en andere aromaten vrijkomen. Een tot twee uur na het uitpakken van het vinylbehang werden emissies van eerdergenoemde stoffen gemeten van respectievelijk 10, 15 en $10 \mu\text{g}/\text{m}^2$. Van een monster werden 24 uur na het uitpakken emissies $50 \mu\text{g}$ tolueen per m^2 gemeten. Daarnaast kwamen nog $20 \mu\text{g}$ gechlooreerde koolwaterstoffen per m^2 vrij en $10 \mu\text{g}/\text{m}^2$ andere aromaten. Vinylchloride werd niet gemeten (bij een detectiegrens van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [16].

4. Plaats van vrijkomen

Formaldehyde dat ontwijkt uit steenwol of glaswol zal in eerste instantie in de spouw terecht komen; via een poreuze wand, of via kieren, bijvoorbeeld bij de aansluiting met kozijnen kan het formaldehyde de woning binnenkomen. Bij een goede kierdichting en onder voorwaarde dat de wand niet poreus is, zal men weinig hinder ondervinden van een formaldehyde-emissie uit steen- of glaswol. Wanneer formaldehyde ontwijkt uit spaanplaat, bijvoorbeeld op een zolderkamer waar de zon de hele dag op staat te schijnen komt dit direkt in het binnenmilieu terecht.

5. Wijze van vrijkomen

De emissies van formaldehyde uit plaatmateriaal zullen de eerste weken na oplevering van de woning hoger liggen dan bijvoorbeeld na een jaar. De hoeveelheid die vrijkomt neemt in tijd slechts zeer geleidelijk af. Wanneer bepaalde condities veranderen, bijvoorbeeld een verandering in temperatuur, kunnen grotere emissies optreden.

Bij de in 3 genoemde activiteiten zullen schadelijke stoffen met name vrijkomen bij de verwerking, bijvoorbeeld bij de diverse schuimen. Bij het dichtn van kieren en naden met PUR-schuim kan het giftige toluendiisocyaan vrijkomen [2]. Sinds de 70-er jaren is onderzoek verricht naar de concentraties formaldehyde in woningen, scholen en kantoren, naar aanleiding van klachten van gebruikers of bewoners [2]. Er werden concentraties gemeten van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot $2300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de meeste gevallen werd de norm van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ruimschoots overschreden.

6.3 Concentraties binnen de woning

Goedgekeurd spaanplaat mag niet meer dan 10 mg formaldehyde per 100 g spaanplaat bevatten. Per m^3 verblijfsruimte mag niet meer dan 0,75 mg spaanplaat aangebracht worden [6]. Onder minder gunstige omstandigheden kan in een bepaalde ruimte de grenswaarde van 120 microgram per m^3 toch worden overschreden. Bij hoge temperaturen of een hoge relatieve vochtigheid en/of slechte ventilatie kan zelfs bij KOMO-goedgekeurde platen de grenswaarde worden overschreden [4]. Ook moet men bedenken dat er veel andere formaldehydebronnen in een ruimte kunnen zijn, zoals overig plaatmateriaal, gelamineerd hout, meubels en vloerbedekking. Deze emissies samen kunnen ook problemen opleveren. Spaanplaat in meubelen is niet gebonden aan de eis van maximale hoeveelheden formaldehyde [2]. Per m^3 ruimte is in een "gemiddelde woning" 0,1-0,3 m^3 meubelspaanplaat verwerkt, al of niet voorzien van een afwerklaag [4].

In een kantoorruimte met PVC-wandbekleding zijn DEHP-concentraties gemeten variërend tussen de 0,11 en $0,23 \text{ mg}/\text{m}^3$ lucht [15].

In een proefkamer van 1 m^3 bij een temperatuur van 23°C werd uit een 20 mm dikke PUR-hardschuimplaat van 1 m^2 direct na het begin een concentratie van trichloorfluormethaan gemeten van ruim $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ bij een ventilatievoud van $n=1$ [10]. Tijdens de maanden na de eerste metingen neemt de concentratie geleidelijk af. Na 30 maanden is de concentratie van trichloorfluormethaan op een niveau van $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$. De concentratie neemt dan nauwelijks meer af [10]. De PUR-hardschuimplaat was onbedekt. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat de CFK-emissie afnam wanneer een PUR-plaat werd afgedekt met aluminiumfolie [10]. Uit een onbedekte PS-plaat werd onder eerdergenoemde omstandigheden concentraties van trichloorfluormethaan en dichloordifluormethaan gemeten tot $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ [10]. Bij hogere temperaturen (40°C) nam de emissie van CFK's toe; de relatieve luchtvochtigheid had geen noemenswaardige invloed op de emissie van CFK's [10].

Na behandeling van gevels van huizen met een hydrofoberingsmiddel dat voor 99% uit vos bestond werden binnenshuis aromaten-concentraties gemeten tot een maximum van $2154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [12]. In twee andere projecten werden waarden rond de $250 \mu\text{g}$ aromaten per m^3 gemeten [12].

7. Toekomstige ontwikkelingen

In de nieuwbouw zal meer aan kierdichting gedaan worden dan tot nu toe het geval was. In de regel leidt dit tot minder ventilatie en dus tot de mogelijkheid van oplopende concentraties van schadelijke stoffen.

Om de energiebesparingsdoelstelling voor ruimteverwarming uit het NMP te halen, namelijk 25% minder energie, zal men ook in de bestaande bouw ingrijpende isolatie-maatregelen moeten nemen. Ook de bestaande bouw zal beter moeten

worden geïsoleerd. Voor deze na-isolatie worden materialen gebruikt waaruit vos kunnen ontwijken; kierdichting maakt onderdeel uit van de isoaltmaatregelen.

"Voor naaddichting in de bouw lijkt PUR-schuim uit de bus wel Haarlemmer olie". Uit dit citaat [3] blijkt dat PUR te pas, maar ook vaak te onpas wordt gebruikt in de bouw. Bij een slechte maatvoering in de afbouwfase moet veel PUR worden gebruikt, met name in gietbouw en grote elementen bouw [5]. Wel is te verwachten dat het CFK-gehalte in schuimen vanwege de wetgeving zal teruglopen [3].

Doordat het gebruik van tropisch hardhout in de bouw wordt teruggedrongen, is te verwachten dat met name bij kozijnen, het aandeel van gelamineerd vuren zal toenemen.

8. Gebruik in Nederland

Spaanplaat wordt met name toegepast in dak- en wandkonstrukties. Per jaar wordt in de woning- en utiliteitsbouw ongeveer 600.000 m³ spaanplaat verwerkt [6]. Hiervan wordt 55% in de bouwsector verwerkt, 10% in de DHZ-sector en het overige deel in de meubel- en keukenindustrie [6]. In dit dokument zijn de twee eerdergenoemde percentages relevant. Als bouw materiaal wordt 65% van 600.000 m³ gebruikt, dus 390.000 m³. Het aandeel dat in de woningbouw wordt gebruikt is niet bekend.

Nederland had in 1986 het grootste marktaandeel van PUR-schuim in de isolatiebranche (16%) in vergelijking met andere West-Europese landen. De isolatiebranche verwerkte in dat jaar 430.000 m³ PUR-schuim in de woningbouw en utiliteitsbouw (o.a. koelhuizen). Daarin was 1900 ton of 12 gew.% CFK verwerkt; dat is ongeveer 20% van het totale Nederlandse CFK-gebruik [3]. Volgens ruwe schattingen wordt jaarlijks 30.000 m³ PUR-schuim uit 1,2 miljoen spuitbussen verspoten [3]. Het is onbekend welk aandeel de doe-het-zelfsector hier voor zijn rekening neemt.

Het is niet bekend hoeveel huizen jaarlijks met hydrofoberingsmiddelen worden behandeld. Ook is niet bekend in welke gevallen hydrofoberingsmiddelen met hoge gehalten aan vos worden gebruikt.

Tussen maart 1989 en februari 1990 werd in doe-het-zelfzaken, bouwmarkten enz. (4000 vestigingen) 110.000 liter houtreparatiemiddel verkocht. Volgens de informatie ging het om twee componenten epoxyhars [17].

9. Diversen

Eerder in dit dokument is een norm genoemd voor de maximale hoeveelheid formaldehyde die 100 gram spaanplaat mag bevatten, nl.: 10 mg. Men ging er vanuit dat die 10 mg/100 gram niet zou leiden tot een overschrijding van de maximale concentratienorm voor formaldehyde in het binnenmilieu. Dit maximum is gesteld op 0,10 ppm. Uit nader onderzoek [9] is echter gebleken dat de concentratie tot 0,17 ppm kan oplopen onder normale omstandigheden. Sinds juni 1989 zijn in de BRD de normen voor spaanplaat aangepast. Het maximum is nu 6 mg. formaldehyde per 100 gram spaanplaat [9].

10. Conclusies

De volgende bouwmaterialen en hulpmaterialen zijn interessant voor nader onderzoek:

- PVC-kit
- PS-hardschuimplaat
- PUR-schuim
- spaanplaat
- multiplex
- kneedbaar hout

PVC-kit kan 20% aromatische koolwaterstoffen bevatten en daarnaast nog eens 5% dichloormethaan. In kneedbaar hout komt styreen (tot 15%) en dichloorethaan voor. Spaanplaat blijft een belangrijke bron van formaldehyde. Sommige soorten multiplex kunnen eceneens veel formaldehyde emitteren.

11. Informatiebronnen

- [1]: Masseur, J.W.: "Onderzoek naar de gezondheidsaspecten van bouwmaterialen, -delen en -systemen in verband met Komo-kwaliteitsverklaringen"; deel 1 & 2, Bouwcentrum; Rotterdam, 1985.
- [2]: Douwes, D. et.al.: "Wonen in een gezond binnenmilieu"; Min. van VROM; Den Haag, 1988.
- [3]: Duijvestein, C.A.J.: "Milieueffecten van kunststofschuim in de bouw, met name PUR- en PIR-schuim"; BOOM; Delft, 1989.
- [4]: Waegemaekers, M.: "Binnenklimaat in woningen"; Vakgroep Luchthygiene en verontreiniging, LUW; Wageningen, 1987
- [5]: Essen, H.van: "Het ABC van het Chemisch Bouw Afval"; IVAM-UvA; Amsterdam, 1989.
- [6]: Hermans, W.F.C.M. en Bakels, P.: "Formaldehyde"; Min. van VROM; Den Haag, 1987.
- [7]: Schriftelijke informatie Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum te Bilthoven, 2 mei 1990.
- [8]: Rijkskeuringsdienst van Waren Drenthe: "Jaarverslag 1988" (18 zie FS).
- [9]: Ökotest Ratgeber: "Ratgeber Heimwerken"; Sonderheft nr.3; Ökotest Verlag; Frankfurt, 1989.
- [10]: Marutzky, R. und Schriever, E.: "Emissionen von trichlorfluormethan (R11) und dichloordifluormethan (R12) aus Schaumkunststoffen für das Bauwesen"; in: VDI Berichte nr.745, 1989, seite 821/30; VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf; Braunschweig, 1989.
- [11]: Wal, J.F. van der et.al.: "Thermal insulation as a source of air pollution"; in: Indoor Air '87 Proceedings of the 4th International Conference on Indoor Air Quality and Climate; pp.79-82; Berlijn, 1987.

- [12]: Bloeman, T.H.J. et al.: "Indoor air pollution after the application of moisture repellents"; RIVM; Indoor Air 90, Toronto, 29-7-90 tot 3-8-90.
- [13]: Engstrom, K.: "Building materials; a source of indoor air pollution"; TRIOH; Turku, Finland; Indoor Air 90; Toronto, 29-7-90 tot 3-8-90.
- [14]: Wal, J.F. van der: "Formaldehydemetingen"; in: Chemisch Weekblad"; maart 1979, pp.161-163.
- [15]: Vedel, A. and Nielsen, P.A.: "Phtalate esters in indoor environment"; Indoor Air 1984; Stockholm, 20-24 augustus 1984.
- [16]: Wal, J.F. van der et al.: "Measurement of organic compound emissions from consumer products in a walk-in test chamber"; Indoor Air 90; Toronto, 1990.
- [17]: Nielsen Marketing Research; A.C. Nielsen (Nederland) BV.
- [18]: Wal, J.F. van der en Steenlage, R.: "Onderzoek naar de emissie van potentieel toxische verbindingen uit consumentenartikelen"; TNO/MT; Delft, 1990.
- [19]: Schriever, E. und Marutzky: "Polystyrolschaum-Kunststoffe-flüchtige organische Verbindungen" (VOC)-Emissionen; ; WKI Kurzbericht nr. 38/88; Fraunhofer-Institut; Braunschweig, 1988.
- [20]: Mondelinge mededeling E. Schriever aan TNO/MT.
- [21] Molhare, L., "Indoor air pollution due to organic gasses and vapours of solvents in building materials"; in: Environ. Int. 8 (1982); p. 117-127.
- [22] Wal, J.F. van der: "Formaldehydemaesurements in Dutch houses, schools and offices in the years 1977-1980"; in: Atmosph. Env., Vol. 6 (1982), no. 10, pp. 2471-2478.
- [23] Wal, J.F. van der: "De belasting van het binnenmilieu door de emissie van vluchtige organische verbindingen uit bouwmaterialen en produkten"; TNO Bouw, rapportnr. P91-009; Delft, 1991.

**1.
Inleiding**

In de Warenwet worden cosmetica omschreven als middelen die bestemd zijn om in aanraking te worden gebracht met de verschillende delen van het menselijk lichaamsoppervlak, met het doel om te reinigen, te parfumeren, te beschermen, te verzorgen en/of het uiterlijk te verfraaien [1]. De cosmeticamarkt in Nederland is een groeiende markt. Geen enkele productgroep uitgezonderd, stijgt de omzet [5].

Cosmetica zijn zeer gecompliceerde mengsels van chemische stoffen. Naar schatting zijn er meer dan 3000 cosmetische en ook meer dan 3000 parfum-ingredienten [2]. Hoewel de basisformulering van produkten vaak vrij simpel is, levert het groot aantal componenten dat gebruikt kan worden een oneindig groot aantal mogelijke combinaties op.

Veel toegepaste ingrediënten in cosmetica zijn: anti-oxidanten, conserveringsmiddelen, reukstoffen, kleurstoffen, oppervlakte-actieve stoffen, lipiden, amino-alcoholen, polyalcoholen [3].

Vos worden om verschillende redenen bij de productie van cosmetica gebruikt en aan cosmetica toegevoegd. De meest voorkomende toepassingen zijn:

- oplosmiddel;
- drijfgas (in spuitbussen);
- in parfum;
- conserveermiddel.

De samenstelling van cosmetica is aan bepaalde regels gebonden, die in de Warenwet zijn vastgelegd. Het Cosmeticabesluit in de Warenwet gaat er van uit dat cosmetica "bij gebruik overeenkomstig de bestemming geen gevaar mogen of kunnen opleveren voor de gezondheid van personen" [1]. Vandaar dat lijsten zijn bijgevoegd met stoffen die niet of slechts in beperkte mate gebruikt mogen worden (Stoffenbesluit Cosmetica). Onder de 374 stoffen die niet in cosmetica mogen worden gebruikt, bevinden zich meerdere vos, waaronder [4]: benzeen, dichloorethaan, dichlooretheen, tetrachloorethyleen en chloroform. Daarnaast zijn er 63 stoffen aangewezen die slechts in bepaalde gehalten en onder bepaalde voorwaarden in cosmetica toegepast mogen worden, zoals bijvoorbeeld dichloormethaan en 1,1,1 trichloorethaan waarvan de maximaal toelaatbare concentratie 35 (gewichts)% bedraagt (individueel of gezamenlijk) en formaldehyde dat tot maximaal 5 % in nagelversteviger mag worden gebruikt.

2.
Bronnen en activiteiten

Binnen de cosmetica worden de volgende productgroepen onderscheiden: haarverzorging, parfums, reuk en toiletwater, mondverzorging, babyverzorging, Huid- en gelaatverzorging, decoratieve cosmetica, badproducten en deodorants, herencosmetica, luxe toilet- en badzeep en overige (o.a. zonnecosmetica). Voor dit onderzoek is het cosmeticagebruik in de Nederlandse huishoudens relevant.

3.
Gebruikte vos

Onderstaande tabel geeft een indruk welke soorten vos in cosmetica worden toegepast en in welke mate. Uit een bestand met 19.000 producten is aangegeven met welke frequentie een bepaalde stof voorkomt (dit overzicht is niet uitputtend in die zin dat niet genoemde stoffen ook niet in cosmetische producten zouden voorkomen). Ter toelichting geldt tevens dat het hier om een Amerikaans productenbestand uit 1976 gaat.

tabel 1 Voorkomen van vos in 19.000 cosmetische producten

Oplosmiddel	Gebruik	Frequentie
aceton	oplosmiddel	39
ethanol (alcohol)	oplosmiddel	4184
butaan	drijfgas	35
butoxyethanol	oplosmiddel	71
butyl acetate	oplosmiddel	715
n-butyl alcohol	oplosmiddel	80
t-butyl alcohol	oplosmiddel	47
cfk's *	drijfgas	2648
chloroform	smaakstof	5
kerosine	oplosmiddel	5
diaceton alcohol	oplosmiddel	5
diethyl asparaat	oplosmiddel	4
diethyl glutamaat	oplosmiddel	4
dihydroxyaceton	bruiningsmiddel	8
dimethyl octynediol	oplosmiddel	7
ethaan	drijfgas	6
ethoxydiglycol	oplosmiddel	387
ethoxyethanol	oplosmiddel	9
ethyl acetaat	oplosmiddel	561
ethyl asparaat	oplosmiddel	6
ethyleen dichloride	oplosmiddel	11
ethyl glutamaat	oplosmiddel	6
ethyl hexaandiol	oplosmiddel	6
ethyl hydroxymethyl		
oleyl oxazoline	oplosmiddel	6
isobutaan	drijfgas	192
isopropyl alcohol	oplosmiddel	1437
methanol	oplosmiddel	34
methoxyethanol	oplosmiddel	5
dichloormethaan	oplosmiddel	49
methylethylketon	oplosmiddel	15
propaan	drijfgas	46
propyleen carbonaat	oplosmiddel	96
tolueen	oplosmiddel	698
trichloorethaan	oplosmiddel	4
trichloorethyleen	oplosmiddel	4
xyleen	oplosmiddel	9

*) Diverse soorten chloorfluorkoolwaterstoffen.

Bron: [2]

Tevens bleken in 929 producten formaldehyde (of paraformaldehyde) voor te komen.

In tabel 2 zijn cosmetica weergegeven die vos bevatten.

tabel 2 Vos in cosmetica

1.	shampoo en anti-roos shampoo	-	-	p	c	-
2.	creme spoeling	-	-	p	-	-
3.	haarverf	-	-	p	c	-
4.	permanent	-	d	p	-	-
5.	haartak	o	d	p	c	-
6.	haar bleekmiddel	-	-	-	-	-
7.	hair dressing	-	-	p	-	-
8.	hair straightener	-	-	-	-	-
9.	haargroeimiddel	o	-	p	-	r
10.	vochtinbrengende creme	-	-	p	c	-
11.	schoonmaaklotion	-	-	p	c	-
12.	gezichts make-up	-	-	p	c	-
13.	maskers	-	-	p	c	-
14.	aftershave	o	-	p	-	-
15.	scheerzeep	-	d	p	c	-
16.	oog make-up	-	-	-	c	-
	mascara waterproof	o	-	-	-	r
17.	anti-acne producten	o	-	p	c	-
18.	schminck	-	-	p	c	-
19.	tandpasta	-	-	p	c	r
	mondwater	(o)	-	-	-	-
20.	lippenstift en lippenbalsem	-	-	p	-	-
21.	nagellak	o	-	-	-	r
22.	remover	o	-	-	-	-
23.	nagelharder	-	-	-	-	r
24.	nail elongator	-	-	-	-	-
25.	nagelriem verzachters	-	-	p	-	-
26.	nagelcreme	-	-	-	c	-
27.	bad en douche cosmetica	-	-	p	c	-
28.	hand en lichaams lotion	-	-	p	c	-
29.	body talc	-	-	p	-	-
30.	zeep	-	-	p	-	r
31.	vloeibare zeep en handenreiniger	-	-	p	c	-
32.	ontharingsmiddel	-	-	p	-	-
33.	huidverblekingsmiddel	-	-	p	c	-
34.	deodrant, antitranspiratie	o	d	p	-	r
35.	lichaams make-up	-	-	p	c	-
36.	zon en solaria cosmetica	o	d	p	c	r
37.	sport en massage olie	o	d	p	-	r
38.	voet cosmetica	o	d	p	c	r
39.	beschermende huidcreme	-	-	p	c	-
40.	contactlensvloeistof	-	-	-	c	-
41.	parfum	o	(d)	p	-	-
42.	eau de toilette	?	?	?	?	?
43.	baby cosmetica	-	-	-	c	-

(1) Betekenis afkortingen:

o	-	bevat organisch oplosmiddel
d	-	bevat drijfgas
p	-	bevat een parfum
c	-	bevat een conserveringsmiddel
r	-	bevat om andere reden organisch oplosmiddel

In tabel 3 zijn de concentraties vos weergegeven in diverse cosmetica-producten.

tabel 3 Concentraties vos in raamrecepturen (in gewichtsprocenten)

PRODUCT	OPLOSMIDDEL	DRIJFGAS	LIT.
soap-shampoo	15 %	-	[7]
permanent	-	5 %	[2]
haarlak in spuitbus	30-40 %	40-70 %	[2]
	<50 %	50 %	[7]
haarlak: setting lotion	30-50 %	-	[2]
haargroeimiddel	20 %	-	[2]
haarverf	0-12 %	-	[7]
haarverf (spray)	1- 5 %	5-10 %	[7]
wave set (alcoholic)	1->50 %	-	[7]
hair lighteners with color	>50 % (4) -	-	[7]
haar tonic/ - lotion	25->50 %	10-20 %	[2]
maskers: face packs	10 %	-	[7]
pasta	5-10 %	-	[7]
lip rouge, vloeibaar	88 %	-	[7]
after shave	40-60 %	-	[2]
	50 %	-	[7]
pre shave lotion: astringent	55 %	-	[7]
olie-achtig	75 %	-	[7]
scheerzeep in spuitbus	-	10 %	[2]
		0-10 %	[7]
mascara (waterproof)	65 %	-	[2]
anti-acné: lotion	20-50 %	-	[2]
gel	10 %	-	[2]
mondwater	70 %	-	[2]
geconcentreerd	>70 %	-	[7]
niet-geconcentreerd	10-25 %	-	[7]
nagellak	70 %	-	[2]
	>50 %	-	[7]
nagel vernis	60-70 %	-	[7]
remover voor nagellak	98 %	-	[2]
	>50 %	-	[7]
nagelharder	5 % (1)	-	[2]
deodorant: spuitbus	<20 %	80 %	[2]
spuitbus (2)	-	90 %	[2]
	0->50 %	>50 %	[7]
verstuiver	10-30 %	-	[2]
verstuiver (2)	85 %	-	[7]
stick	10 %	-	[2]
	>50 %	-	[7]
roller (3)	20 %	-	[7]
intiem	-	95 %	[2]
	0- 5 %	>50 %	[7]
voetcosmetica in spuitbus	50 %	40 %	[2]
parfum	75-99 %	-	[7]
eau de toilette/cologne	90-97 % (5)	-	[7]
cologne: solid	80 %	-	[7]
gel	60-70 %	-	[7]
huid verfrissers: astringent	25->50%	-	[7]
hamamelis	39 %	-	[7]

(1) Als hardingsmiddel wordt formaldehyde gebruikt.

(2) Antitransparant.

(3) Met heldere vloeistof.

(4) Alcohol en propyleen glycol.

(5) Plus water.

Het gebruik van CFK's als drijfgas in cosmetica is sterk afgenomen. Vervangende drijfgassen zijn met name gechloreerde koolwaterstoffen, butaan, propaan, isobutaan, dimethylether, dichloormethaan en 1,1,1 trichloorethaan [3].

tabel 4 Drijfgassen

DRIJFGAS	VOORKOMEND IN MONSTERS (%)	GEMIDDELD GEHALTE (%)	RANGE (%)
trichloorfluormethaan	95	50	31-84
dichloordifluormethaan	55	30	24-64
propaan	45	6,4	4,0-9,9
isobutaan	45	1,1	0,1-4,7
n-butaan	50	4,9	0,2-9,5
dichloormethaan	55	20	6-28
1,1,1 trichloorethaan	5	29	

Bron: [3].

Volgens [3], zijn de meest gebruikte oplosmiddelen in haarsprays: dichloormethaan, 1,1,1 trichloorethaan, ethanol en methanol.

4...
Plaats van vrijkomen

Cosmetica worden toegepast bij professionele bedrijven (kappers, schoonheidsspecialisten) en bij particulieren. Het professionele gebruik (gemiddeld circa 10 % van de totale omzet, [3]) is in het kader van dit onderzoek niet interessant.

Het gebruik van cosmetica door particulieren vindt in principe binnenshuis plaats en concentreert zich "rondom de wastafel", die meestal in de bad- of slaapkamer is gesitueerd.

Zon en solaria cosmetica en sport en massage olie blijven buiten beschouwing omdat deze in de regel niet binnen de woning worden toegepast.

5.
Wijze van vrijkomen

Drijfgassen verstuiven bij gebruik en blijven in principe in dezelfde ruimte achter. De vos verdampen snel nadat de cosmetica is aangebracht.

6.
Concentratie binnen de woning

Aan te nemen valt dat de hoogste concentraties zullen worden aangetroffen op de plaatsen waar de cosmetica worden aangebracht. Met betrekking tot componenten uit haarsprays blijkt dat de geschatte piekconcentraties van vos en drijfgassen op één uitzondering na (methanol) allen groter of gelijk zijn aan de geldende MAC-waarden (zie tabel 6).

tabel 5 Ruwe schatting van piekconcentraties van een aantal haarspraycomponenten

Component	Schatting (l)	MAC (TGG) (l)	(a)
<i>oplosmiddelen</i>			
dichloormethaan (< 35%)	700	200	(b)
1,1,1-trichloorethaan (< 35%)	700	200	(c)
ethanol	1.000	1.000	
methanol (< 2,5%)	50	200	
aceton (< 50%)	1.000	1.000	(d)
<i>drijfgassen</i>			
p11 (< 90%)	1.800	1.000	(e)
p12 (< 90%)	1.800	1.000	(e)
n-butaan	1.800	600	
iso-butaan	1.800	--	
propaan	1.800	--	(f)

- (a) MAC-tijdgewogen gemiddelde, dat wil zeggen de gemiddelde concentratie over een achturige werkdag, maximaal 40 uur per week;
- (b) revisie in voorbereiding: wordt 100 ppm;
- (c) maximale kortdurende blootstelling 500 ppm
- (d) revisie in voorbereiding: wordt 750 ppm
- (e) p11 en p12 worden altijd samen gebruikt; waarschijnlijker is daarom dat hun concentratie om en nabij de MAC-waarde zal liggen;
- (f) extra eis: wegens zuurstofverdringing dient minimaal 18% zuurstof in de lucht van de werkruimte aanwezig te zijn.

Bron: [3].

De achtergrondconcentraties zijn uiteraard veel lager, zeker in ruimten waar de cosmetica niet worden aangebracht.

7. Toekomstige ontwikkelingen

Zoals in de inleiding al werd geconstateerd groeit de verkoop van cosmetica al jaren. Ook in de toekomst lijkt deze trend zich voort te zetten. De belangrijkste oorzaken van deze groei zijn "een veranderende levensstijl, de zelfontplooiing van de vrouw, het willen handhaven van een jeugdig uiterlijk en de 'vervrouwelijking' van de man" [3]. Belangrijke doelgroepen voor de toekomst zijn oudere vrouwen, mannen, jonge meisjes en zwarte vrouwen [6].

Producten die als snelle groeiers (de omzetgroei is in 1988 is groter dan het gemiddelde groeipercentage van 8,8%) zijn te kwalificeren, zijn achtereenvolgens haarverzorgingsmiddelen, decoratieve cosmetica, herencosmetica en overige- en zonnecosmetica [5].

8. Gebruik in Nederland

Een overzicht van gebruikte hoeveelheden cosmetica binnen Nederland is slechts aan de hand van ruwe schattingen te maken. Tabel 6 geeft een schatting weer voor 1989.

tabel 6 Ruwe schatting van het gebruik van cosmetica in Nederland in 1989

PRODUCT	TOTAAL VERBRUIK	PROFESSIEEL VERBRUIK	HUISHOUDELIJK VERBRUIK
Shampoo	19.000	500	18.500
Haarlak	3.000	600	2.400
Haarverf			
- shampoobasis	130	220	**
- waterstofperoxide	70	110	**
Permanent			
- krulvloeistof	490	550	**
- neutralisatievloeistof	400	440	**
- alkalische shampoo	70	-	**
Crèmes	1.000	300	700
Deodorants	2.000	-	2.000
Nagellak	65	44	21
Zeep	20.000 *	-	20.000
Oogschaduw	5 *	-	5 *
Mascara	5 *	-	5 *
Lippenstift	60 *	-	60 *

- Geen gegevens van bekend.

*) In tonnen.

**) Gebruik verwaarloosbaar.

Bron: [3].

Van de in totaal in Nederland via cosmetica vrijkomende hoeveelheid vos heeft de Stichting Natuur en Milieu een (zeer ruwe, waarschijnlijk onder-) schatting gemaakt (zie tabel 7). De tabel is gebaseerd op gegevens van enkele jaren terug.

tabel 7 Vrijkomende vos uit cosmetica in Nederland in tonnen

Cosmetica chemicaliën	Hoeveelheid/jaar
anti-oxydanten	40
conserveringsmiddelen	100
reukstoffen	250
chloorfluorkoolwaterstoffen	4.000
gechloreerde koolwaterstoffen	1.000

Bron: [3]

De gebruiksfrequentie van cosmeticaproducten wordt grofweg in drie klassen ingedeeld:

- dagelijks (het middel wordt -bijna- elke dag gebruikt);
- wekelijks (het middel wordt één of meer keren per week gebruikt);
- maandelijks (het middel wordt minder dan 4 keer per maand gebruikt).

Middelen uit de categorie 'dagelijks' zijn bijv.: aftershave, scheerzeep, oog make-up, tandpasta, lippenstift, nagellak, douche cosmetica, zeep en deodorant.

In de categorie 'wekelijks' vallen bijvoorbeeld: shampoo, creme spoeling en remover.

Door alle sociale lagen van de bevolking wordt cosmetica gebruikt. Op dit moment zijn de grootste gebruikers van cosmetica te vinden in de groep vrouwen tussen de 18 en de 30 jaar, de "heavy users".

In tabel 8 zijn de meest recente schattingen van de meest gebruikte cosmetica-productenb weergegeven [8].

Tabel 8 Geschat gebruikt in Nederland in 1990 van enkele cosmetica-producten en de bijbehorende vos-emissies (ton/jaar).

Produkt	Totaal gebruik	vos-emissies
deodorants (spuitbus)	1350	1283
hairspray	4000	3800
nagellak	80	72
nagellak-remover	170	162
after-shave	175	166
totaal cosmetica		5821

9. Diversen

10. Conclusies

Op basis van bovenstaande informatie verdienen enkele cosmetica-producten in het kader van dit onderzoek de aandacht. Het gaat dan om:

- nagellak
- nagelharder
- haarspray (haarlak)

Nagellak kan toluene bevatten. Nagelharder bevat formaldehyde. De bij de overige producten gebruikte vos bestaan meestal uit ethanol of drijfgassen (propaan en butaan). Haarlak bevat in enkele gevallen nog steeds CFK's, maar kan ook meer algemeen dichloormethaan of 1,1,1 trichloorethaan bevatten.

11. Informatiebronnen

- [1]: Bleys, H.T.M.: "Warenwetwetgeving; cosmeticabesluit; Tjeenk Willink; Zwolle, 1983.
- [2]: Nater, J.P. et al.: "Unwanted effects of cosmetics and drugs used in dermatology"; Elsevier, 2nd edition; Amsterdam, 1985.
- [3]: Annema, J.A.: "Mooi is anders"; Stichting natuur en Milieu; Utrecht, 1988.
- [4]: Stoffenbesluit
- [5]: Nederlandse Cosmetica Vereniging: "Jaarverslag 1988"; Nieuwegein, 1989.
- [6]: Reijnders, L. en Klootwijk, W.: "Mooi"; van Gennep; Amsterdam, 1988.

[7]: Gosselin, R.E.: "Clinical toxicology of commercial products"; 4th ed. the Williams & Wilkins Co.; Baltimore, 1976.

[8] VOC Newsletter, August 1992.

Bijlage 4

Document drukwerk

1. Inleiding

De Nederlandse brievenbus krijgt jaarlijks grote hoeveelheden drukwerk te verwerken: dagbladen, huis-aan-huis-bladen, reclamemateriaal, tijdschriften enz. Dit drukwerk kan, evenals boeken, een bron vormen van vos in woningen.

2. Bronnen en activiteiten

Om de bronnen van vos uit drukwerk op te sporen zal kort worden ingegaan op het drukproces.

Binnen een drukkerij kunnen de werkzaamheden in de volgende zes fasen worden verdeeld [7]:

- a. voorbereiding
- b. drukvormvervaardiging
- c. drukproces
- d. afwerking (o.a. binden)
- e. schoonmaakactiviteiten
- f. intern transport.

Hoewel in meerdere fasen vos worden gebruikt, zijn alleen de derde en vierde fase van belang. De in deze fasen gebruikte stoffen, inkten en lijmen (bij het binden), kunnen via het drukwerk bij de consument terechtkomen.

Inkten

De in inkten gebruikte grondstoffen kunnen in de volgende groepen worden onderverdeeld [6]:

- bindmiddelen
- weekmakers
- oplosmiddelen
- pigmenten
- oplosbare kleurstoffen
- vulstoffen
- hulpstoffen.

De oplosmiddelen, meestal van organische oorsprong en soms op waterbasis, dienen voor het verdunnen of oplossen van de bindmiddelen. De overige grondstoffen zijn voor het vrijkomen van vos uit drukwerk niet van belang.

Binnen de inkten kunnen twee groepen worden onderscheiden, te weten inkt ten behoeve van boekdruk en offset en inkt ten behoeve van flexodruk en diepdruk.

Droging van de laatstgenoemde inkten vindt voornamelijk plaats door verdamping van oplosmiddelen uit inkt [2].

Onderstaande tabel geeft een overzicht van druktechnieken en de meest gangbare toepassingen [8].

DRUKTECHNIEK DRUKWERK	INKT	MATERIAAL	SOORT
<i>Hoogdruk:</i> a. boekdruk	oxydatief drogend.	vnl. papier	drukwerk, boeken, handelsdw, familiedw
b. krantendr.	drogend door penetratie in papier.	krantenpapier	kranten
c. flexodruk	verdampen van oplos- middel.	papier, kunststof, folies enz.	verpakkingen formulieren, behang
<i>Vlakdruk</i> a. vellen	oxydatief drogend.	vnl. papier	vellen, geïllustr. boeken, tijdschr., reproducties verpakkingen
b. rotatie	drogend door verwarming of door penetratie		folders, kranten
<i>Diepdruk</i>	verdamping vaak mbv organische oplosmiddelen	papier, kunststof, folies	drukwerk in grote opla- gen, geïll. tijd- schriften met veel kleur.
<i>Zeefdruk</i>	vele soorten	nagenoeg alle materialen en vormen	stickers, affiches,

In Nederland wordt naar schatting 71% van alle drukwerk volgens het offset procedé gedrukt, 15% volgens het hoogdruk procedé, 12% volgens het diepdrukprocedé en 2% volgens overige procedé's (waaronder zeefdruk) [10].

Bij het binden van boeken worden lijmen gebruikt.

Voor het lijmen van boeken (pockets, paperbacks) worden zogenaamde hotmelt-lijmen gebruikt. Dit zijn thermoplastische stoffen die door verhitting smelten. Hier komen geen vos aan te pas [9].

3. Gebruik vos

Bij boekdruk, krantenhoogdruk en offsetdruk (excl. rotatieoffset) worden weinig vos gebruikt. Bij de overige druktechnieken vormen vos een substantieel bestanddeel van de inkt: flexodruk (50-90%), rotatie-offset (30-40%), diepdruk (hoog %) en zeefdruk [5]. Veel gebruikte vos zijn [6]:

- aceton
- butylacetaten
- butanol en iso-butanol
- ethanol
- ethylacetaat
- glycolderivaten
- koopuntbenzines
- methyleenchloride
- methylethylketon
- methyl iso-butylketon
- propanol en iso-propanol
- toluen
- white spirit
- xyleen

De meest gebruikte vos bij flexodruk zijn (voor papier) alcoholen en water. Voor het bedrukken van andere materialen worden diverse vos gebruikt, zoals koolwaterstoffen, alcoholen, glycolen, esters, ethers en ketonen [5]. Flexodruk wordt vooral gebruikt voor verpakkingen van voedingsmiddelen, waaraan zeer strenge eisen zijn gesteld (zie Verpakkingenbesluit van de Warenwet). In de de verpakkingindustrie gebruikte inkten wordt voornamelijk ethylalcohol (gehalte circa 76%) als oplosmiddel gebruikt en in mindere mate ketonen, esters en glycolen [10]. Als hulpstof in inkten wordt soms styreenalkydhars gebruikt. Bij het drogen van de inkt komt echter geen styreen meer vrij [2].

De bij zeefdruk gebruikte vos zijn aromaten, esters, ketonen, terpentine en cyclohexaan. Zeefdruk wordt veel bij het bedrukken van textiel (T-shirts, tapijten) toegepast.

Bij diepdruk worden als oplosmiddel toluen en xyleen gebruikt. Voor verpakkingen worden mengsels van vos of inkten toegepast [5]. De samenstelling van inkt bij diepdruk is als volgt [10]: toluen (50%), pigmenten (12%) en hars (35%). Veelal wordt de inkt voor gebruik verdund, zodat een toluen-gehalte van 75% wordt bereikt. Alle grote illustratiediepdrukbedrijven in Nederland (voor tijdschriften, postordercatalogi, reisfolders) beschikken over een installatie waarmee toluen wordt teruggewonnen.

Met betrekking tot emissies van vos afkomstig van drukwerk dat door de brievenbus de woning binnenkomt is dus met name het diepdrukprocedé verantwoordelijk.

De emissies uit dergelijk drukwerk zijn echter zeer laag. De drukinkt moet namelijk droog zijn, door verdamping van de vos. De lucht die bij het doorbladeren van bijvoorbeeld tijdschriften vrijkomt, wordt veroorzaakt door het gebruikte bindmiddel in de inkt (alkyd-achtig).

Een ruwe schatting van de hoeveelheid vos kan aan de hand van het volgende rekenvoorbeeld gegeven worden [9]:

laagdikte (droge) drukinkt: 1 gram/m² (= 1 micron)

bedrukt oppervlak per vel : gemiddeld 10 %

oppervlakte A4-vel: 1/16 m²

gehalte organische oplosmiddelen in droge inkt : maximaal 1 promille

Een tijdschrift met 100 bedrukte pagina's bevat dus maximaal 0,625 mg oplosmiddel ((100 pag) x (1/16 m²) x (1 gram) x (10%) x (1/1000)). Over emissies van vos uit drukwerk in de woning zijn geen waarden gevonden. Wel zijn emissiefactoren voor de grafische industrie gevonden. Bij flexodruk komt bij drukvormvervaardiging, -verwerking en het schoonmaken 0,5-12 mg vos vrij per m² substraat en bij diepdruk komt bij drukvormverwerking en bewerking 0,3-7,7 g/m² toluen/xyleen vrij [5]. Een gedeelte van de gebruikte vos kunnen later vrijkomen.

**4.
Plaats van vrijkomen**

De vos uit drukwerk komen vrij op plaatsen waar het drukwerk zich bevindt, zoals de hal (brievenbus), de woonkamer en diverse andere plaatsen (boekenkast, afvalbak, kast, berging enz.) of waar het gelezen wordt.

**5.
Wijze van vrijkomen**

Bij het openen van de verpakking van bijvoorbeeld een geïllustreerd tijdschrift zal een piekemissie plaatsvinden, welke daarna continu zal afnemen. Bij het doorbladeren van kranten, boeken, reklamedrukwerk enz. zal de emissie groter zijn dan wanneer de lectuur onberoerd wordt gelaten.

**6.
Concentratie binnen de woning**

**7.
Toekomstige ontwikkelingen**

**8.
Gebruik in Nederland**

Reclamedrukwerk, dag- en weekbladen worden door heel Nederland verspreid. Het bezit van boeken is minder gelijkmatig over de bevolking verdeeld. Drukwerk bevindt zich dagelijks in huis en wordt veelal dagelijks aangevuld (met wisselende hoeveelheden en soorten).

**9.
Diversen**

**10.
Conclusie**

Uit drukwerk kunnen vos emitteren. Gezien het feit dat het drukwerk droog moet zijn voordat het wordt verstuurd, zullen er in de woning geen vos in grote hoeveelheden meer ontwijken. Lettend op prioritaire stoffen is alleen drukwerk dat met behulp van het diepdrukprocedé is vervaardigd van belang (dit drukwerk kan nog toluen bevatten). Het gaat daarbij om geïllustreerde tijdschriften (de meeste weekbladen), folders, brochures, catalogi en verpakkingen.

11.**Informatiebronnen**

- [1]: Stutterheim, E. en Akker, J. van den: "Offset brochure"; Chemiewinkel UvA; Amsterdam, 1982.
- [2]: Bloot, J.: Chemische stoffen in offsetdrukkerijen, Centraal Bureau van de Grafische Bedrijven, Amstelveen, 1989.
- [3]: Habers, A.D.B., Samenstelling en eigenschappen van een aantal offset-chemicalieën, Wetenschapswinkel Groningen, 1983.
- [4]: Steven, T.J., e.a., Arbeidsomstandigheden van zeefdrukkers, Chemiewinkel UvA, 1987.
- [5]: SNM, Grafische chemicaliën, Utrecht, 1986.
- [6]: VROM, Informatiebundel Verf- en drukinktfabrikanten, Handhaving Milieuwetten, 1986.
- [7]: VROM, Informatiebundel Drukkerijen, Handhaving Milieuwetten, 1989.
- [8]: Vloodt, P.C. van der, Chemie op en om de pers, in Chemisch Magazine, oktober 1980.
- [9]: Mondelinge informatie van de heer Wester, Reptest.
- [10]: VROM, Eindrapport Doelgroepenanalyse grafische industrie en verpakkingsdrukkerijen, Publikatiereeks Milieubeheer, nr. 10, 1990.

**1.
Inleiding**

In Nederland werden in 1984 naar schatting 600 miljoen foto- en dia-opnamen gemaakt, waarvan 364 miljoen kleurenfoto's, 150 miljoen dia's, 76 miljoen zwart-wit foto's en 10 miljoen direct klaar foto's [1]. De consumentenmarkt richt zich in de meeste gevallen op kleurenfotografie (foto's, dia's en direct klaar), waarvan de producten worden behandeld in grote ontwikkelcentrales en de steeds meer in zwang komende printshops en minilabs. Zoals onder punt 3 wordt beschreven worden bij het ontwikkelen en afdrucken diverse vos gebruikt. Hoewel de films en foto's na afloop van de processen worden gespoeld kunnen waarschijnlijk nog residuen vos aanwezig zijn.

Circa 300.000 hobbyisten leggen zich toe op het zelf ontwikkelen en/of afdrucken van (in de meeste gevallen zwart-wit-) films en foto's in een eigen donkere kamer (DOKA).

In dit document staat de zwart-wit DOKA van de foto-amateur centraal.

**2.
Bronnen en activiteiten**

De fotografische processen voor het ontwikkelen van films en het afdrucken van foto's zijn vergelijkbaar en bestaan primair uit drie behandelingen, te weten het ontwikkelbad, het stopbad en het fixeerbadd. Daarnaast kunnen extra componenten worden toegevoegd die de kwaliteit van het eindproduct verbeteren, zoals versterkers, verzwakkers en stabilisatoren [1].

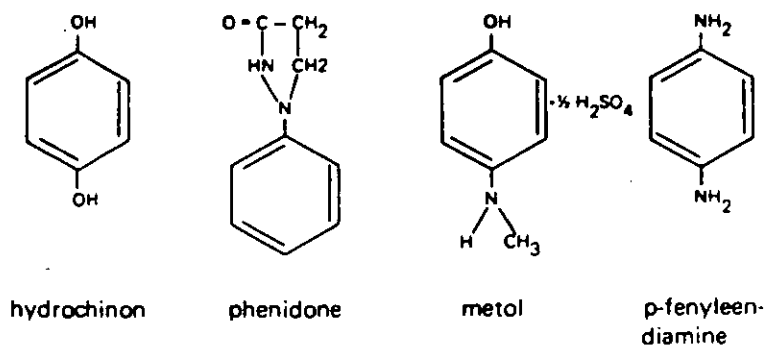
**3.
Gebruik vos**

De drie genoemde baden kunnen vos bevatten als werkzame stof of als additief. Het meest van belang is het ontwikkelbad, waarin de volgende componenten kunnen voorkomen [4]:

-
- *oplosmiddelen*: water, triethyleenglycol;
 - *ontwikkelfstoffen* (selectief reducerende stoffen), zoals hydrochinon, 1-fenyl-3-pyrazolidon (phenidone), metol en p-fenyleendiamine-derivaten;
 - *alkalische stoffen* als natrium- en calciumcarbonaat, borax en kodalk (natriummetaboraat) als pH-instellende en reactieversterkende verbindingen;
 - *conserverende stoffen* als natriumsulfiet en ascorbinezuur;
 - *reactievertragers* als kaliumbromide, 1,2,3-benzotriazool, 5-nitrobenzimidazool en 1-fenyl-5-mercaptotetrazool;
 - *oplossnelheid vergrotende stoffen* (fijnkorrelontwikkelaars); kaliumenthiocyanaat, natriumenthiosulfaat);
 - *hardingsmiddelen* (röntgenontwikkelaars); glutaardialdehyde.
-

Een ontwikkelaar bevat altijd een ontwikkelstof en conserverende stof [5]. Binnen de zwart-wit fotografie kunnen vier groepen ontwikkelstof worden onderscheiden (zie figuur 1), te weten dihydroxybenzenen (bijv. hydrochinon), diaminobenzenen, aminohydroxybenzenen en overige stoffen (bijv. fenidon). De meest toegepaste ontwikkelstof is hydroxychinon, dat vaak in combinatie met fenidon wordt gebruikt. Als conserverende stof in de ontwikkelaar wordt meestal natriumsulfiet toegevoegd. De meest toegepaste reactie-vertragers zijn benzotriazool en kaliumbromide.

figuur 1 Structuren van vier groepen ontwikkelstoffen in de zwart-witfotografie



Tabel 1 geeft een indicatie van de concentratie vos in film- en foto-ontwikkelfstoffen.

tabel 1 Concentratie vos in ontwikkelaar (In grammen per liter)

Stof	Film-	Foto-ontwikkelaar
Hydrochinon	2,5	5
Fenidon	0,1	1
Benzotriazool	0,15	0,3
Ethyleenglycol	-	5

Bron: [5].

In 12 onderzochte ontwikkelaars werd 2-4% p-dihydroxybenzeen (hydrochinon) gevonden [6].

Het stopbad is van eenvoudige samenstelling en bestaat meestal uit een waterige oplossing van één of meer zuur reagerende stoffen (veelal een 2-procent-oplossing van azijnzuur)[5].

Het fixeerbad kan de volgende stoffen bevatten [4]:

- een fixeersout als natriumthiosulfaat, ammoniumthiosulfaat, ammoniumthiocyanaat
- een conserverende stof als natriumsulfiet
- hardende stoffen zoals aluminiumchloride en chromaaluin

Soms bevatten het stop- en het fixeerbadd formaldehyde, dat dient om de film of het papier te harden [3], in de meeste gevallen wordt hiervoor echter aluminiumchloride, kali- of chroomaluin voor gebruikt.

4. Plaats van vrijkomen

DOKA-amateurs beschikken meestal over een kleine ruimte, ingericht op zolder, in een klein kamertje of in een deel van de keuken, die lichtdicht (en daarmee meestal ook luchtdicht) kan worden afgesloten. De ventilatie in een amateurdoka is in het algemeen zeer gebrekkig of helemaal afwezig [3].

5. Wijze van vrijkomen

De DOKA-vloeistoffen worden, indien er niet mee gewerkt wordt, in gesloten flessen of containers bewaard om bederf en vervuiling tegen te gaan. Eventuele emissies doen zich zodoende alleen voor bij gebruik van de DOKA.

Hydrochinon en formaldehyde zijn (vluchtige) organische stoffen die in de DOKA vrij kunnen komen en waarvoor een MAC-waarde is vastgesteld. De MAC-waarden bedragen respectievelijk 0,4 ppm of 2 mg./m³ en 1 ppm of 1,5 mg/m³. Voor de ontwikkelstoffen hydrochinon, fenidon en metol geldt dat ze mat name door verstuiving (als de stof tenminste in poedervorm wordt gebruikt) in de DOKA-lucht terechtkomen. Over verdamping van deze stoffen is geen informatie gevonden.

Formaldehyde, dat soms in kleine hoeveelheden aan stop- of fixeerbadd is toegevoegd, is onder DOKA condities echter wel een vluchtige stof. De concentraties formaldehyde zijn echter zeer gering, dit geldt in nog sterkere mate voor de zwart-wit DOKA.

6. Concentraties binnen de woning

De concentraties vos die in de DOKA ontstaan zijn zeer gering. Van de ontwikkelstoffen (hydrochinon, fenidin en metol) zijn geen gegevens voorhanden. In de zwart-wit DOKA blijkt de gevonden concentratie formaldehyde zo gering te zijn dat deze in een onderzoek van de Chemiewinkel niet met de beschikbare apparatuur (een Dräger-buis en een Miran-infraroodfotospectrometer) was op te sporen.

Door de veelal ontbrekende of gebrekkige ventilatie zullen tijdens de werkzaamheden in de DOKA, de concentraties naar alle waarschijnlijkheid alleen maar toenemen. Door de lage concentraties in de DOKA zelf, zal het effect in andere delen van de woning echter te verwaarlozen zijn.

7. Toekomstige ontwikkelingen

8. Gebruik in Nederland

Tabel 2 geeft een schatting van de in amateurdoka's gebruikte hoeveelheden vos. Het totaalverbruik van ontwikkel-, stop- en fixeervloeistoffen in deze sector wordt geschat op 5,85 respectievelijk 4,5 en 2,556 miljoen liter [5].

tabel 2 Gebruik vos in amateurdoka's (in tonnen)

Stof	Film	Foto	Totaal	Per DOKA*
Hydrochinon	3,4	22,5	25,9	0,086
Fenidon	0,14	4,5	4,6	0,015
Benzotriazool	0,2	1,35	1,6	0,005
Ethyleenglycol	-	22,5	22,5	0,075

*) Uitgaande van 300.000 DOKA's, in kilogrammen per jaar.

Bron: [5].

9. Diversen

10. Conclusies

Het ontkwelen van films en het afdrucken van foto's is een overzichtelijk proces, waarbij drie vloeistoffen (baden) worden gebruikt. Met name het ontwikkelbad bevat aromaten. De vluchtigheid van deze stoffen is echter waarschijnlijk gering, dat van een wezenlijke bijdrage aan de vervuiling van het binnenmilieu geen sprake is.

Voor het formaldehyde-gebruik geldt dat het zeker bij de amateurdoka (meestal zwart-wit) om zeer kleine hoeveelheden gaat.

Geconcludeerd kan worden dat de bijdrage van vos uit fotochemicaliën aan de kwaliteit van het binnenmilieu verwaarloosbaar is.

12. Informatiebronnen

- [1]: Ministerie van VROM: "Informatiebundel foto-ontwikkel- en foto-afdrukbedrijven"; Handhaving Milieuwetten 1986/10; Den Haag 1986.
- [2]: Bloot, J.: "Chemische stoffen in offsetdrukkerijen"; Centraal Bureau voor de Grafische Bedrijven; Amstelveen, 1989.
- [3]: Chemiewinkel UvA: "Licht op de donkere kamer"; Amsterdam, 1989.
- [4]: KNCV: "Fotochemicaliën"; in: Chemische Feitelijkheden; Den Haag, 1984.
- [5]: Stichting Natuur en Milieu: "Fotochemicaliën"; Utrecht, 1986.
- [6]: Schriftelijke informatie van het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum te Bilthoven.

**1.
Inleiding**

Deze rubriek is opgenomen omdat een deel van deze artikelen bij huishoudens aanwezig is. Kantoorartikelen zijn te verkrijgen in speciale kantoorhandels, warenhuizen, supermarkten en speelgoedwinkels.

**2.
Bronnen en activiteiten**

De volgende productgroepen zijn in dit kader van belang: kantoormeubels, kantoor machines (en toebehoren) en kantoorartikelen. Kantoormeubels worden niet als aparte categorie behandeld (meubels komen in een ander document aan de orde). Kantoor machines die in huishoudens worden gebruikt zijn typemachines en personal computers. Eventuele toebehoren zijn linten en reinigingsstoffen. Bij kantoorartikelen gaat het met name om schrijfbenodigheden, artikelen voor 'op en om het bureau' en tekenspullen voor kinderen.

**3.
Gebruik van vos**

Een aantal producten binnen deze productgroep kan verantwoordelijk zijn voor de emissie van luchtige organische stoffen in woningen:

- lijmen
- korrektievloeistof (tipp-ex)
- viltstiften e.d.
- zachte plastic producten (weekmakers)
- PC-reinigingssets

Voor *lijmen* wordt verwezen naar het Document Lijmen.

Korrektievloeistof (tipp-ex) is een product op basis van 1,1,1-trichloorethaan evenals de vaak bijgeleverde verdunner. Tipp-ex en verdunner zijn te verkrijgen in flesjes van 20 en 25 ml. Tegenwoordig zijn er ook dergelijke vloeistoffen te verkrijgen die geen gechlloreerde koolwaterstoffen bevatten.

Viltstiften zijn in vele soorten, maten en kleuren te verkrijgen, van fijschrijvers tot markers. De stiften zijn te verdelen in stiften op waterbasis respectievelijk op oplosmiddelbasis [a]. De stiften op waterbasis bevatten conserveringsmiddel, bijvoorbeeld formaldehyde of propaandiol. De meeste accentueerstiften zijn op waterbasis. De watervaste stiften bevatten van oudsher stoffen als xyleen en toluen. Deze stoffen worden tegenwoordig vaak vervangen door minder schadelijke vos als alcohol en alkanen.

Uit recent onderzoek [d] naar de samenstelling van viltstiften blijkt dat sommige stiften ware cocktails aan vos bevatten. Drie soorten stiften, watervaste (of markers), accentueerstiften en de zogenaamde whiteboard markers, werden op de aanwezigheid van aromaten, alkanen, chlooralifaten en alcoholen onderzocht.

De accentueerstiften waren tav vos schoon. Van de 12 onderzochte stiften in deze categorie, waren er vier die 1,2-propaandiol bevatten (3,3-24 g/kg stift) en één waarin alkanen voorkwamen (6 g/kg stift).

De vier onderzochte whiteboard markers bevatten voornamelijk alcoholen, vaak meerdere soorten per stift, in concentraties van 30-377 g/kg stift. In één van deze markers werden toluen (0,3 g/kg stift) en p-xyleen/e-benzeen (0,1 g/kg stift) aangetroffen.

Vijf van de tien watervaste markers (dikke stiften, meestal rood of zwart) bleken diverse (oplopend tot 6 verschillende per stift) vos te bevatten, waaronder 4 of 5 aromaten (m.n. toluen en xyleen). Tabel 1 geeft een samenvattend overzicht van de gegevens. De overige 5 watervaste markers bevatten alkanen (1x) en alcoholen (4x).

tabel 1 Voorkomen vos in stiften.

soort stift	voorkomende vos:			
	aromaten	alkanen	chlooralifaten	alcoholen
watervaste markers				
a	x	x	-	-
b	x	x	-	-
c	x	x	-	-
d	x	x	-	x
e	x	-	-	-
f	-	-	-	-
g	-	-	-	x
h	-	x	-	x
i	-	-	-	x
j	-	-	-	x
whiteboard markers				
k	-	-	-	x
l	x	-	-	x
m	-	-	-	x
n	-	-	-	x
accentueerstiften				
o	-	-	-	-
p	-	x	-	-
q	-	-	-	x
r	-	-	-	-
s	-	-	-	x
t	-	-	-	x
u	-	-	-	-
v	-	-	-	-
w	-	-	-	-
x	-	-	-	-
y	-	-	-	-
z	-	-	-	x

Bron: [4].

Zachte plastic producten. Met name producten van PVC bevatten weekmakers (zie Document Speelgoed, punt 2). Hoewel weekmakers weinig vluchtig zijn kunnen ze

toch vrijkomen in bepaalde situatie, bijvoorbeeld bij hogere temperaturen, doordat de zon naar binnen schijnt of als gevolg van verwarming.

PC-drive reinigingssets. Voor het reinigen van de disc-drives zijn speciale setjes in de handel. Er is geen informatie gevonden over de aard van de gebruikte vos.

4.
Plaats van vrijkomen

Een deel van de producten wordt "op en rond het bureau" gebruikt. Dit bureau kan zich bevinden in een aparte werkkamer, maar ook in de woonkamer.

5.
Wijze van vrijkomen

De vos komen vrij bij gebruik van de producten.

6.
Concentraties binnen de woning

Het gaat bij deze producten om piekconcentraties die tijdens en na gebruik optreden. De bijdrage aan de totale concentratie binnen de woning zal gering zijn.

7.
Toekomstige ontwikkelingen

Het is waarschijnlijk dat de Tipp-ex die geen organisch oplosmiddel bevat in de toekomst terrein gaat winnen.
Een andere ontwikkeling is dat het privé bezit van een Personal Computer in omvang toeneemt.

8.
Gebruik in Nederland

9.
Diversen

10.
Conclusies

In de categorie kantoorartikelen zijn de volgende producten aan te wijzen die mogelijk een bijdrage leveren aan de concentratie vluchtige organische stoffen in woningen:

- korrektie-vloeistof (en verdunner)
- viltstiften (watervaste en whiteboard markers)

Eventueel komen ook PC-disc reinigingssetjes nog in aanmerking voor nader onderzoek; tot nu toe is echter geen informatie gevonden over de aard van de gebruikte oplosmiddelen. Voor lijmen die in het kantoor gebruikt worden wordt verwezen naar het document Lijmen.

11.

Informatiebronnen

- [1]: Fischer, C. en Fischer R.: "Chemie im Büro"; Rowohlt; Hamburg, 1988.
- [2]: RIB-Inkoopgids, 1990.
- [3]: Ahrend, Bij-de-hand boek, 87/88.
- [4]: Schriftelijke informatie Konsumentenkontakt.

**1.
Inleiding**

De Nederlander beschikt noodgedwongen over een ruim gesorteerde klerenkast: zomerkleding, winterkleding, werkkleding, vrijetijdskleding enz. Kledingstukken kunnen om meerdere redenen een bijdrage leveren aan het voorkomen van vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu.

Ten eerste kan de samenstelling van de kleding aanleiding geven tot emissies. Hierbij moet worden gedacht aan de gebruikte stofsoort en aan allerlei extra's die aan de stof zijn toegevoegd.

Ten tweede kunnen er bij het reinigen van kleding vluchtige organische stoffen worden gebruikt, waarvan resten achterblijven. Hierbij valt te denken aan vlekkenmiddelen (zie Document Vlekkenmiddelen) en aan het chemisch reinigen van kleding.

Ten derde kunnen bij het opbergen van de kleding producten worden gebruikt tegen motten.

Ten vierde kunnen kledingstukken als transportmedium van vluchtige organische stoffen dienen, door deze op bijvoorbeeld de werkplaats te absorberen en vervolgens in de woning te emitteren.

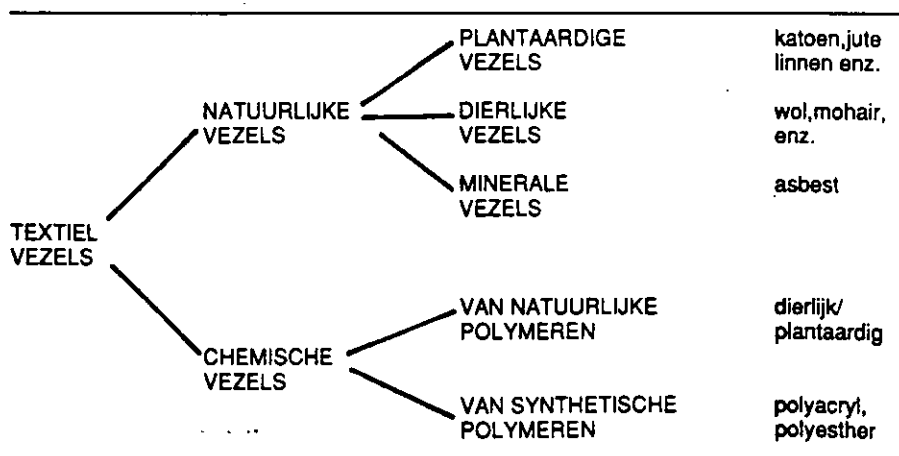
Tenslotte kunnen bedrukte stoffen (zeefdruk) ook nog kleine hoeveelheden vos emitteren (zie hiervoor het document Drukwerk).

In dit document staan de eerste drie punten (samenstelling en reinigen) centraal.

**2.
Bronnen en activiteiten**

Bij het vervaardigen van kleding heeft men de keus uit een groot aantal verschillende materialen (zie figuur 1).

figuur 1 Classificatie van vezels voor kleding [1]



Bron: [1].

Bij de productie van kleding ondergaat de stof -afhankelijk van de soort- diverse bewerkingen, waarvan de meest voorkomende zijn (de onderdelen waarbij vluchtige organische stoffen worden gebruikt zijn met een * aangegeven; [2]):

- A. Productie van vezels
- B. Voorbewerken van vezels
- C. Spinnen van garen uit vezels
- D. Weven en breien van doek uit garen
- E. Verdere bewerkingen, zoals:
 - 1. sterken en ontsterken (vnl. katoen)
 - 2. smouten (wol)
 - 3. reinigen, vollen
 - 4. merceriseren (katoen)
 - 5. bleken
 - 6. carboniseren (wol)
 - 7. verven, bedrukken
- 8. appreteren, finishen; hieronder vallen alle andere processen die tot doel hebben de weefsels een aantal gebruikseigenschappen te geven, zoals:
 - a. waterafstotend
 - b. brandwerend
 - c. kreukherstellend
 - d. krimpvrij
 - e. rot-, mot-, schimmelwerend

Het weefsel wordt na het appreteren meestal niet meer gewassen, omdat dan een deel van de opgebrachte chemicaliën weer zou worden weggewassen. Uit bovenstaand overzicht blijkt dat bij vijf onderdelen van de fabricage van kleding in meer of mindere mate vluchtige organische stoffen worden gebruikt.

Het reinigen van kledingstukken gebeurt in de meeste gevallen in de wasmachine. Hierbij komen geen voss vrij. Voor het verwijderen van hardnekkige vlekken kunnen vlekkenmiddelen worden gebruikt (zie Document Vlekkenmiddelen). Daarnaast kan kleding in een chemische wasserij worden gereinigd, waar bij het reinigingsproces voss worden gebruikt.

Om wollen kleding tegen motten te beschermen kunnen mottenballen of mottenpapier in de klerenkast worden gebruikt.

3.
Gebruikte voss

Bij de *productie van vezels* (A) moet onderscheid worden gemaakt tussen natuurlijke en synthetische vezels.

Vezels van natuurlijke oorsprong (plantaardig en dierlijk) kunnen sporen van pesticiden bevatten. Tijdens de groei van de ruwe grondstof, dient bescherming gegeven te worden tegen ongedierte en parasieten die de kwaliteit nadelig kunnen beïnvloeden. Daarnaast worden pesticiden gebruikt als bijvoorbeeld ontbladeringsmiddel bij de katoenverbouw en als anti-mottenmiddel bij het transport van ruwe wol. De organische verbindingen concentreren zich voornamelijk in het in de ruwe wol en katoen aanwezige vet, dat bij de verschillende bewerkingen veelal wordt uitgewassen. De uiteindelijke concentratie aan pesticiden in kleding is dan ook verwaarloosbaar [1].

Bij de fabricage van synthetische vezels (basisgrondstof voornamelijk aardolie) kunnen restmonomeren in de kunststof achterblijven. Dit is bijvoorbeeld aangetoond voor PVC en polyacryl, waarin vinylchloride- respectievelijk acrinitrilmoleculen werden gevonden. De concentraties van deze monomeren in kleding zijn echter erg klein (voor acrinitril bijvoorbeeld kleiner dan 1 ppm).

Het voor- en vrijkomen uit kleding van vos, die tijdens de productiefase in de vezels terecht zijn gekomen, is zowel bij natuurlijke als bij synthetische vezels kwantitatief niet interessant in het kader van dit onderzoek en blijft verder buiten beschouwing.

Sterken en ontsterken. Om te voorkomen dat tijdens het weven de katoengarens breken worden versterkende middelen toegevoegd. Deze middelen bestaan voornamelijk uit zetmeel (derivaten), carboxymethylcellulose en polyvinylalcohol [2]. Na het weven worden deze stoffen uitgewassen (ontsterken). De hoeveelheid VOS die overblijven is verwaarloosbaar.

Het *verven en bedrukken* van weefsels gebeurt meestal met een waterige oplossing van verfstoffen. Deze verfstoffen bestaan uit kleurstof en/of pigment (20-80 gew.%) en diverse toevoegingen, zoals natriumchloride, natriumsulfaat, aluminiumzouten, dextrine, dispergatoren, bevochtigers en anti-stuifmiddelen. Het gehalte van deze toevoegingen is (excl. zout, dat het hoofdbestanddeel vormt) kleiner dan 1 procent. Indien het weefsel bedrukt wordt, zijn aan de verfstoffen soms verdikkingsmiddelen (bijv. terpentijn) en fixerende chemicaliën toegevoegd. Binnen de textielindustrie worden vele soorten kleurstof gebruikt [2]: directe, zure, reactieve, disperse, naftol-, basische, zwavel-, kuip-, meng- en oxidatieve kleurstoffen, pigmenten en optische bleekmakers.

Bij het aanbrengen van sommige kleurstoffen worden, afhankelijk van het type kleurstof, carriers gebruikt. Dit zijn stoffen, veelal aromatische verbindingen (zoals orthofenylfenol, butyl- en fenylesters, bifenylen, dimethylftalaat, methylnaftaleen, di- en trichloorbenzeen) die de aanverfbaarheid verbeteren. Bij het drukken met pigmenten worden binders, zoals bijv. ureumformaldehyde, gebruikt omdat de pigmenten zelf geen bindingscapaciteit bezitten voor textielvezels. De drukpasta's bevatten soms ook (terpentijn).

Carriers worden met name gebruikt bij disperse en reactieve kleurstoffen en bij het bedrukken met pigmenten. Met de twee kleurstoffen worden vooral katoen, linnen, rayon, wol en zijde geleverd.

Om de kledingstukken (van met name katoen en rayon) *kreukvrij* te maken, wordt een hars toegevoegd. Dit komt vooral voor in kleding met de volgende kenmerken: 100% katoen, 100% rayon, durable press, no-iron, wash-and-wear. Een zogenaamde "100%-katoenen" blouse kan bijvoorbeeld zo'n 14% hars bevatten [1]. Hierbij worden met name harsen gebruikt die ureum en formaldehyde bevatten (ureumformaldehyde, melamine formaldehyde, carbomaten en dihydroxy dimethylol ethyleen ureum)[2]. Uit Duits onderzoek bleek dat circa 90% van de katoenen kleding met kunsthars was behandeld (zie tabel 1). De hierin voorkomende formaldehyde kan vrijkomen bij het wassen en dragen van de kleding. Enkele dagen na het wassen is het formaldehyde-gehalte veelal weer gestegen.

In geval van *chemische reiniging* kunnen bij de voor-, hoofd- en nabewerking van kleding vos worden gebruikt. Bij de voor- en nabewerking gaat het om stoffen als isopropylalcohol, per(chloorethyleen), tetra(chloormethaan), toluen en

tri(chloorethyleen), waarmee specifieke vlekken worden verwijderd. Voor de hoofdbewerking wordt tegenwoordig alleen nog maar

tabel 1 Formaldehyde in kledingstukken

Artikel	Merknaam	gehalte aan vrije formaldehyde
Herenoverhemd	Daniel Collection	118 ppm
Herenoverhemd	picdor	108 ppm
Herenoverhemd	de Soto	89 ppm
Herenoverhemd	Young Style	82 ppm
Herenoverhemd	New Fast	82 ppm
Herenoverhemd		72 ppm
Herenoverhemd	Alpenland	68 ppm
Herenoverhemd	de Soto	66 ppm
Herenoverhemd	Haupt	61 ppm
Herenoverhemd	Tom Taylor	49 ppm
Herenoverhemd	Canda	47 ppm
Herenoverhemd	Seidensticker	42 ppm
Herenoverhemd	Gaucho	38 ppm
T-shirt	Passport	32 ppm
Herenoverhemd	Seidensticker	25 ppm
Beddegoed	Classic	21 ppm
Herenoverhemd	Marshall	17 ppm
T-shirt		16 ppm
T-shirt		14 ppm
Beddegoed	pfersee collection	14 ppm
T-shirt	succo di frutta	12 ppm
Beddegoed	frisch & frech	10 ppm
Beddegoed	Irisette	6 ppm
T-shirt	Benetton	4,2 ppm

Bron: [1].

perchloorethyleen gebruikt. Voor bepaalde materialen (bijv. nappa en suede) worden speciale stoffen als R11, R113 en freon (gefluoreerde koolwaterstof) gebruikt.

De kleding die van chemische wasserijen terugkomt kan nog aantoonbare hoeveelheden per bevatten (zie tabel 2).

tabel 2 Per-gehalte in pas gereinigd textiel (in mg/kg stof)

Reiniging a	0,15
Reiniging b	0,05
Reiniging c	7,10
Reiniging d	0,40
Reiniging e	2,40
Reiniging f	8,40
Snelreiniging a	9,25
Snelreiniging b	9,50
Snelreiniging c	8,25

Bron: [1]

Aan textiel worden soms mot-, rot- of schimmelwerende middelen toegevoegd. Tegenwoordig zijn de meeste wollen kledingstukken, breigarens en dekens behandeld met motwerende middelen, die net als kleurstoffen aan de vezels worden gebonden. Het is ook mogelijk de kleding in stomerijen een motwerende behandeling te geven [4].

**4.
Plaats van vrijkomen**

De vos komen vrij op plaatsen waar de kleding wordt gedragen respectievelijk opgeborgen. In het eerste geval zal dit de gehele woning zijn, met als zwaartepunt woonkamer en slaapkamer. Kleding wordt veelal bewaard in kasten die in de slaapkamer staan.

**5.
Wijze van vrijkomen**

Het vrijkomen van vos uit kleding gebeurt zowel continu (zoals formaldehyde uit kreukvrije kleding, met een lagere emissie na het wassen) als discontinu (kleding die chemisch gereinigd is). Het per-gehalte in de gereinigde kleding verdwijnt grotendeels in de eerste 48 uur, volgens het volgende verloop [1]: na 6 minuten is het per-gehalte op 100% gesteld, na 3 uur is dit gedaald tot 86,5%, na 24 uur tot 16,2% en na 48 uur tot 0,5%.

**6.
Concentraties binnen de woning**

De hoogste concentraties zullen waarschijnlijk in de klerenkast worden gemeten. Daarnaast in ruimten waar kleding wordt gedragen.

**7.
Toekomstige ontwikkelingen**

**8.
Gebruik in Nederland**

**9.
Diversen**

**10.
Conclusies**

Kleding kan bijdragen aan een verhoogde concentratie vos in woningen. Hierbij zijn de belangrijkste bronnen:

- kreukvrije kleding (meestal katoen)
- chemisch gereinigde kleding
- motteballen en -papier

Prioritaire stoffen die het dragen en opbergen van kleding vrijkomen zijn formaldehyde (kreukvrije kleding) en tetrachlooretheen (of per, afkomstig van chemische reiniging). Daarnaast kan bij het gebruik van motteballen en -papier de stof paradichloorbenzeen vrijkomen.

De concentratie van vos uit kleding kan in verhouding tot de emissie echter groot zijn ingeval de kleding in een kast wordt bewaard.

Het is niet bekend hoe vaak chemisch reinigen plaatsheeft.

11.
Informatiebronnen

- [1]: Ried, M.: "Chemie im Kleiderschrank"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1989..
- [2]: Klingenberg, A.: "Textielchemicaliën"; Stichting Natuur en Milieu; Utrecht, 1986.
- [3]: Ministerie van VROM: "Informatiebundel textielveredeling"; Handhaving milieuwetten; Den Haag, 1989.
- [4]: Brunt, M. (ed.): " Milieubesparend huishouden"; Stichting Natuur en Milieu; Utrecht, 1988.
- [5]: Berkel, C.W.M van en Cruij, M.R.M.: "Mogelijkheden voor preventie van PER-uitstoot bij kleine chemische wasserijen in Gelderland"; IVAM/UvA; Notitie i.o. Prov Gelderland; Amsterdam, 1989.
- [6]: VCW, mondelinge mededeling dhr. Aarts.
- [7]: Holt, L.A.: "Sorption of perchloroethylene and toluene by wool and other textiles: influence of co-solvents"; in: Textile Research Journal, april 1984; pp.226-230.

1
Inleiding

Ook in levensmiddelen zijn vos aangetroffen. Voor de aanwezigheid van vos in levensmiddelen zijn diverse oorzaken aan te wijzen.

Ten eerste kunnen de vos via het veevoer in de producten terechtkomen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij per in eieren [2].

Een tweede oorzaak is het gebruik van vos als hulpstof bij de extractie van olieën en vetten uit plantaardige grondstoffen (zoals olijfolie). Hexaan wordt bijvoorbeeld als extractiemiddel voor oliezaden gebruikt [4]. De hoeveelheid vos die in het product achterblijven zijn laag (minder dan een mg/kg) [3].

Een derde bron voor de aanwezigheid van vos in levensmiddelen is de buitenlucht. Met name vetrijke producten nemen op deze wijze vos op. In levensmiddelen afkomstig uit woningen en winkels die in de buurt (minstens 200 meter verwijderd) van een chemische wasserij liggen, werden in meerdere gevallen hogere concentraties Per aangetroffen dan in de in tabel 1 (zie verder) weergegeven waarden [1].

2
Bronnen en activiteiten

Bij het koken of eten van de voedingsmiddelen kunnen de vos vrijkomen.

3
Gebruikte vos

Tabel 1 geeft het per-gehalte (terrachlooretheen) aan, dat in diverse producten in Duitsland werd gemeten [1].

tabel 1 Per-gehalte in 183 monsters

Levensmiddel	aantal monsters	TCE-gehalte	
		mediaan waarde µg/kg	hoogste waarde µg/kg
Boter	6	2,8	3,5
Boterolie	1	8,7	8,7
Margarine	11	3,4	7,7
Kokosvet	1	1,4	1,4
Varkensreuzel	1	5,6	5,6
Olijfolie, koude persing	12	5,5	260
Andere plantenoliën	9	<1,0	7,0
Rauwe wordst/varkensvet- bevattende producten	14	5,3	24
Ei	6	1,1	6,5
Volle melk	1	<1,0	<1,0
Koffieroom/ Gecondenseerde melk	8	<1,0	2,0
Kwark/Versé kaas	13	1,7	4,5
Kaas/Smeerkaas	8	1,5	12,0
Specerijen/Sauzen	5	<1,0	<1,0
Granen	10	3,0	5,3
Chocolade	41	2,4	78,0
Noten-nougat-crèmes	4	2,7	4,5
Cacao/Cacao- houdend-poeder	20	1,0	4,9
Marsepein	1	2,3	2,3
Gebak	11	2,2	4,6

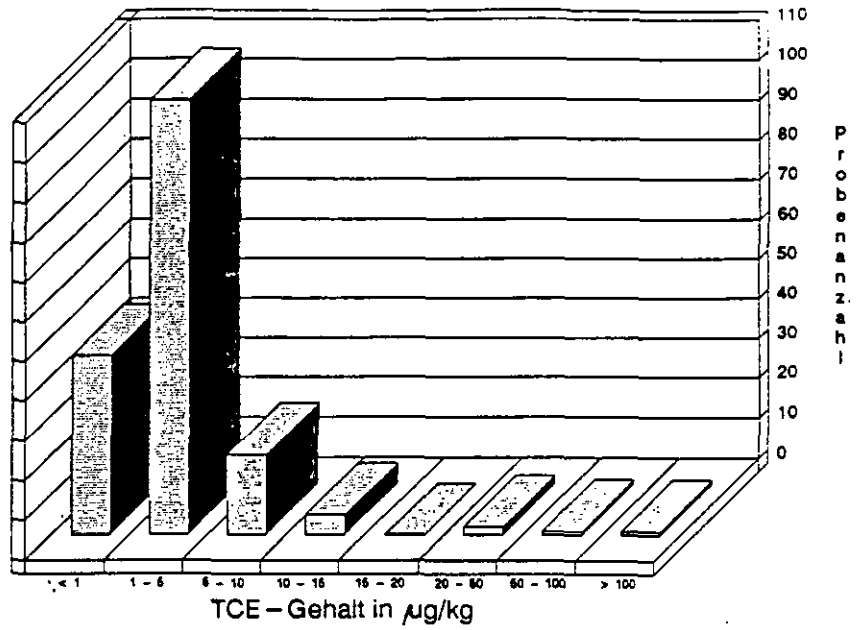
Bron: [1]

Uit dit Duitse onderzoek blijkt dat de hoogste concentraties per werden gevonden in producten met een hoog vetgehalte. In producten met een laag vet- of hoog watergehalte (zoals suiker en waterijs) werden lage concentraties gemeten. De hoeveelheid per in producten ligt in de meeste gevallen onder de 5 µg/kg (zie figuur 1).

Ook in Nederland is onderzoek gedaan naar het per-gehalte in producten. In zuivel en vleesproducten werden de volgende concentraties gevonden (in µg/kg) [2]:

- melkproducten 10
- kalfs-, rund-, varkensvet 40-110
- eieren 730
- kippen > 50.

figuur 1 Per-concentratie in 183 monsters van levensmiddelen



4. Plaats van vrijkomen

5. Wijze van vrijkomen

6. Concentraties in de woning

7. Toekomstige ontwikkelingen

8. Gebruik in Nederland

9. Diversen

10
Conclusies

De concentratie vos in levensmiddelen is te laag om een substantiële bijdrage aan de belasting van het binnenmilieu door vos te leveren.

11
Informatiebronnen

- [1]: Vieths, S.: "Analytik und Vorkommen ausgewählter leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe in Lebensmitteln"; Max-Von-Pettenkofer-Institut des Bundesgesundheitsambtes; Berlin, 1989.
- [2]: Copius Peereboom, J.W. en Reijnders, L.: "Hoe gevaarlijk zijn milieugevaarlijke stoffen?"; Boom; Meppel, 1986.
- [3]: Mondelinge mededeling Voorlichtingsbureau van de Voeding.
- [4]: Verberk, M.M. en Zielhuis, R.L.: "Giftige stoffen uit het beroep"; Stafleu; Alphen aan de Rijn, 1980.

**1.
Inleiding**

In het verleden werd bij het verbinden van bijvoorbeeld twee houten delen in de regel nauwelijks gebruik gemaakt van lijm. Hoogstens werd bij pen-gat constructies wat beenderlijm toegevoegd. Ook fineerlagen werden tot in deze eeuw met lijm op basis van natuurlijke grondstoffen aangebracht. Veel andere verbindingen kwamen op andere manier tot stand, bijvoorbeeld met behulp van schroeven of spijkers. De kleefkracht van de natuurlijke lijmen was beperkt en ze waren niet waterbestendig en niet zo lang houdbaar. De natuurlijke lijmen hadden voor zover bekend, afgezien van mogelijke allergische (huid)reacties, geen gezondheidsproblemen tot gevolg.

Met name sinds de Tweede Wereldoorlog zijn de natuurlijke lijmen in de meubelbranche en de bouwsector verdrongen door synthetische lijmen die in de regel een grotere kleefkracht bezitten en wel waterbestendig zijn. De synthetische lijmen bevatten in de regel oplosmiddelen, harders en conserveringsmiddelen die een bedreiging kunnen vormen voor de gezondheid.

Dankzij de betere technische eigenschappen van de synthetische lijmen werd het toepassingsgebied verder uitgebreid. Andere verbindingstechnieken werden vervangen door de verlijmingstechniek. Ook in de huishoudens is men de afgelopen decennia meer lijm gaan gebruiken, mede onder invloed van meer vrije tijd en meer doe-het-zelfactiviteiten in en rond het huis. Ruim tien jaar geleden brachten lijmfabrikanten voor het eerst complete lijmdozen op de markt met een assortiment gericht op alle voorkomende klusjes in huis waar men lijm bij zou kunnen gebruiken.

In dit document wordt voornamelijk op dit assortiment ingegaan. Voor de lijmen die in bouwmaterialen, meubels en vloeren zijn verwerkt, zoals bijvoorbeeld ureumformaldehyde, wordt verwezen naar de betreffende documenten. Ook kitten (lijmpasta's) worden in dat document behandeld.

**2.
Bronnen en activiteiten**

Omdat in onderzoeken en ook op verpakkingen diverse benamingen van lijmen door elkaar worden gebruikt, is het moeilijk om tot een adequate indeling in categorieën te komen. Een indeling naar bindmiddel is in figuur 1 weergegeven. Een voor dit document meer bruikbare (globale) indeling van lijmen naar de manier waarop de verlijming tot stand komt, ziet er als volgt uit:

- a. superlijm
- b. tweecomponentenlijm (reaktielijm)
- c. kontaklijm
- d. universeelijm (alleslijm)
- e. dipersielijm
- f. plaksel

figuur 1 Indeling van lijmen naar bindmiddel

-
- **lijmen op basis van natuurlijke grondstoffen**
 - plantaardig:* stijfsel, gom, caseinlijm, natuurlijke harslijm, natuurrubberlijm, dextrine, cellulose ester, cellulose ether
 - dierlijk:* beender-, huid- en vislijm
 - mineraal:* waterglas, sulfietloog

 - **lijmen op basis van synthetische grondstoffen**
 - (synthetische) rubberlijm (t.p.) (polychloropreen, polybutadieen, polyisobuteen)
 - polyvinyllijm (t.p.) (pv-acetaat, pv-alcohol, pv-propionaat, pv-chloride, pv-pyrrolidon, pv-acetaal, pv-ether)
 - polyamidelijm (t.p.)
 - acryaallijm (t.p.) (acrylzuur en acrylaatester, dimethacrylaat, cyanoacrylaat)
 - formaldehydeharslijm (t.h.) (fenolplasten: fenol-fh, resorcinol-fh en aminoplasten: ureum-fh, melamine-fh)
 - polyesterharslijm/alkydharslijm
 - epoxyharslijm (p.a.)
 - polyurethaanlijm (p.a.)
-

t.p = thermoplast (wordt bij verhitting zacht)
t.h = termoharder (ondergaat tijdens verharding
irreversibele chemische verandering)
p.a = polyadditie

Naast deze lijmen zijn er nog de zogenaamde smeltlijmen die bij hoge temperaturen vloeibaar worden en dan kunnen worden aangebracht met een speciaal lijmpistool. De smeltlijmen bevatten geen organische oplosmiddelen [21].

Bij het opbrengen van de lijm komen dan ook geen organische oplosmiddelen vrij [14]. Gezien de apparatuur die voor de smeltlijmen nodig is, is het onwaarschijnlijk dat deze lijmen veel worden toegepast in de woning door een doe-het-zelver. Dit werd bevestigd door een medewerker van een belangrijke lijmfabrikant [21]. Derhalve komen smeltlijmen in dit document verder niet aan de orde.

Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij het gebruik door consumenten van lijmen zijn hieronder drie categorieën activiteiten weergegeven, waarbij men in het binnenmilieu in aanraking kan komen met organische oplosmiddelen die ontwijken uit gebruikte lijmen. Een gedeeltelijke overlap is onvermijdelijk: voor hobbylijm worden zowel contactlijmen als waterige lijmen gebruikt. Lijmen die door doe-het-zelvers worden gebruikt voor bijvoorbeeld reparatie van boten of auto's zijn hier buiten beschouwing gelaten.

1. lijmen t.b.v. doe-het-zelfactiviteiten in het binnenmilieu

Hierbij wordt gedacht aan behangen (behangplaksel), tegel zetten (tegellijm), tapijt leggen (tapijlijm) of bijvoorbeeld een waterafvoer aanleggen. Bij dergelijke activiteiten wordt lijm gebruikt.

2. hobbylijmen

Voorbeelden van hobbylijm zijn plakstiften, plaksel, fotolijm, knutsellijm, textiellijm en lijm voor modellenbouw.

3. overige consumentenlijmen en hulpmiddelen

In deze categorie vallen bijvoorbeeld de superlijmen of twee componentenlijmen die worden gebruikt voor het lijmen van gebroken servies e.d. en ook het gebruik van solutie voor het plakken van een band. De belangrijkste hulpmiddelen bij het lijmen zijn lijmverdunder, lijmverwijderaar en ontvetter. Voor de verwijdering van lijmvlakken wordt meestal aceton aangeraden. Ontvetters worden gebruikt om de te lijmen oppervlakken vetvrij te maken, om zo een goede hechting mogelijk te maken. Tri(chlooretheen), terpentijn (thinner, peut, White Spirit) en wasbenzine (een kookpuntbenzine) zijn voorbeelden van ontvetters.

3. Gebruikte oplosmiddelen

In lijmen kan men de volgende organische oplosmiddelen aantreffen [11]: aceton, methylacetaat, ethylacetaat, methylethylketon (MEK), methyleenchloride, methanol, ethanol, tetrahydrofuraan, cyclohexanon, 1,1,1 trichloorethaan, trichlooretheen, toluen, xyleen, citrusolie (limoneen).

superlijm

Deze lijm wordt verkocht met aanduidingen op de verpakking als superlijm, krachtlijm, snellijm of secondelijm. Deze zeer goed hechtende lijm (de waarschuwingen daarvoor zijn op de verpakking vermeld) bestaat uit cyanoacrylaatester en een geringe hoeveelheid weekmaker. De lijmen harden uit doordat vocht op het lijmoppervlak en in de lucht de stabilisator beïnvloedt. Hierdoor wordt een reactie op gang gebracht. Dergelijke lijmen bevatten geen organisch oplosmiddel. Wel kan uit sommige lijmen een schadelijke methylcyanacrylaat-damp vrijkomen [11]. In Nederland wordt veelal ethylcyanacrylaat gebruikt voor superlijm [21].

tweecomponentenlijm

Deze lijm bestaat uit twee componenten, de kunsthars en de hardener. Door een chemische reactie tussen de twee componenten begint het verhardingsproces. Vlak voor het gebruik moeten de twee componenten (voor consumenten vaak uit bijvoorbeeld twee tubes) met elkaar worden vermengd.

Als kunsthars worden in afnemende belangrijkheid epoxyhars, polyurethaanhars of onverzadigde polyesterhars gebruikt. Bij deze harsen horen respectievelijk de volgende harders: polyamine, polyisocyanaat en benzoylperoxide [11], [21]. Tweecomponentenlijm wordt met name gebruikt voor het lijmen van harde, gladde, niet-poreuze materialen. De meeste tweecomponentenlijmen zijn vrij van organische oplosmiddelen.

De harscomponent van de meeste epoxylijmen bevat bisfenol A en epichloorhydrine [12], [21]. Meestal blijven de hoeveelheden onder de 1% [9]. In de verhardercomponent van andere epoxyharsen zijn in geringe hoeveelheden

amines aangetroffen (isoforondiamine, diethenamine, triethenamine) [9]. De verhardercomponent van de zogenaamde "snelle epoxy's" bevat daarnaast N,N dimethyl-1,3-diaminopropaan [12]. Alle epoxy's van Perfecta Chemie bevatten 1,8 diamino 3,6 diazaoctaan [21].

contactlijm

De meeste contactlijmen bestaan uit de synthetische rubber polychloropreen vermengd met andere harsen (bijv. fenol- en kolophoniumharsen), opgelost in organische oplosmiddelen [11]. Het overige deel, ongeveer 5% [21] is op basis van het synthetische styreen-butadieen (SBR) of natuurrubber. Beide te lijmen oppervlakken moeten worden ingesmeerd met contactlijm. Er zijn ook contactlijmen op basis van polyurethaanrubber op de markt; deze lijmen dienen voor het verlijmen van zacht PVC [21]. Na een korte periode van drogen (het oplosmiddel verdampt) dienen de oppervlakken op elkaar gedrukt te worden. In geval van toepassing van contactlijm is een zeer grote kleefkracht geen vereiste; soms is het zelfs de bedoeling dat de hechting van tijdelijke aard is (denk aan etiketten of stickers). Solutie (een natuurrubber opgelost in kookpuntbenzine) is een voorbeeld van een contactlijm die gebruikt wordt voor het plakken van een lekke band. Fotolijm is een voorbeeld van een contactlijm op basis van natuurrubber. "Bisontix" is een ander voorbeeld van een contactlijm, op basis van neopreenrubber vermengd met toluen, kookpuntbenzine, methylethylketon, neopreenrubber en een aantal harsen [7]. Neopreen wordt gemaakt uit chloropreen en chloorbutadieen. Het is niet uitgesloten dat door aanwezigheid van ongepolymeriseerde lijmbestanddelen het kankerverwekkende chloropreen in kleine hoeveelheden kan ontwijken [14].

Uit 8 door het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum onderzochte soorten contactlijm is gebleken [10] dat naast acetaten, ketonen en alifatische koolwaterstoffen 0 tot 20% aromatische koolwaterstoffen in de vorm van toluen voorkomen. Het gemiddelde in de monsters bedraagt 13%.

In een ander onderzoek werd in het ene monster 4,4 gew.% toluen (4,4 g. toluen per 100 g. lijm) aangetroffen en in een andere contactlijm 36,1 gew.% toluen [8]. De contactlijm "Bisontix" bevat ongeveer 75-80% organische oplosmiddelen [21].

universeellijmen

Bij deze lijm is de kunsthars (meestal een polyvinylacetaat [14]) die de verbinding gaat vormen tussen twee te lijmen vlakken, opgelost in een organisch oplosmiddel. Als het oplosmiddel verdampt zorgt het hechtmiddel voor de verbinding. Deze lijmen bevatten ook vaak conserveringsmiddel en geringe hoeveelheden weekmaker. Om de wachttijd te bekorten wordt vaak gebruik gemaakt van snel verdampende oplosmiddelen.

In universeellijmen worden (combinaties van) de volgende organische oplosmiddelen gebruikt (3): aceton, ethanol, methanol, iso-propanol, methylacetaat, butylacetaat. De oplosmiddelenconcentratie kan oplopen tot 80% [11].

dispersielijmen

Dispersielijmen kunnen in geringe hoeveelheden organisch oplosmiddel bevatten [1]. Dispersielijmen bestaan voornamelijk uit in water gedispergeerde kunstharsen. Daarnaast bevatten ze soms natuurrubber (in textieldispersielijm bijvoorbeeld [21]) en natuurhars. Ook zijn in geringe hoeveelheden organische oplosmiddelen en conserveringsmiddelen toegevoegd [11]. Afhankelijk van het soort kunsthars ("zacht" zoals PVAC of "hard" zoals nitrocellulose) is een geringe hoeveelheid weekmaker toegevoegd [21]. Als conserveringsmiddel wordt gebruikt(3): 1,2 benzisothiazolin-3-one, p-chloor-m-cresol of sorbinezuur. Een bekend voorbeeld van dit soort lijmen is de witte (hout)lijm. Deze lijm is op basis van polyvinylacetaat. Het dispersiemiddel en de eventueel aanwezige organische oplosmiddelen verdampen via het verlijmde materiaal.

plaksel

In plaksel zit geen organisch oplosmiddel. Wel kan in plaksel een geringe hoeveelheid conserveringsmiddel zitten.

Het gaat hier om lijm op zetmeelbasis, oplosbaar in water. Plaksel bevat in de regel geen organische oplosmiddelen. Plaksel voor hobby is op basis van natuurlijke grondstoffen. Vrijwel alle behangplakfels zijn op basis van gemodificeerd methylcellulose [21].

Bovengenoemde lijmen worden bij diverse activiteiten gebruikt:

hobby

In deze categorie kunnen zowel universeellijmen, contactlijmen en waterige lijmen worden gebruikt. Fotolijmen bevatten meestal een laagkokende petroleum-ether als oplosmiddel [9]. Veel kleurloze hobbylijmen bevatten methanol, meestal in lage concentraties (<4 %). In één kleurloze hobbylijm in Nederland wordt de voorkeur gegeven voor een mengsel van ethanol en aceton [21]. Hierdoor is de lijm dan ook geschikt voor het lijmen van polystyreen. Methanol is te agressief voor PS. Contactlijmen bevatten vaak toluen (zie boven). Wateroplosbare lijmen in plakstiften, burolijm, lijmpennen en plaksel bevatten in de regel geen organisch oplosmiddel. Voor modelbouw wordt o.a. polystyreenlijm gebruikt. Deze lijm bevat ethylacetaat. Een zogenaamde "hard lijm" voor de modellenbouw is een lijm op basis van nitrocellulose, opgelost in organische oplosmiddelen [12].

doe-het-zelf

Bij het verlijmen van waterafvoeren e.d. wordt in de regel PVC-lijm gebruikt. PVC-lijmen kunnen naast methylethylketon toluen, cyclohexanon, trichlooreteen en tetrahydrofuraan bevatten [9]. Vaak kan men de laatste stof (THF) terugvinden in de merknaam op het etiket. In een in Nederland verkochte hard PVC lijm is 22,4 g. toluen aangetroffen per 100 g. lijm [8]. Dit gehalte wordt bevestigd door de grootste producent van PVC-lijm in Nederland [21].

Voor het lijmen van tapijt worden wateroplosbare lijmen, dispersie-, kunsthars-, contact- en epoxylijmen gebruikt [16]. In tabel 1 zijn deze lijmsorten met hun samenstelling en toepassing weergegeven. Ongeveer 70% van alle vloerbedekking

wordt gelijmd met kunstharslijm en 20-25% met dispersielijm [16]. Vanwege het feit dat dispersielijm vaak twee keer zo duur is als kunstharslijm kiest men in de regel voor de laatste. Dispersielijm bevat geen of geringe hoeveelheden organisch oplosmiddel, maximaal 8%, wanneer het om gedispergeerde synthetische rubbers gaat [17]. Wateroplosbare lijm (waterkit) en epoxylijm bevatten geen organische oplosmiddelen. In enkele door het NVIC onderzochte tapijtlijmen zijn aromaten aangetroffen (5-9%). In vijf onderzochte monsters is tussen de 0 en 8 % xyleen en 0 tot 9% toluen gevonden [10]. In de professionele sector wordt bij renovatieprojecten nadat het oude tapijt is weggehaald, de vloer behandeld met een primer om een betere hechting te verkrijgen. Deze primer bestaat voor 90% uit vluchtige oplosmiddelen (kookpuntbenzine en toluen) [16]. In de professionele sector wordt slechts in ongeveer 5% van het renovatiewerk een primer gebruikt [17].

tabel 1 Lijmsorten voor vloerbedekking, hun samenstelling en toepassing

	Vaste stof	Oplosmiddel	Toepassing
Wateroplosbare lijm	calciumlignosulfaat	water	linoleum
Dispersielijm	acrylesters en/of ethyleenvinylacetaat	water en vos (0-8 gew.%)	linoleum, tapijt
Kunstharslijm	synthetische hars en calciumcarbonaat	methanol (12-16 gew.%)	tapijt, linoleum kurk
Contactlijm	neopreenrubber	vos (75 gew.%), toluen, ethylacetaat	bekleding van trappen
Epoxylijm (2-componentenlijm)	epoxyhars (polyurethaan)	geen	noppentegels

bron: [16].

Lijm voor behang bevat geen organische oplosmiddelen. Het gaat hier in de regel om stijfsel op basis van gemodificeerd zetmeel, dat ter plekke moet worden aangemaakt. Kalkvast celluloseplaksel, zetmeelpoeder of zetmeelpasta worden door fabrikanten aanbevolen voor zowel lichte als normale en zware behangsoorten; niet kalkvast celluloseplaksel voor licht behang. Daarnaast is er celluloseplaksel met kunsthars toevoeging, dat onder andere bedoeld is voor de zwaardere behangsoorten, zoals duplex behang of rauhfaser [18]. Sneloplosbare lijmen en neopreenlijm (geschikt voor het plakken van aluminiumfolie) voor wandbekledingsmateriaal bevatten mogelijk wel organische oplosmiddelen. Uit enigszins gedateerd onderzoek bleek dat wandtextiellijm een relatief grote hoeveelheid conserveringsmiddel bevat (formaldehyde, maar ook pentachloorfenol en tetrachloorfenol zijn aangetroffen) [14].

In de professionele sector worden hoofdzakelijk twee soorten lijmen voor keramische tegels gebruikt, namelijk lijmen op cementbasis (poedervormig) en polymeerdispersielijmen (kunstharspasta's). Daarnaast zijn er ook nog tweecomponentensystemen die uit een bindmiddel en een verharder bestaan. De laatstgenoemde lijmen worden alleen toegepast wanneer speciale eisen worden gesteld aan de op te brengen lijm. De tegellijmen op cementbasis en de

dispersielijmen bevatten nauwelijks organische oplosmiddelen; beide tegellijmen bevatten echter wel in geringe hoeveelheden de zeer langzaam verdampende coalescing agents, bijvoorbeeld butyldiglycolacetaat [21]. Voorstrijkmiddelen blijken wel voor problemen op te leveren [6].

Witte houtlijm, dat wordt toegepast op geprofileerde houtverbindingen, is meestal samengesteld op basis van polyvinylacetaat gedispergeerd in water [2] en bevat niet meer dan 1% organisch oplosmiddel [21].

Montagekitten of -lijmen worden gebruikt voor het verlijmen van grotere relatief gladde oppervlakken (schroten, regelwerk, panelen) of voor het lijmen van hout op steen en bestaat uit neopreen, kunstharsen en organisch oplosmiddel [12]. Montagelijmen zijn volgens een grote producent een belangrijke lijmsort [21]; ze bevatten in de regel 35% organische oplosmiddelen [21].

Resorcinolijmen zijn tweekomponentenlijmen die bestaan uit een hars op basis van resorcinolformaldehyde en een harder [12]. De lijmen zijn bedoeld voor constructies waaraan zeer hoge eisen worden gesteld (kookwatervast en weerbestendig). Bij de toepassing komt formaldehyde vrij.

Voor polystyreen hardschuim is een speciale lijm in de handel. Deze lijm bestaat uit een kunstharstdispersie zonder organische oplosmiddelen.

Voor speciale toepassingen is ook een lijm verkrijgbaar met polystyreen of ABS (acrylnitril butadieen en/of styreen), vaak opgelost in gechloreerde koolwaterstoffen [14].

overig

Solutie bestaat in de regel uit een natuurrubber opgelost in kookpuntbenzine. Voor schoenreparatie wordt wel gebruik gemaakt van een schoenreparatielijm op basis van polyurethaanrubber. Deze pasta bevat isocyanaten en organische oplosmiddelen [12].

Lijmspray kan een chloorfluormethaan (CFK) bevatten. In één lijmspray werd 10,8 g. xyleen aangetroffen per 100 g. lijm [8]. Volgens Perfecta Chemie wordt er geen CFK-houdende spuitlijmen verkocht in Nederland [21]; in plaats van CFK's wordt dimethylether als drijfgas gebruikt. Lijmsprays bestaan voor meer dan 80% uit voornamelijk alifatische koolwaterstoffen [21]. Kleine hoeveelheden xyleen en methyleenchloride kunnen aanwezig zijn.

Lijmverdunner moet soms aan lijmpasta's worden toegevoegd om ze meer smeerbaar te maken. Ook wordt lijmverdunner vaak gebruikt om te lijmen oppervlakken vetvrij te maken. Lijmverdunners kunnen tussen de 0 en 50% toluen bevatten [10]. Lijmverdunners en ontvetters bestaan voor bijna 100% uit organische oplosmiddelen [21]. Terpentine bevat toluen (zie document verf) en wasbenzine (een kookpuntbenzine) bevat zowel toluen als benzeen. In een 80/110 kookpuntbenzine werd 0,7 gew.% benzeen en 3,9 gew.% toluen aangetroffen [15].

4.
Plaats van vrijkomen

Bij lijmen geldt meer nog als bij verven, dat de persoon in kwestie zich dicht boven de te lijmen oppervlakken bevindt. Vaak moet men heel nauwkeurig werken (denk aan modelbouw) of men neemt een houding aan (bijvoorbeeld bij tapijtleggen) die tot gevolg heeft dat men vrijkomende oplosmiddelen direkt inademd.

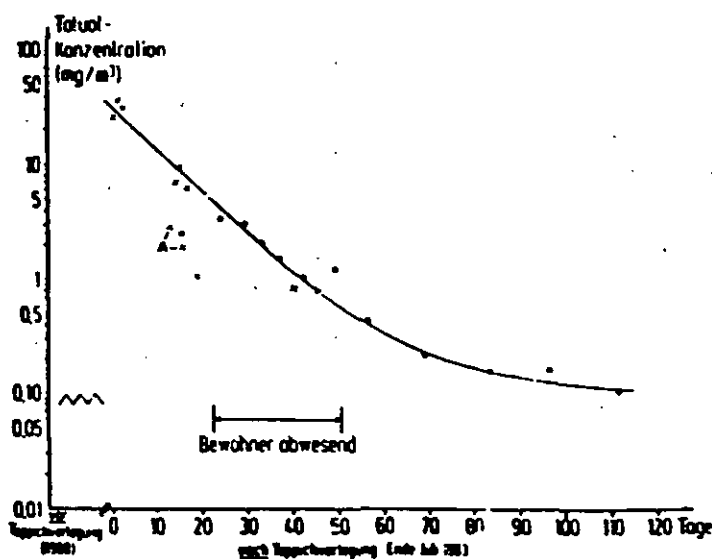
Waar het gaat om hobbylijmen zal een eventueel aanwezig organisch oplosmiddel vrijkomen in de woonkamer of garage, berging of hobbykamer; in de regel vrij grote ruimten. Bij tegelzetten of bij het maken van een waterafvoer kan het voorkomen dat men zich in minder goed te ventileren ruimten bevindt, bijvoorbeeld in een doucheceel of onder een aanrecht.

Resorcinollijmen zullen gezien de toepassingen waarvoor het bedoeld is (tuintekken bijvoorbeeld) en weersbestendige eigenschappen voornamelijk buiten worden gebruikt. Dit vermoeden werd bevestigd door een fabrikant van deze lijmen [21].

5.
Wijze van vrijkomen

De organische oplosmiddelen verdampen direkt of binnen zeer korte tijd na het opbrengen van lijm. Bij het gebruik van tapijtlijm neemt de concentratie van organische oplosmiddelen slechts geleidelijk af. In figuur 2 is de toluenconcentratie gemeten nadat een tapijt in een woonruimte was verlijmd.

figuur 2 Toluëenconcentratie in de lucht van een woning na het lijmen van een tapijt



Bron: [22].

6.
Concentraties binnen de woning

Uit een onderzoek naar blootstelling van professionele tapijtleggers aan organische oplosmiddelen, is gebleken dat bij gebruik van een kunstharskit de MAC-waarde voor methylaalcohol (260 mg/m³ lucht) ruim werd overschreden [16]. De vloerenleggers werden blootgesteld aan een tijdgewogen gemiddelde concentratie methylaalcohol van 1000-2000 mg/m³ lucht. In hetzelfde rapport wordt het gebruik van een primer arbeidshygiënisch onverantwoord en gevaarlijk genoemd.

Over concentraties binnen de woning als gevolg van het toepassen van andere lijmen is geen informatie gevonden.

7.
Toekomstige ontwikkelingen

In vergelijking met vroeger worden steeds meer verbindingen gelijmd en worden steeds hogere eisen gesteld aan de gebruikte lijmen. Veel professioneel toegepaste lijmen zijn ook voor de konsument beschikbaar. Door een toename van DHZ-activiteiten binnenshuis is het aantal lijmsorten dat men in een gemiddeld keukenkastje kan aantreffen toegenomen. Het is te verwachten dat deze trend zich zal voortzetten.

8.
Gebruik in Nederland

Jaarlijks wordt in Nederland 50.000 tot 60.000 ton lijm geproduceerd [19], waarvan ongeveer 25.000 ton in Nederland door industrie, voor vloeren en door konsumenten wordt verbruikt. Nadere gegevens over verbruik in eerdergenoemde categorieën zijn geheim. In het KWS 2000 rapport van de overheid [20] wordt rekening gehouden met een totale uitstoot van 5000 ton vluchtige koolwaterstoffen als gevolg van gebruik van lijmen in Nederland. Het gebruik van lijmen door particuliere huishoudens werd in 1990 geschat op 2400 ton [24]. Uitgaande van een gemiddelde vos-concentratie van 25%, komt men uit een totale emissie van 600 ton. Een indicatie van het gebruik van lijmen geven de cijfers van de zogenaamde "Nielsen Doe-het-zelf-index". Bij warenhuizen (hypermarkten, bijvoorbeeld Hema, V&D), bouwmarkten (bijvoorbeeld Gamma, Formido), verf- en behangspeciaalzaken en gereedschapszaken wordt het aantal producten dat verkocht wordt geteld. In totaal gaat het om ruim 4000 verkooppunten. De gegevens hebben betrekking op het aantal stuks verpakkingen welke worden verkocht, dus onafhankelijk van het gewicht of de inhoud. In de periode maart 1989 tot februari 1990 werden 4198 stuks speciaallijmen (houtlijm, montagelijm, sekondenlijm, alleslijm en kontaklijm) verkocht [24]. Dergelijke lijmen zitten in verpakkingen van 100-500 ml.

In het basisdocument dichloormethaan [23] schat men dat jaarlijks 20 ton dichloormethaan in de vorm van oplosmiddel voor lijmen door particulieren wordt verbruikt.

Uit een enquête onder 127 huishoudens bleek dat in 74% van de huishoudens wasbenzine aanwezig was en 59% aceton [13].

9.
Diversen

In Zweden is het gebruik van kunstharskit voor vloerbedekking al sinds de zeventiger jaren verboden wegens het te hoge oplosmiddelengehalte [17].

Nader onderzoek naar het vrijkomen van monomeren uit dispersielijmen is gewenst. Bij het verwerken van bijvoorbeeld een acrylaathoudende dispersielijm kan het monomeer methacrylaat vrijkomen.

10
Conclusies.

Gezien het voorgaande lijkt nader onderzoek gewenst naar de volgende categorieën lijmen (en hulpmiddelen):

- kontaktlijm
- PVC-lijm (zowel hobby- als DHZ-)
- tapijlijm
- wasbenzine
- lijmverdunner
- montagekit

Kontaktlijmen bevatten toluen. Universeellijmen kunnen wel grote hoeveelheden organische oplosmiddelen bevatten, maar het gaat hier niet om prioritare stoffen. PVC-lijmen kunnen toluen, trichlooretheen, cyclohexanon en tetrahydrofuraan bevatten. In tapijlijmen is xyleen en toluen aangetroffen. In een lijmspray werd naast CFK ook xyleen aangetroffen. Lijmverdunders en terpentijn kunnen tot 50% toluen bevatten. Wasbenzine bevat benzeen en toluen.

Voor de hoeveelheden organisch oplosmiddel per soort produkt wordt verwezen naar "3". Bedacht moet worden dat er grote variaties kunnen zijn in kwantiteit van een prioritare stof binnen één produktgroep. Zo werd in het ene monster kontaktlijm 4,4% toluen aangetroffen, in een ander monster 36,1%.

Lijmverdunders zouden eventueel in combinatie met terpentijn en andere verdunders kunnen worden onderzocht.

Hobbylijmen zullen, uiteraard afhankelijk van de intensiteit van de hobby, regelmatig worden gebruikt. De doe-het-zelflijmen zullen onregelmatig, bijvoorbeeld bij kleine verbouwingen of onderhoud worden gebruikt. Ook de "overige lijmen" zullen onregelmatig worden gebruikt: in het geval dat iets kapot gaat. Bij al deze eerdergenoemde werkzaamheden kunnen lijmverdunders, lijmverwijderaars en ontvetters worden gebruikt. Blootstelling aan oplosmiddelendamp kan dus bij hobbyisten een meer structureel karakter hebben; voor het overige lijmgebruik zal het soms gaan om een relatief hoge belasting gedurende een korte periode (tot enkele dagen bij tapijtlekken).

Kinderen en bejaarden die modelbouw als hobby hebben zouden een mogelijke risicogroep kunnen zijn. Doe-het-zelflijmen zullen vooral gebruikt worden door volwassenen. Het is echter niet uitgesloten dat kinderen bedoeld of onbedoeld in aanraking komen met de dergelijke lijmen.

11.
Informatiebronnen

[1]: Broekhuizen, P. van et. al.: "Lijmwijzer"; Brochure over de toxiciteit van lijmstoffen; Chemiewinkel UvA; Amsterdam, 1986.

[2]: Aalders, W.: "Schilderen; binnen- en buitenonderhoud van de woning"; Zuid Boek Producties BV; 1985

- [3]: Anonymus: "Lijmen in het onderwijs"; in: *Veiligheid, Gezondheid en Milieu in het onderwijs* (VGM); VGM-mededelingen jrg.4, nr.2; Zeist, september 1985.
- [4]: Anonymus: "Lijmsorten voor houtverbindingen"; Centrum Hout; Bussum, 1983.
- [5]: Jordan, O.: "Het lijmen van kunststoffen"; Uitg. Argus; 1966.
- [6]: Duivenbouden, J.C. van et. al.: "Oriënterend onderzoek naar de gezondheidsrisico's bij het verwerken van tegellijmen in de bouw"; BGD Alkmaar, 1987.
- [7]: Janus, J. en Wilders, M.: "Toxicologie van enige lijmstoffen en oplosmiddelen"; Biologiewinkel Utrecht, rapportnr. 1986-60.
- [8]: *Schriftelijk informatie van dhr. v.d. Putten, Keuringsdienst van Waren, Amsterdam.*
- [9]: *Schriftelijke informatie van de Keuringsdienst van Waren, Amsterdam*
- [10]: *Schriftelijke informatie van Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum te Bilthoven.*
- [11]: Elkington, J.: "Umweltfreundlich einkaufen"; Droemersche Verlagsanstalt Th. Knauer Nachf.; München, 1990.
- [12]: Perfecta Chemie BV: "Informatiemap Bison Lijmen"; Perfecta Chemie, Goes.
- [13]: IVM: "Een planmatige benadering van milieugericht consumentengedrag"; VU; Amsterdam, 1989.
- [14]: Natuur en Milieu: "Verven en lijmen: gevaren voor mens en milieu"; SNM; Utrecht, 1984.
- [15]: Doorgeest, T. et. al.: "Advies inzake organische oplosmiddelen"; Verfinstituut TNO, 1984.
- [16]: Schliszka, C.: "Arbeidshygiënisch onderzoek bij het lijmen van vloerbedekking"; Utrecht, maart 1984.
- [17]: Corver, E. en Wanders, S.: "Tapijt- of het loodje leggen?"; in: *Risikobulletin*, nr.2, 1987.
- [18]: Anonymus: "Wandbekleding: de rol van het plakmiddel"; Eisma's Vakpers jrg. 87, nr.23, 19 maart 1986.
- [19]: Rijk, C. en de Jager, M.L.: "Lijmen"; in: *Chemische Feitelikheden, actuele chemische encyclopedie*; 1988-059; uitgave van het KNCV; Den Haag, 1988.
- [20]: Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer: "Bestrijdingsstrategie voor de emissies van vluchtige organische stoffen. Projekt KWS 2000"; Den Haag, 1989.
- [21]: Mondelinge mededeling dhr. Rijk, Perfecta Chemie, Goes.

- [22]: Hagendorf, U.: "Technische Lösungsmittel in Haushalt und Gewerbe"; in: Zbl. Bakt. Hyg. B 183, 211-220 (1986).
- [23]: Slooff, W. en Ros, J.P.M. (eds.): "Basisdocument Dichloormethaan"; RIVM/VROM; Bilthoven, 1990.
- [24]: Gegevens afkomstig van Nielsen Marketing Research; A.C. Nielsen (Nederland) BV.
- [25] VOC-Newsletter, August 1992.

Bijlage 10

Document meubelen

1. Inleiding

Van belang zijn de emissies afkomstig van de meubelstukken zelf en van de gebruikte onderhoudsmiddelen.

Soorten meubelen:

- zithoekmeubelen
- eethoekmeubelen
- keukenblokken/-kasten
- slaapkamermeubelen
- badkamermeubelen
- kasten
- overige

Emissies van vos uit meubelen kunnen voortkomen uit de gebruikte basismaterialen (hout, leer, kunststof enz) respectievelijk uit hulpstoffen (zoals verf, lak, lijm en reinigingsmiddelen).

Binnen de meubelindustrie heeft zich de laatste decennia een ontwikkeling voorgedaan naar het gebruik van plaatmateriaal (met name spaanplaat) en zelfbouwmeubelen.

Naar emissies van vluchtige organische stoffen uit meubelstukken is nauwelijks onderzoek verricht. Het meest bruikbaar is een recente studie van TNO, naar zelfbouw kasten van spaanplaat [1]. De resultaten van deze studie liggen ten grondslag aan dit document.

2. Bronnen en activiteiten

De emissies van vos uit meubelen kunnen de volgende oorsprong hebben:

- a. Gebruikte basismaterialen:
 - hout/spaanplaat/board e.d.
 - leer
 - stof
 - metaal
 - kunststof
 - glas
- b. Gebruikte hulpmaterialen:
 - lijm
 - verf/lak/beits

Naast deze bronnen kan ook onderhoud aan meubels leiden tot een belasting van het binnenmilieu. De meubelonderhoudsmiddelen bevatten vaak vos. In boenwas, vloerwas en meubelspray zijn alleen alifatische koolwaterstoffen aangetroffen [7]. In de door het NVIC onderzochte monsters meubelspray (n=5) zijn geen CFK's aangetroffen; propaan of butaan wordt als drijfgas gebruikt.

De meeste meubelen (ook zelfbouw) zijn al voorgelijmd en voorgelakt als ze bij de consument arriveren. Hoewel stoffen als lijm, verf en lak bij het gebruik van de meubelen nog steeds emissies zullen veroorzaken, heeft de piekmissie bij het aanbrengen van deze stoffen plaatsgevonden. Voor emissies uit verf en lak wordt verwezen naar het document Verf.

3. Gebruik van vos

Bij het onderhouden en de verzorging van de meubels kunnen vos vrijkomen. In vernis en meubelwas/-olie zijn aromatische koolwaterstoffen aangetroffen.

tabel 1 Gehalte aan vos in 7 monsters meubelwas/-olie en 10 monsters houtvernis

meubelonderhoudsmiddel	range	gemiddelde
meubelwas/-olie:		
alifatische koolwaterstoffen	0-90	(64%)
aromatische koolwaterstoffen (tolueen)	0-80	(11%)
houtvernis:		
alifatische koolwaterstoffen	0-57	(25%)
- white spirit	0-53	(19%)
aromatische koolwaterstoffen	0-43	(12%)
- xyleen	0-23	(6%)
- tolueen	0-27	(7%)
alcoholen	0-75	(13%)
esters	0-35	(7%)

Uit de tabel blijkt dat er tot 43% aromaten in houtvernis kunnen voorkomen en tot 80% tolueen in meubelwas/-olie.

Voor meubels worden verschillende materialen gebruikt die vos-emissies kunnen veroorzaken. Met name ten aanzien van emissies uit spaanplaat in meubelen is onderzoek verricht. De informatie in dit document is daarom grotendeels tot dit materiaal beperkt gebleven. Naar verwachting gaat het hier echter wel om het (t.a.v. vos-emissies) belangrijkste materiaal dat in meubelindustrie wordt toegepast.

Spaanplaat komt in veel meubels voor: kasten, stoelen, banken, bedden enz. De in de Warenwet vastgestelde norm voor de maximale formaldehyde-concentratie in spaanplaat (10 mg per 100 gram plaatmateriaal) geldt niet voor spaanplaat dat in meubelen is verwerkt. Het aan de meubelindustrie geleverde spaanplaat hoeft dus niet aan de bovengenoemde eis te voldoen [3].

Onderstaande tabellen geven een eerste indruk van de emissies van formaldehyde en vos uit spaanplaat kasten [1]. Het gaat hierbij om vier types zelfbouwkasten (A, B, C en D), waarvan elk twee exemplaren zijn gemeten.

tabel 2 Formaldehydeconcentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in de proefkamer veroorzaakt door emissie uit doe-het-zelfkasten, bij een ventilatievoud van 1 luchtwisseling per uur

kast	tijdens montage	1-4 uur	20-24 uur	24-27 uur	na 96 uur
A-1	16	9	36	n.g.	32
A-2	46	28	31	29	
B-1	77	66	42	59	
B-2	67	60	52	38	26
C-1	263	149	n.g.	63	68
C-2	131	93	n.g.	67	
D-1	n.g.	139	141	102	
D-2	n.g.	152		110	85

n.g. = niet geanalyseerd, monstername mislukt of onbetrouwbaar:
leeg vakje = niet gemeten.

Tabel 3 geeft de oppervlakte van de kasten weer, waarbij beide zijden van de platen meetellen (omdat de deuren van de kasten openstonden tijdens de metingen).

tabel 3 Oppervlakte van de kasten (m^2) en de oppervlakte-inhoudverhouding van de kasten (m^2/m^3) t.o.v. de kamer

kast	totaal oppervlak		onbeplakt oppervlak	
	kastopp.	o/i	kastopp.	o/i
A	7,6	0,51	0,9	0,06
B	9,1	0,61	2,9	0,19
C	17,2	1,15	4,3	0,29
D	22,6	1,51	1,4	0,09

Het onbeplakte oppervlak is van belang, omdat hieruit tot vijf keer zoveel formaldehyde kan ontsnappen als uit het beplakte deel van de spaanplaat [4].

Tabel 4 zijn de concentraties formaldehyde genormeerd op 1 m^2 spaanplaat per m^3 vertrekinhoud.

tabel 4 Genormeerde concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) formaldehyde na 24 uur en 4 x 24 uur

kast	concentratie formaldehyde (mg/kg^3)	
	24 uur	4 x 24 uur
A-1		63
A-2	57	
B-1	97	
B-2	62	43
C-1	55	
C-2	58	59
D-1	68	
D-2	73	56

Onderstaande tabel geeft een overzicht van overige gemeten organische verbindingen. Tabel 6 normeert deze gegevens naar concentraties van 1 m2 spaanplaat per m3 vertrekinhoud.

tabel 5 Concentraties veroorzaakt door emissie uit kast A1 van vos, bemonsterd met actieve kool en geanalyseerd met gaschromatografie

component	1 uur	22 uur	50 uur	143 uur
<i>alkalen</i>				
heptaan	16	3	3	1
cyclohexaan	5	1	1	1
methylcyclohexaan	32	7	5	2
octaan	15	3	2	1
nonaan	8	3	2	2
n-decaan	14	4	3	3
undecaan	20	2	2	1
dodecaan	4	2	2	2
tridecaan	4	2	2	1
tetradecaan	5	3	3	2
<i>som gemeten alkanen</i>	123	30	25	16
<i>aromaten</i>				
benzeen	2	1	2	2
tolueen	52	58	54	52
ethylbenzeen	2	8	12	3
propylbenzeen	6	8	7	3
xyleen-isomeren	9	49	55	18
ethyltolueen-isomeren	20	43	32	15
trimethylbenzeen-isomeren	30	59	43	20
				113
<i>som gemeten aromaten</i>	121	226	205	
<i>chloorkoolwaterstoffen</i>				
1,1,1-trichloorethaan	10	9	2	<1
<i>diversen</i>				
α -pineen	37	8	7	5
naftaleen	2	1	2	2
<i>totaal gemeten componenten</i>	293	274	241	136

Bron: [1].

tabel 6 Concentraties van alkanen en aromaten, genormeerd op 1 m2 spaanplaat per m3 vertrekinhoud

kast type	monsterdmedium	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$ na 24 uur	
		alkanen	aromaten
A-2	kool	59	443
B-1	Tenax	33	28
C-1	kool	9	77
C-1	Tenax	20	78
D-1	kool	11	21
D-1	Tenax	11	13

In het TNO-onderzoek wordt melding gemaakt van overschrijding van de norm ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) voor formaldehyde bij het monteren van de kasten en direct daarna [1]. Na 24 uur werd geen overschrijding van de norm meer waargenomen.

In hetzelfde onderzoek werden ook grote emissies van formaldehyde gemeten uit multiplex (gekocht op een bouwmarkt). Multiplex wordt ook verwerkt in kasten e.d. Zie voor meer informatie over multiplex het document Bouwmaterialen.

4. Plaats van vrijkomen

Gehele woning, in mindere mate hal en entree. Meubelen van spaanplaat komen relatief veel voor in slaapkamers (bedden, kasten) en in keukens (kastjes e.d.).

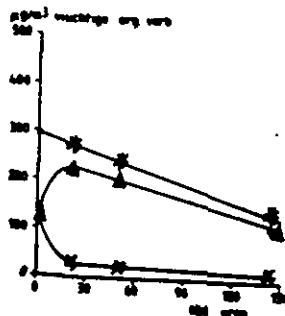
5. Wijze van vrijkomen

Er vindt continu emissie van formaldehyde plaats. Evenals bij spaanplaat dat in de woning is verwerkt zal onder een ongunstige omstandigheden meer vrijkomen. Bij warm weer of wanneer een kast van spaanplaat tegen een verwarming staat zal er een verhoging van de emissie plaatshebben.

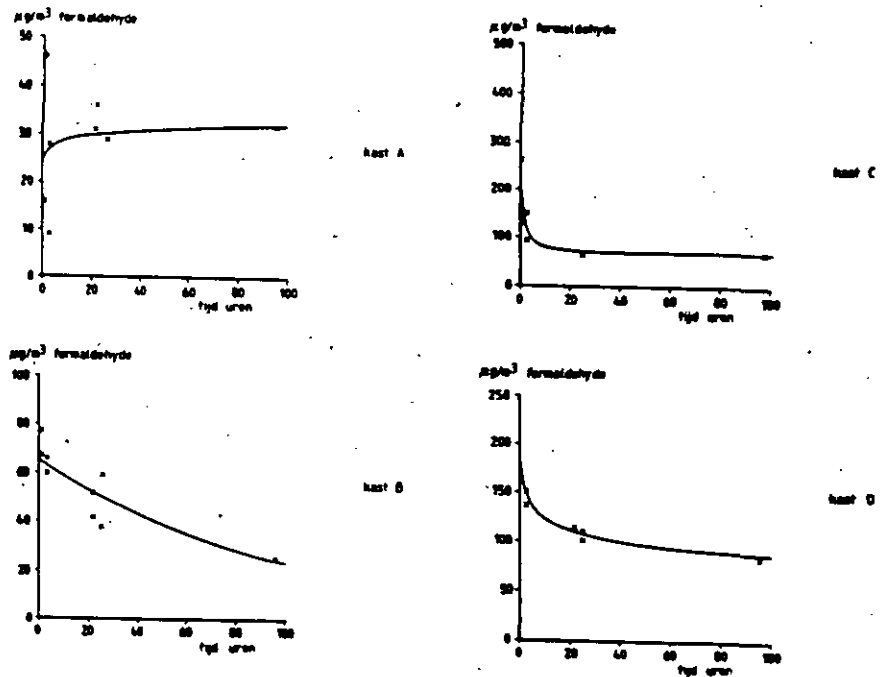
6. Concentraties binnen de woning

Het verloop van de concentraties is meestal continu afnemend, zie onderstaande figuren [1]:

figuur 1 Concentraties van vos veroorzaakt door emissie uit kast A1 (X = alkanen, = aromaten, * = totaal)



figuur 2 Formaldehydeconcentraties veroorzaakt door emissie uit kasten



7.
Toekomstige
ontwikkelingen

Het is niet uitgesloten dat er door een toenemende openheid op de Europese markt meer spaanplaat en multiplex, al of niet in de vorm van meubels, uit Oost-Europa wordt ingevoerd. De materialen en meubels zijn goedkoop, maar bevatten vaak grote hoeveelheden formaldehydelijm [1].

8.
Gebruik in Nederland

In Nederland worden jaarlijks ruim 7 miljoen meubelen verkocht (in 1989 7,375 miljoen) [5]. Het aandeel spaanplaat hierin is niet bekend, maar wordt geschat op 20-50% [6]. De verschillende soorten meubels kennen de volgende marktaandelen (1989) [5]:

grote zitmeubelen	15%
eetkamers	8%
kasten/kastjes	16%
slaapkamers	29%
overige meubels	32%

Uit gegevens uit 1986 [8] blijkt dat er in de gemiddelde woning naast bouwkundig verwerkt spaanplaat ook nog 0,1-0,3 m³ spaanplaat per m³ woninginhoud in meubilair was verwerkt.

In tabel 7 worden de in Nederland in 1990 gebruikte hoeveelheden meubelonderhoudsmiddelen geschat met bijbehorende vos-emissies.

Tabel 7 Geschat verbruik van enkele meubelonderhoudsmiddelen in Nederland in 1990 met bijbehorende vos-emissies (ton/jaar).

Produkt	gebruik	vos-emissies
Meubelspray (spuitbus)	277	83
meubelspray (overig)	65	3
was (vast)	43	34
teakolie	91	73

9. Diversen

Bij onderzoek naar formaldehyde-emissies uit spaanplaat dat in woningen wordt toegepast als bouw materiaal wordt zelden rekening gehouden met de emissie van formaldehyde uit meubels. Zie voor meer informatie hierover het document *Bouwmaterialen*.

10. Conclusies

Vanwege het hoge gehalte aan aromatische koolwaterstoffen zijn de volgende meubelonderhoudsmiddelen van belang:

- meubelwas/-olie
- houtvernis

Ook meubels van spaanplaat verdienen nadere aandacht vanwege de formaldehydebelasting van het binnenmilieu.

11. Informatiebronnen

- [1]: Wal, J.F. van der en Steenlage, R.: "Onderzoek naar de emissie van potentieel toxische verbindingen uit consumentenartikelen"; TNO/MT; Delft, 1990.
- [2]: Colombo, et al.: "Assessing the emission of organic compounds from building and furnishing materials via small test-chambers"; 1989.
- [3]: Spaanplaatbesluit, Warenwet.
- [4]: Fischer, C. en Fischer, R: "Chemie im Buro"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1988.
- [5]: Schriftelijke informatie van de Centrale Bond van Meubelfabrikanten (CBM) te Heemstede.
- [6]: Mondelinge mededeling Centraal Bureau voor Woninginrichtings- en meubileringsbedrijven (CBW) te Bilthoven.
- [7]: Schriftelijke informatie van het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) te Bilthoven.
- [8]: Nationale Woning Raad (NWR): "Milieu-aspekten van de woningbouw; het binnenmilieu"; Woningraad Extra nr.37; Almere, 1986.
- [9] VOC-Newsletter, August 1992

1. Inleiding

Voor het schoonhouden van woningen is een scala aan reinigingsmiddelen op de markt. Te onderscheiden zijn middelen voor algemeen gebruik, voor dagelijks gebruik en voor gebruik voor specifieke doeleinden.

Bij het kwantificeren van de uit reinigingsmiddelen vrijkomende voss doen zich de volgende knelpunten voor:

- de receptuur van reinigingsmiddelen is niet in detail bekend;
- er is onvoldoende informatie over het gebruik van reinigingsmiddelen per huishouden.

Het eerste knelpunt is omzeild door gebruik te maken van algemene gegevens over reinigingsmiddelen, die echter voor een deel betrekking hebben op *bedrijfsmatig toegepaste middelen (hogere concentraties werkzame stoffen)*.

2. Bronnen en activiteiten

Bij schoonmaakactiviteiten worden diverse soorten reinigingsmiddelen gebruikt. Ingedeeld naar toepassingsgebied kan het volgende overzicht worden gehanteerd:

-
- UNIVERSELE REINIGINGSMIDDELEN (ALLESREINIGERS)
 - INTERIEURONDERHOUDSMIDDELEN
 - SCHUURMIDDELEN
 - SANITAIRREINIGERS
 - HANDREINIGERS
 - VLOERREINIGERS
 - GECOMBINEERDE VLOERREINIGERS EN VLOERONDERHOUDSMIDDELEN
 - STRIPPERS
 - TAPIJTREINIGERS
 - DESINFECTERENDE MIDDELEN
 - TEXTIELREINIGERS
 - wasmiddelen
 - voorwas-/inweekmiddelen
 - wasverzachters
 - vlekkenverwijderaars
 - REINIGERS VOOR IN DE KEUKEN
 - handafwasmiddelen
 - *machinale afwasmiddelen*
 - glazenreinigers
 - ontkalken
 - sterke ontvetters
 - ovencleaner
 - zilverreiniger
 - koffie-machine reinigers
-

De Nederlandse Vereniging van Zeepfabrikanten (NVZ) beschikt over gegevens met betrekking tot de gebruikte hoeveelheid reinigingsmiddelen per hoofd van de

bevolking. Dit totaaloverzicht omvat verschillende gebruikersgroepen, waaronder de huishoudens.

Andere bronnen voor het totaalverbruik van reinigingsmiddelen zijn het CBS en het Instituut voor Reinigingstechnieken TNO. Tussen in- en uitvoergegevens van NVZ en CBS bestaan grote verschillen (faktor 3) [1].

3. Gebruikte oplosmiddelen

Voor de verschillende reinigingsmiddelen zal worden aangegeven in hoeverre er vos in voorkomen, in welke hoeveelheden en van welke soort.

Het gebruik van grotere hoeveelheden vos in reinigingsmiddelen kan twee redenen hebben [3]: het voorkomen van streepvorming (door snelle verdamping) en het oplossen van vetachtige verbindingen. Vanwege de eerste reden komen vos voor in bijvoorbeeld universele reinigingsmiddelen, glas- en vloerreinigers. Daarnaast komen vos als drijfgassen voor.

Als oplosmiddel worden met name de volgende vos in reinigingsmiddelen toegepast: isopropanol, alcoholen, triethanolamine, ethanol, butylglycol, terpentijn, glycolether, glycolen, ethers, esters, xyleen, dipenteen, perchloorethyleen, 1,1,1-trichloorethaan.

Afgezien van 1,1,1-trichloorethaan en xyleen, welke beide in tapijtreinigers wordt gebruikt, zijn in reinigingsmiddelen geen prioritaire vos aangetroffen.

Als drijfgas worden vooral propaan en butaan, beide geen prioritaire stof, gebruikt.

Aan de meeste reinigingsmiddelen worden, veelal in kleine hoeveelheden (< 1%), additieven toegevoegd. Hierbij kan het gaan om [3]: conserveringsmiddelen, parfums (geurstoffen), emulgatoren, weekmakers, antischuimmiddelen, hydrotropen, kleurstoffen.

Enkele additieven kunnen vos bevatten en worden daarom hieronder besproken.

Conserveringsmiddelen beschermen reinigingsmiddelen tegen afbraak door micro-organismen zoals bacteriën en schimmels. Veel gebruikt worden [3]: fenolverbindingen (chlorocresol, hexachlorofeen), formaldehyde of formaldehydevormende stoffen, PHB-ester. Maar ook desinfecterende stoffen en alcoholen hebben een conserverende werking.

Parfums zijn vaak mengsels van meerdere chemische stoffen [3]. Gebruikte parfums zijn bijvoorbeeld: geraniol, citronellol, hydroxycitronellal, linalool, terpenen. Mengsels bestaan uit alcoholen, aldehyden en esters en diverse soorten geurstoffen [1].

Weekmakers worden toegepast in produkten als vloerwas om er voor te zorgen dat de produkten een zekere soepelheid behouden. Gebruikt worden ftalaten, benzoaten, glycolen. Deze stoffen worden gekenmerkt door een hoog kookpunt en een lage dampspanning waardoor ze nauwelijks verdampen [3].

Hydrotropen vergroten de oplosbaarheid van wasactieve bestanddelen. Gebruikt worden onder andere: ureum, natriumcumeensulfonaat, alcoholen, xyleensulfonaat, isopropanol, cumeensulfonaat, ethanol, polyetheenglycolethers [1], [3].

Onderstaande tabel geeft een beknopt overzicht van het voorkomen van vos en additieven die vos bevatten in reinigingsmiddelen. Hierbij moet worden aangetekend dat de gegevens gebaseerd zijn op opgaven van fabrikanten en dat deze veelal gelden voor bedrijfsmatig (door met name schoonmaakbedrijven) toegepaste producten. In de regel zijn producten voor huishoudelijk gebruik minder agressief.

tabel 1 Het voorkomen van vos in reinigingsmiddelen

REINIGINGSMIDDEL	INGREDIENTEN*							BRON**
	o	d	c	p	w	h	r	
Allesreinigers								
- vloeibaar, basisch	o	-	c	p	-	-	-	A
- vloeibaar, zuur	-	-	-	p	-	-	-	A
- vloeibaar, neutraal	o	-	c	p	-	-	-	A
- vloeibaar, desinfecterend	o	-	-	-	-	-	-	A
- hydrotroop	-	-	-	-	-	h	-	B
Interieuronderhoudsmiddelen	o	d	c	p	-	-	-	A
Glasreinigingsmiddelen	o	-	-	-	-	-	-	A
Schuurmiddelen	-	-	c	p	-	-	-	A
Sanitairreiniger								
- poedervorm	-	-	-	p	-	-	-	A
- vloeibaar, dagelijks	o	-	c	p	-	-	-	A
- vloeibaar, periodiek	o	-	-	p	-	-	-	A
Handenreiniger								
- huishoudelijk	-	-	c	p	-	-	-	A
- garages/werkplaatsen e.d.	o	-	-	-	-	-	-	A
Vloeronderhoudsmiddelen								
- op wasbasis	o	-	c	p	w	-	-	A
- pasta boenwas	o	-	-	p	-	-	-	A
- vloeibare boenwas op oplosm. basis	o	-	-	p	-	-	-	A
- op polymeerbasis	o	-	c	p	w	-	-	A
Reinigende vloeronderhoudsmiddelen								
- vloeibaar	o	-	-	p	w	h	-	A
- wassen/polymeren in water	o	-	c	p	w	-	-	A
- wassen/polymeren in org.opl.middel	o	-	c	p	-	-	-	A
- veegpoeder	o	-	c	p	-	-	-	A
Strippers								
- op waterbasis	o	-	c	p	-	-	-	A
- op oplosmiddelbasis	o	-	-	-	-	-	-	A
Tapijtreiniger								
- op shampoo basis	o	d	c	p	-	-	-	A
- sproei-extractie	o	-	c	p	-	-	-	A
- wateroplosbaar	o	d	-	p	-	-	-	A
- oplosmiddelen basis	o	d	-	-	-	-	-	A
- tapijtreiniger algemeen	o	-	-	-	-	-	-	A
Desinfecterende middelen								
- op basis van chloor	-	-	-	-	-	-	-	A
- op basis van fenol	-	-	-	-	-	-	-	A
- op basis van quats	-	-	-	-	-	r	-	A

REINIGINGSMIDDEL	INGREDIËNTEN*	BRON**
(Textiel-)wasmiddelen		
- voorwas		
- fijnwas		
- hoofdwas, poeder		
- hoofdwas, vloeibaar		
- wasverzachter		
Zachte zeep	- - - - -	A
Vaatwasmiddel		
- handafwas	- - c p - h -	B
- machinaal	- - - - -	B
- spoelglansmiddel	- - c - - h -	B
Toiletblokjes	o - - - - -	C

TOELICHTING OP TABEL.

*) o = oplosmiddel

d = drijfgas

c = conserveringsmiddel

p = parfum

w = weekmaker

h = hydrotroop

r = ander additief met vos

**) A = Chemiewinkel

B = MILAD

C = Konsumentenkontakt

De concentratie vos in reinigingsmiddelen hangt sterk samen met het doel waarvoor deze stoffen aan de producten zijn toegevoegd. Bij conserveringsmiddelen en geurstoffen gaat het veelal om zeer kleine hoeveelheden (< 1%). In geval van oplosmiddel, drijfgas, weekmaker of hydrotroop zijn de hoeveelheden soms aanzienlijk (zie onderstaande tabel).

tabel 2 Concentratie vos in reinigingsmiddel, naar toepassing

REINIGINGSMIDDEL	FUNCTIE ORGANISCHE OPLOS MIDDELEN			
	o	d	w	h
Allesreiniger	0-7 %	-	-	< 1
%				
Interieuronderhoudsmiddel	3-25 %	7-10 %	-	-
Glasreinigingsmiddel	3-5 %	-	-	-
Schuurmiddel	-	-	-	-
Sanitairreiniger	1-10 %	-	-	-
Handreiniger	?	-	-	-
Vloeronderhoudsmiddel	0-90 %	-	0-10 %	-
Rein. vloeronderhoudsmiddel				
Strippers	30-50 %	-	-	-
Tapijtreinigers	0-75 %	25-30 %	-	-
Desinfecterende middelen	-	-	-	-
Textielwasmiddelen	0-16 %	-	-	-
Zachte zeep	-	-	-	-
Vaatwasmiddelen				
Toiletblokjes	-	-	-	-
Luchtverfrissers	0-100 %	-	-	-

4.
Plaats van vrijkomen

Hoewel de ruimten binnen de woning regelmatig worden gereinigd, wil dat niet zeggen dat overal evenveel reinigingsmiddelen worden gebruikt.

Het gebruik van bepaalde middelen is in sommige gevallen sterk gebonden aan een bepaald deel van de woning. Dit geldt met name voor de keuken (bijv. schuurmiddelen, allesreiniger, handenreiniger, wasmiddelen, vaatwasmiddelen) en het toilet (bijv. sanitairreiniger, toiletblokken, luchtverfrisser, desinfecterende middelen).

Vloeronderhoudsmiddelen, strippers en tapijtreinigers zullen grotendeels in woon- en slaapvertrekken worden toegepast.

Enkele middelen zijn minder specifiek gebonden aan een bepaald deel van de woning, bijvoorbeeld allesreiniger, interieuronderhoudsmiddelen, glasreinigingsmiddelen.

5.
Wijze van vrijkomen

De wijze van vrijkomen varieert. In de meeste gevallen geldt dat eventuele vos alleen vrijkomen tijdens en na het gebruik van een reinigingsmiddel, omdat deze middelen in gesloten verpakking worden bewaard. De periode dat er na gebruik van een reinigingsmiddel nog vos geëmitteerd worden wisselt. Naast reinigingsmiddelen met een discontinue emissie, zijn er producten met een continue emissie van vos, zoals toiletblokjes en luchtverfrissers.

6.
Concentraties binnen de woning

Punt 3 geeft een globaal overzicht van het voorkomen van vos in reinigingsmiddelen.

Onder punt 4 is aangegeven dat het gebruik van reinigingsmiddelen wisselt per ruimte en bij punt 5 werd duidelijk dat de emissie van de meeste vos uit reinigingsmiddelen fluctueren met de tijd.

De concentratie binnen de woning is in eerste instantie afhankelijk van deze drie factoren.

7.
Toekomstige ontwikkelingen

Het gebruik van drijfgassen is de laatste jaren veranderd. Met name CFK's zijn vervangen door bijvoorbeeld dimethylether, butaan, propaan, isobutaan, dichloormethaan, gechloreerde koolwaterstoffen en 1,1,1-trichloorethaan.

Uit een onderzoek van Konsumentencontact in 1983, bleek dat alle onderzochte toiletblokjes paradichloorbenzeen bevatten, in een concentratie variërend van 5 tot 21 procent. Een herhalingsonderzoek in 1989 wees uit dat deze stof inmiddels grotendeels is verdwenen uit dit product. Dit laatste bleek echter niet te gelden voor luchtverfrissers, veelal nog op deze stof zijn gebaseerd.

8. Gebruik in Nederland

• Verbruikscijfers van reinigingsmiddelen worden bijgehouden door de NVZ. Dit overzicht is niet erg gedetailleerd. Onderstaande tabel geeft deze cijfers weer, aangevuld met getallen van TNO.

tabel 3 Verbruik van reinigingsmiddelen per hoofd van de bevolking in 1988, in kg (14,8 mln. inwoners)

	1985	1986	1987	1988
Toilet- en medicinale zeep	0,52	0,52	0,54	0,54
Handenreinigingsmiddelen	0,07	0,07	0,09	0,09
Huishoudzeep	0,05	0,05	0,04	0,03
Zachte zeep	0,13	0,11	0,10	0,09
Synth. wasmiddelen, poedervorm met bleekmiddel	7,20	7,60	7,40	6,97
Synth. wasmiddelen, poedervorm zonder bleekmiddel	3,36	3,45	3,80	3,61
Zeep in stangen/vlokken etc. in poedervorm voor wasserijen	0,37	0,36	0,33	0,28
Vloeibare synth. wasmiddelen	0,11	0,12	0,37	1,64
Wasgoedverzachtters	2,33	2,37	2,61	2,61
Synth. handvaatwasmiddelen	2,67	2,54	2,64	2,52
Machine-vaatwasmiddelen	0,74	0,73	0,75	0,80
Spoelglansmiddelen	0,07	0,06	0,06	0,06
Reinigingsmiddelen poedervormig	0,03	0,03	0,04	0,03
Reinigingsmiddelen vloeibaar, synthetisch	1,29	1,29	1,47	1,57
Reinigingsmiddelen vloeibaar, zeep	0,37	0,35	0,33	0,38
Schuurmiddelen	0,84	0,86	0,85	0,81
Totaal	20,15	20,51	21,42	22,03

Allesreiniger	0,30 kilo/inwoner/jaar (TNO)
Sanitairreiniger	0,27 kilo/inwoner/jaar (TNO)
Textielwasmiddel	9,10 kilo/inwoner/jaar (TNO)

De gebruiksfrequentie is uiteraard niet voor ieder reinigingsmiddel gelijk, en varieert van dagelijks (bijv. vaatwasmiddel) tot enkele keren per jaar. Een precies patroon van het gebruik van reinigingsmiddelen is niet voorhanden. Wellicht dat een onderverdeling in 'dagelijks', 'wekelijks' en 'incidenteel' (enkele keren per jaar) bruikbaar is.

Enkele reinigingsmiddelen komen bijna zonder uitzondering in alle huishoudens voor (bijv. vaatwasmiddel, waspoeder, allesreiniger), andere middelen zijn afhankelijk van specifieke omstandigheden (bijv. machinale vaatwasmiddelen, tapijtreiniger, vloerwas).

In tabel 4 worden de meest recente schattingen van enkele reinigingsmiddelen, met de bijbehorende totale emissie van vos weergegeven [11].

Tabel 4 Geschat verbruik van enkele reinigingsmiddelen in Nederlandse huishoudens in 1990 met bijbehorende vos-emissies (ton/jaar)

Produkt	gebruik	vos-emissie
luchtverfrissers	160	120
allesreinigers	4300	129
tapijtreiniger	6800	340
vloeibare wasmiddelen	30000	1500

**9.
Diversen**

**10.
Conclusies**

De volgende reinigingsmiddelen zijn op basis van de onder de vorige punten verzamelde informatie van belang met betrekking tot de concentratie vos binnen woningen:

- interieuronderhoudsmiddel
- sanitairreiniger
- vloeronderhoudsmiddel
- tapijtreiniger
- luchtverfrisser

Interieuronderhoudsmiddel bevat vos en drijfgas in een percentage dat kan oplopen tot 35%. Sanitairreiniger bevat tot 10% vos, en wordt veelal in kleine ruimten (badkamer, toilet) gebruikt. Vloeronderhoudsmiddel kan een grote hoeveelheid vos bevatten. Tapijtreiniger kan prioritair vos bevatten, in een hoge concentratie. Voor vlekkenmiddelen wordt verwezen naar het Document Vlekkenmiddelen. Luchtverfrisser bevat nog steeds hoge concentraties vos en worden in kleine ruimten gebruikt.

**11.
Informatiebronnen**

- [1]: MILAD: "Inventarisatie reinigingsmiddelen"; Amsterdam, 1987.
- [2]: Wijngaard, J. van den: "Reinigen een vak apart"; Schuyt & Co; Haarlem, 1987.
- [3]: Chemiewinkel UvA: "De grote schoonmaak"; Universiteit van Amsterdam, 1989.
- [4]: Brunt, M. (ed.): "Milieubesparend huishouden"; Stichting Natuur & Milieu; Utrecht 1988.
- [5]: Consumentenbond: "Leven zonder gif"; 's Gravenhage 1989.
- [6]: Lahl, B. en Lahl, U.: "Der neue Öko-Putzschrank"; Stiftung Verbrauchersinstitut; Berlin, 1988.
- [7]: ECOVER, Information handbook, West Sussex, 1989.

- [8]: Schriftelijke informatie van de Nederlandse Vereniging van Zeepfabrikanten, Zeist
- [9]: Griebhammer, R.: "Chemie im Haushalt"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1987.
- [10]: Anonymus: "Toiletblokjes goed, luchtverfrissers schadelijk"; in Koopkracht, november 1989; pp.14-15.
- [11] VOC-Newsletter, August 1992.

1. Inleiding

Uit schoenen zelf of tijdens onderhoudswerkzaamheden kunnen vos emitteren.

2. Bronnen en activiteiten

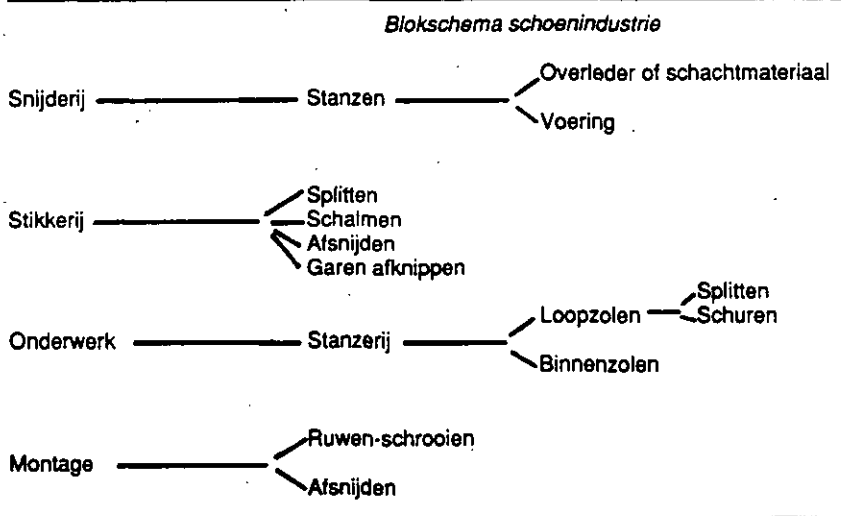
De bronnen van vos uit schoenen zijn onder te verdelen in drie categorieën:
a. nieuwe schoenen
b. reparatie schoenen
c. schoenonderhoudsmiddelen

Bij het onderhoud van de schoenen heeft men met name te maken met de laatste categorie. In warenhuizen worden echter ook schoereparatiesetjes verkocht, waarmee de consument eenvoudige reparaties zelf kan uitvoeren. Contactlijm maakt onderdeel uit van dergelijke setjes. Voor de milieu-effecten van contactlijm wordt verder verwezen naar het document Lijm.

3. Gebruik van oplosmiddelen

Nieuwe schoenen

figuur 1 Processen schoenindustrie



Bron: [1]

tabel 1 Vos in schoenen

		range	gemiddelde
suede schoenen (n=2)	alifatische koolwaterstoffen	0- 5	(3%)
	gechloreerde koolwaterstoffen (dichloormethaan)	36-54	(45%)
	alcoholen	0-20	(10%)
	acetaten	0- 6	(3%)
	propaan/butaan	23-54	(38%)
witte schoenen (n=6)	aromatische koolwaterstoffen	0- 2	(.3%)
	gechloreerde koolwaterstoffen	0-50	(13%)
	- dichloormethaan	0-26	(4%)
	- 1,1,1-trichlooretheen	0-50	(8%)
	alcoholen	0- 5	(1%)
	ketonen	0- 4	(1%)
	water	0-65	(37%)
	propaan/butaan	0-40	(13%)
lakschoenen (n=4)	alifatische koolwaterstoffen	2-79	(59%)
	gechloreerde koolwaterstoffen (1,1,1-trichloorethaan)	0-58	(14%)
	propaan/butaan	0-40	(10%)

Bron: [3].

figuur 2 Overzicht lijmen van schoenen

montage	- ruwen, schrooien	- schuurstof	
	- lijmen	- lijmen	- polyurethaan, neopreen
afwerking		- oplosmiddelen met lijm	- aromatische koolwater- stoffen, toluen, aceton
		- pigment- en verfresten	
		- oplosmiddelen met verf	- diversen, toluen, aceton, aromatische koolwaterstoffen
		- verpakkingen met restanten lijm, verf en oplosmiddelen	- diversen

Bron: [1].

Bij de montage worden bij het lijmen en het afwerken vos gebruikt [1]:

Veelal gaat het om lijmen op basis van vos (70-80%) zoals neopreen, polyurethaan en cementlijm. Daarnaast kunnen andere lijmsorten worden toegepast: oplosmiddelvrije smeltlijmen en lijmen op waterbasis [1].

Bij de verdere afwerking worden toluen, aceton en afwerkingsmiddelen met kleurstoffen en oplosmiddelen gebruikt [1].

Reparatie schoenen

Hierbij worden in principe dezelfde stoffen gebruikt als bij de productie van schoenen.

Schoenonderhoudsmiddelen

Onderstaand overzicht geeft van diverse producten het gehalte van vos weer [3]:

tabel 2 Gehalte van vos in schoenonderhoudsmiddelen

		range	gemiddelde
schoensmeer/creme (n=20)	alifatische koolwaterstoffen	8-75	(40%)
	acetaten	0-61	(3%)
schoenspray (n=9)	alifatische koolwaterstoffen	0-20	(4%)
	gechloreerde koolwaterstoffen (1,1,1 trichloorethaan)	0-68	(52%)
	alcoholen	0-19	(3%)
	propaan/butaan	10-44	(29%)
schoenverf (n=6)	aromatische koolwaterstoffen (xyleen)	0-21	(5%)
	alcoholen	0-28	(15%)
	acetaten	0-69	(22%)
	propaan/butaan	0-20	(3%)

Bron: [3].

4. Plaats van vrijkomen

Op de plekken waar de schoenen gedragen, gepoetst en opgeborgen worden.

5. Wijze van vrijkomen

Continu, met pieken vlak na aanschaf, reparatie en onderhoudsbeurt.

6. Concentraties binnen de woning

Het ligt voor de hand dat de consument bij onderhoud aan de schoenen aan hogere concentraties blootstaat dan bij het ontwijken van vos uit nieuw aangeschafte schoenen.

7. Toekomstige ontwikkelingen

In toenemende mate zijn er schoenen verkrijgbaar van kunststoffen. Dit heeft invloed op de gebruikte onderhoudsmiddelen

8. Gebruik in Nederland

Schoenen zijn in elke woning te vinden. In Tabel 3 worden de totale hoeveelheid gebruikte schoenonderhoudsmiddelen geschat met bijbehorende vos-emissie [4].

Tabel 3 Geschat gebruik van enkele onderhoudsmiddelen voor schoenen in 1990 in Nederland met bijbehorende vos-emissie (ton/jaar)

Produkt	gebruik	vos-emissie
schoensmeer (blik)	60	45
schoensmeer (glazen potje)	220	55
schoenconditioner	75	25

9. Diversen

10. Conclusies

Gezien het voorgaande verdienen de volgende produkten vanwege het gehalte aan prioritare stoffen de aandacht:

- schoenspray
- schoenverf

Schoenspray bevat tot 68% 1,1,1 trichloorethaan. Schoenverf bevat tot 21% xyleen. Beide activiteiten kunnen binnenshuis plaatsvinden. Voor de lijmen wordt verwezen naar het betreffende document. Het is moeilijk in te schatten in welke mate suède schoenen, witte schoenen en lakschoenen een belasting leveren voor het binnenmilieu

11. Informatiebronnen

- [1]: Ministerie van VROM: "Informatiebundel leder-, schoen- en andere lederwarenindustrie"; Handhaving Milieuwetten, nr. 27; Den Haag, 1988.
- [2]: Ried, M: "Chemie im Kleiderschrank"; Rowohlt; Hamburg 1988.
- [3]: Schriftelijke informatie van het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum te Bilthoven.
- [4] VOC-Newsletter, August 1992.

**1.
Inleiding**

Volgens de Nederlandse Warenwet moet speelgoed "zodanig zijn geconstrueerd, dat het bij redelijkerwijs te verwachten gebruik ervan voor de gezondheid niet schadelijk kan zijn" [1]. De Warenwet geeft vervolgens een aantal regels met betrekking tot de concentratie waarin bepaalde stoffen, waaronder vluchtige organische stoffen, al dan niet in speelgoed voor mogen komen.

Prioritaire stoffen komen in speelgoed niet of incidenteel voor. Volgens het Speelgoedbesluit van de Warenwet worden dergelijke stoffen niet altijd uitgesloten, maar aan maxima gebonden (bijvoorbeeld benzeen, toluen en xyleen). Een aantal verbindingen worden met name genoemd en uitgesloten, zoals alifatische en aromatische verbindingen met een nitrogroep, gehalogeneerde alifatische en aromatische verbindingen [1]. Voor speelgoed van kunststoffen en rubber gelden dezelfde eisen zoals die voor verpakkingen en gebruiksvoorwerpen in de Warenwet zijn vastgelegd.

De warenwet schrijft verder nog voor dat speelgoed, voorzover dit niet uit kunststof en/of rubber bestaat, per dm² oppervlak geen aantoonbare hoeveelheden formaldehyde mag afgeven" [1].

De Keuringsdienst van Waren in Den Haag houdt toezicht op de naleving van het speelgoedbesluit van de warenwet.

**2.
Bronnen en activiteiten**

De belangrijkste materialen, die als speelgoed in de handel zijn of bij het vervaardigen van speelgoed worden gebruikt, zijn [4]:

- kunststoffen
- hout
- metalen
- papier en karton
- stof en leer
- gummi
- porselein en keramiek
- verf en lak

De materialen die ten aanzien van emissies van vluchtige organische stoffen een wezenlijke rol kunnen spelen zijn kunststoffen, hout, papier en karton (voorzover bedrukt) en verf en lak.

Kunststoffen

Het vrijkomen van vluchtige organische stoffen uit kunststoffen kan worden veroorzaakt door de aan de polymeren toegevoegde weekmakers en brandvertragers. Aan eventueel vrijkomende monomeren wordt hier geen aandacht besteed.

Weekmakers worden toegevoegd om de buigzaamheid, zachtheid en verwerkbaarheid van de anders te brosse kunststoffen te vergroten. In circa 85% van alle PVC-producten worden weekmakers toegepast. Het gaat daarbij voornamelijk (ongeveer 90%) om ftalaatesters, zoals DOP en DBP [7]. De weekmakers hebben de neiging te blijven vervluchtigen uit de kunststofproducten.

Brandvertragers dienen er voor de producten hittebestendiger en minder brandbaar te maken. De belangrijkste soorten zijn organische broomverbindingen, organische chloorverbindingen en anorganische verbindingen. Bij verhitting en verbranding van kunststoffen kunnen de brandvertragers worden omgezet in dioxinen en furanen [1]. Bij verhitting kunnen organische chloor- en broomverbindingen vrijkomen. Dit kan zich bijvoorbeeld voordoen bij kinderstrijkijzers of transformatoren.

Hout

Houten speelgoed of houten onderdelen hiervan kunnen behandeld zijn met middelen die vluchtige organische stoffen bevatten: verf, lak, verduurzamingsmiddelen. Daarnaast kan houten speelgoed van spaanplaat vervaardigd zijn, waaruit formaldehyde kan ontsnappen. De problemen met betrekking tot verven, lakken en spaanplaat komen in andere documenten aan de orde. Houtverduurzamingsmiddelen mogen, volgens het speelgoedbesluit uit de Warenwet, in speelgoed dat bedoeld is voor gebruik binnenshuis niet voorkomen.

Papier en karton

Indien bedrukt kunnen kartonnen verpakkingen een bron zijn van vluchtige organische stoffen.

3. Gebruik vos

Enkele speelgoedsoorten die vluchtige organische stoffen (kunnen) bevatten zullen hier worden beschreven. Naar vluchtige organische stoffen in speelgoed is geen systematisch onderzoek gedaan. De gegevens onder dit punt zijn gebaseerd op het gebruikte materiaal en op incidenten die zich met bepaalde producten hebben voorgedaan. Speelgoedartikelen die hier niet verder worden beschreven, omdat ze in een ander document aan de orde komen, zijn viltstiften (zie document Kantoorbenodigdheden), kinderkleding (zie document Kleding), verven (zie document Verven en lakken) en kinderlijmen (zie document Lijmen).

Kunststof speelgoed

Qua materiaalgebruik kan worden geconcludeerd dat met name speelgoed van zachte kunststoffen vluchtige organische stoffen kunnen emitteren. Dit geldt bijvoorbeeld voor bijtringen, plastic ballen, badboekjes en ballonpasta [4]. In deze

eerste twee producten werden in Duitsland (in 1988) grote hoeveelheden weekmakers (32% DOP) aangetroffen. Ook badboekjes bestaan vaak uit PVC, met grote hoeveelheden weekmakers. Bovendien kan bij het bedrukken van dergelijke boekjes verf gebruikt zijn met vos als bijvoorbeeld 1,2-dichloorbenzeen, cyclohexanon, xyleen. In ballonpasta, een kleverige pasta waarvan ballonnen geblazen kunnen worden, zijn ook vos, o.a. aceton (16,15%) en ethanol (9,56%) en weekmakers aanwezig [3]. In een in Nederland aangetroffen partij werd 80 ppm benzeen gemeten [2].

Gezelschapsspelen

Veel spelletjes (met name gezelschapsspelen) worden in kleurige kartonnen dozen aangeboden en bestaan zelf ook voor een groot deel uit bedrukt karton (speelbord, speelkaarten). Ter bescherming wordt de doos tegenwoordig vaak voorzien van een plastic folie. Hierdoor kunnen eventuele vluchtige organische stoffen minder goed ontsnappen totdat het folie wordt verwijderd.

Spuitbussen

Hoewel het speelgoed besluit van de Warenwet het gebruik van spuitbussen voor kinderspeelgoed verbiedt, worden dergelijke producten toch af en toe aangetroffen. Enige jaren geleden werden bijvoorbeeld serpentine-spuitbussen verkocht, die grote hoeveelheden dichloormethaan bevatten. De op dit moment in de handel zijnde serpentine-spuitbussen bevatten de genoemde stof niet meer [2].

Giethars

Gietharsen zijn kunststoffen die glashard worden. Er zijn twee soorten te onderscheiden: granulaat (waar bij behandeling in de oven mogelijk styreen vrijkomt) en vloeibaar (bestaande uit alkydharsen in styreen) [4]. Het polystyreen granulaat kan 2000 ppm styreen bevatten [2]. In een in Duitsland aangetroffen giethars-set, werd tevens 1,1,1 trichlooretheen, als reinigingsmiddel, aangetroffen [3].

Boetseerklei

Deze stof kan vos, weekmakers en conserveringsmiddelen bevatten. Uit tests bleek dat niet-hardende boetseerklei in ieder geval geen ftalaat-weekmakers bevatten. In enkele hardende soorten werden deze weekmakers echter wel aangetroffen. Indien een oven wordt gebruikt om de klei te harden, kunnen benzeen en toluen vrijkomen [4].

Scheikundedozen

In de warenwet is duidelijk omschreven welke stoffen niet in scheikundedozen voor mogen komen (artikel 16, Speelgoedbesluit) [1]. De prioritare stoffen zijn verboden. Voor 1,1,1 trichlooretheen wordt echter een uitzondering gemaakt.

Formaldehyde

Formaldehyde komt in meerdere producten in lage concentraties voor. Deze stof wordt als conserveringsmiddel gebruikt in bijvoorbeeld vingerverf (wateroplosbaar), viltstiften (op waterbasis) en mogelijk in boetseerlei, inkt enz. Bovendien kan formaldehyde vrijkomen uit speelgoed dat van spaanplaat is vervaardigd.

Zogenaamde metablokjes bevatten in hoge concentratie *polyformaldehydeverbindingen*. Deze blokjes worden gebruikt als brandstof voor kinderfornuizen.

4. Plaats van vrijkomen

De in speelgoed aanwezige vluchtige organische stoffen zullen vrijkomen in ruimten waar met het speelgoed wordt omgegaan en waar speelgoed ligt opgeborgen. Dit zal veelal de woonkamer of de kinder(slaap)kamer zijn.

5. Wijze van vrijkomen

Van enkele producten heeft de emissie een min of meer continue verloop, bijvoorbeeld kunststoffen en bedrukte kartonnen verpakkingen. Voor de meeste hier genoemde producten zal de emissie voornamelijk tijdens gebruik plaatsvinden.

6. Concentraties binnen de woning

De bijdrage van kinderspeelgoed aan de concentratie vluchtige organische stoffen binnen de woning is relatief klein, met mogelijk pieken bij gebruik van bepaalde soorten speelgoed (lijm, giethars, boetseerlei enz.).

Wanneer speelgoed dat continu vluchtige organische stoffen emitteert in een afgesloten kast wordt opgeborgen, kunnen de vluchtige organische stoffen zich plaatselijk ophopen tot hogere concentraties.

7. Toekomstige ontwikkelingen

In Europees verband is wetgeving in de maak met betrekking tot materialen die in speelgoed gebruikt mogen worden en stoffen die hierin mogen voorkomen. Een onderwerp wat hierbij nader geregeld zal worden zijn de vluchtige organische stoffen.

8. Gebruik in Nederland

De omzet in de speelgoedhandel bedroeg 445 miljoen gulden (1987) [8]. Er zijn geen gegevens gevonden over verkoopaantallen van speelgoed met prioritaire stoffen.

Veel speelgoed wordt niet dagelijks gebruikt, maar in een wekelijkse of maandelijks frequentie. Bovendien kan het gebruik van speelgoed éénmalig zijn (bijv. ballonpasta).

Uiteraard zal kinderspeelgoed voornamelijk te vinden zijn in woningen waar kinderen wonen. In Nederland zijn ruim 2,5 miljoen gezinnen (éénoudergezinnen en echtparen) met 1 of meer kinderen [8]. Een aantal producten die onder speelgoed vallen worden ook of voornamelijk door volwassenen gebruikt. Hierbij

valt bijvoorbeeld te denken aan giethars, gezelschapsspelen en hardende boetseerlei.

9. Diversen

10. Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat speelgoed een niet te verwaarlozen bron vormt van vluchtige organische stoffen in het binnenmilieu. Zelfs prioritare stoffen worden door de Warenwet in speelgoed toegestaan, zij het in kleine hoeveelheden. In de nieuwe EEG-wetgeving op dit gebied worden de teugels met betrekking tot vos echter strakker aangehaald.

De volgende speelgoedartikelen zijn in het kader van deze studie van belang (emitteren prioritare stoffen):

- giethars-sets
- ballonpasta
- scheikundedozen

Bij deze opsomming moet worden bedacht dat een aantal andere producten die als speelgoed worden verkocht en emissies van vos veroorzaken in andere documenten zijn opgenomen (viltstiften en lijmen). 1,1,1 Trichlooretheen is niet verboden in scheikundedozen.

Afgezien van incidentele uitschieters zijn de concentraties van de prioritare vluchtige organische stoffen in speelgoed laag.

11. Informatiebronnen

- [1]: Bleys, H.T.M.: "Warenwetgeving"; Nederlandse Staatswetten; Tjeenk-Willink; Zwolle, 1989.
- [2]: Mondelinge mededeling Dhr. Nuyt, Keuringsdienst van Waren, Den Haag.
- [3]: Friege, H. et al.: "Chemie im Kinderzimmer"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1987.
- [4]: Elkington, J. et al.: "Umweltfreundlich einkaufen; von Shampoo bis Champagne"; Knauer; München, 1990.
- [5]: Öko-Institut Freiburg: "Chemie im Haushalt"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1987.
- [6]: Rijkskeuringsdienst van Waren: "Jaarverslag 1980 - Specialisatie speelgoed"; Haarlem, 1981.
- [7]: Brandsma, M.-J. et al.: "Kunststofafval op de ontwerptafel"; Studierapport UBM nr. 1990/1; IVAM/UvA, Amsterdam 1990.
- [8]: CBS: "Statistisch Zakboek 1990"; SDU; Den Haag, 1990.

Document verfproducten en houtverduurzamingsmiddelen

1. Inleiding

Termen als (olie)verf, lak en beits worden vaak door elkaar gebruikt. Daarom worden ze in dit document gedefinieerd, zodat duidelijk is wat bedoeld wordt. Verf is een verzamelnaam voor alle (dik)vloeibare materialen die in één of meer lagen op een ondergrond worden gebracht ter bescherming en/of verfraaiing. Van oorsprong was beits een verf zonder bindmiddel, maar tegenwoordig noemt men een dekkende verf met een laag bindmiddelgehalte ook een beits. Een lak is een dikvloeibare, filmvormende oplossing van natuur- of kunsthars in een vluchtig oplosmiddel. Latexverf en watergedragen acrylaatverf zijn voorbeelden van lakken waarbij het bindmiddel niet is opgelost, maar fijn verdeeld is (gedispergeerd) in water. Zowel lak als beits kunnen tegenwoordig kleurmiddelen bevatten. Het verschil tussen beits en lak is hedentendage vrijwel geheel terug te voeren op het feit dat beits makkelijker is aan te brengen.

Lakken en beitsen zijn verfproducten, evenals grondverven, plamuren, verdunningen, voegkitten en afbijtmiddelen. Het is de bedoeling dat deze verfproducten niet in de ondergrond trekken waarop zij zijn aangebracht, maar hun (beschermende, afbijtende enz.) werk aan de oppervlakte doen. Houtverduurzamingsmiddelen zijn geen verfproduct; dergelijke middelen worden volledig opgenomen door het hout, triplex en dergelijke, waarop zij zijn aangebracht. Ze hebben alleen een beschermende functie.

Verven is een van de belangrijkste doe-het-zelf activiteiten: volgens schattingen [8] nemen jaarlijks drie miljoen mensen in hun vrije tijd de kwast ter hand. Men kan hierbij denken aan het verven van muren, plafonds en houtwerk, maar ook aan het lakken van parket of het coaten van een vochtige keider. In de doe-het-zelfsector gaat het in hoofdzaak om latexdispersieverf en alkydharsverf [8]. Vermoedelijk wordt door doe-het-zelvers juist met name binnenshuis geschilderd en wordt het moeilijker buitenwerk overgelaten aan professionele schildersbedrijven.

Sinds geruime tijd staat het soms zeer hoge organisch oplosmiddelengehalte in verven in de belangstelling. Met name bij mensen die beroepsmatig veel in contact komen met verf zijn diverse gezondheidsproblemen geconstateerd die te maken hebben met vos. Deze wetenschap heeft tot gevolg gehad dat verven met een relatief laag oplosmiddelengehalte, high solids (20-30%), en met name de waterverdunbare verven (0-15% vos) op de markt zijn gebracht.

Evenals bij andere produktgroepen geldt ook voor verf dat steeds meer soorten verf en ook steeds meer apparaten om verf te verwijderen of aan te brengen op de doe-het-zelfmarkt verkrijgbaar zijn. Door onoordeelkundig gebruik of door een slechte bescherming kan een doe-het-zelver blootstaan aan grotere risico's dan een professionele schilder.

Het gebruik van verf voor artistieke doeleinden (schilderijen, zeefdrukken e.d.) komt in dit document niet aan de orde.

Het gebruik van houtverduurzamingsmiddelen buiten de woning is hier buiten beschouwing gelaten. Houtverduurzaming is voor het meeste binnenwerk officieel verboden [1]. Wel toegelaten zijn sommige middelen om bijvoorbeeld de vloerbalken van de begane grond te verduurzamen; het is onwaarschijnlijk dat dit veel gedaan wordt in de doe-het-zelfsector. Voor de mogelijke effecten van houtverduurzamingsmiddelen in bouwprodukten, wordt verwezen naar het document "bouwmaterialen". Voor wat betreft de zgn. curatieve middelen, d.w.z. middelen die verdere aantasting van hout tegengaan, zou aandacht verdienen, ware het niet dat deze stof sinds 1989 voor houtverduurzamingsdoeleinden is verboden (zie document "bestrijdingsmiddelen"). Een rapport van de Rijkskeuringsdienst van Waren over de periode 1981-1987 [13] meldt dat in deze periode slechts enkele klachten zijn binnengekomen na gebruik van houtconserveringsmiddelen; in vrijwel alle gevallen ging het om toepassingen die in strijd zijn met de Nederlandse wetgeving.

Naast vos bevatten verven nog andere stoffen die gevolgen voor de gezondheid van de bewoner/doe-het-zelf kunnen hebben, zoals weekmakers en zware metalen. Waterverdunbare verf bevat biociden. In dit rapport wordt daar verder niet op ingegaan.

2. Overzicht bronnen en activiteiten

Voor wat betreft de bronnen, volgt hieronder een globaal overzicht van de belangrijkste verfsoorten die in de DHZ-sector worden gebruikt. De soorten zijn gerangschikt naar bindmiddel. De lijmverven en silikaatverven bevatten geen vos. Lijmverven zijn verdrongen door de dispersieverven en de silikaatverven worden met name toegepast in het professionele buitenwerk, op steenachtige materialen. Naast de in de tabel genoemde soorten verf zijn er ook nog vele verven met andere bindmiddelen, zoals nitrocelluloselakken en chloorrubberverven (deze twee verfsoorten hebben overigens zeer hoge gehalten aan oplosmiddel; de laatste categorie kan als verontreiniging tetrachloorkoolwaterstof bevatten [3]).

Parket werd vroeger enkele keren per jaar behandeld met boenwas, maar tegenwoordig kiest de consument in de meeste gevallen een slijtvaste parketlak, welke minder onderhoud behoeft. Naast de twee belangrijkste in de tabel genoemde lakken zijn er nog zgn. "SH-(zuurhoudende)lakken" op de markt. Bij verwerking van deze lakken komen aanzienlijke hoeveelheden formaldehyde en vos vrij [3]. De vochtwerende coatings zijn een duidelijk voorbeeld van verfsoorten die aanvankelijk alleen in professionele kringen werden gebruikt, maar nu ook voor de doe-het-zelf beschikbaar zijn.

tabel 1 Verftypen en toepassing

verftype	bindmiddel	o.a. bedoeld voor:
parketlak	alkydhars polyurethaan (PUR/DD) polyurethaanacrylaatdispersie	houten vloer
lak/beits	acrylaatdispersie natuurharsdispersie alkydhars	houtwerk binnen
muurverf	caseïne (lijmverf) waterglas (silikaatverf) acrylaatdispersie latexdispersie alkydhars	muren, plafonds
coating	siliconen epoxyhars	vochtwering in bv. kelders

Naast deze mogelijke bronnen van vos uit verf in het binnenmilieu, kan een bewoner/doe-het-zelver (extra) worden blootgesteld aan vos die vrijkomen bij bepaalde aan het schilderen gerelateerde activiteiten. Deze activiteiten worden hieronder kort besproken.

Oude verflaag verwijderen

Soms is het nodig een oude verflaag te verwijderen alvorens men verf aanbrengt. Dit kan globaal op vier manieren: schuren (en afkrabben), afbranden, föhnen of afbijten. Bij het schuren en afkrabben komen geen oplosmiddelen vrij. Het afbranden van verf wordt waarschijnlijk vooral in het professionele circuit toegepast. Voor doe-het-zelvers zijn er sinds een tiental jaren wel elektrische föhns op de markt. Bij het föhnen wordt een verflaag verhit en is dan eenvoudig af te krabben. Bij het föhnen van een alkydharslak zijn duidelijk verhoogde concentraties benzeen en toluen gemeten en daarnaast sporen van p-xyleen, styreen, fenol en methanol [2]. Vroeger (en ook nu nog) werd natronloog als afbijtmiddel gebruikt. Met name voor het verwijderen van nitrocelluloselak, alkydhars- en (latex)dispersielakken worden afbijtmiddelen op basis van vos gebruikt. Sinds kort zijn er ook afbijtstrips/peel-away-strips op de markt. Deze afbijtstrips werken op dezelfde manier als het eerder genoemde loog; er komen geen vos bij vrij.

Ondergrond voorbereiden

Een nieuwe ondergrond moet soms eerst worden behandeld met een laag grondverf. Een grondverf of primer heeft in vergelijking met een lak een hoger vosgehalte [1]. Ontvettingsmiddelen worden gebruikt om een ondergrond vetvrij te maken zodat de verflaag goed hecht. Naast bijvoorbeeld ammonia kan voor dit doel ook ontvettingsmiddel op basis van organisch oplosmiddel worden gebruikt. Trichlooretheen is een bekend ontvettingsmiddel. Het gehalte aan organisch oplosmiddel in dergelijke middelen ligt zeer hoog.

Applicatiemethode

De bovengenoemde verven kunnen alle worden aangebracht met een kwast en vaak ook met een roller. Soms moet verf voor gebruik verdund worden. Waar het gaat om verf met vos, is verfverdunner nodig, bijvoorbeeld terpentine of kookpuntbenzine. Daarnaast is het voor een aantal verven (bv. lakken en muurverven) mogelijk ze met een verfspuit aan te brengen. Verfspuiten worden veelal in het professionele circuit gebruikt. De verf moet in vergelijking met kwasten voor het spuiten meer verdund worden met een organisch oplosmiddel. De schilder staat hierdoor aan hogere doses vos bloot. Ook zijn de ver verliezen bij spuiten groter dan bij kwasten of rollen. Voor de doe-het-zelf-markt wordt verf in spuitbussen verkocht. Deze spuitbussen kunnen CFK's bevatten. Voor zover het gaat om in Nederland geproduceerde spuitbusverven, zouden deze spuitbussen geen CFK's meer bevatten [15].

Kwasten reinigen

Na het schilderen worden de kwasten gereinigd. Dit levert geen gevaren voor de gezondheid op wanneer het gaat om het reinigen van kwasten die gebruikt zijn voor waterafdundbare verf. Echter wanneer met verf op oplosmiddelen basis is gewerkt, is ook organisch oplosmiddel nodig om te reinigen. In de regel wordt voor het reinigen van kwasten hetzelfde middel gebruikt als voor de verdunding van de verf. In de meeste gevallen zal het gaan om een terpentine. Kwastreinigers bestaan voor een zeer hoog percentage uit vluchtig organisch oplosmiddel. Naast deze speciale kwastreinigers bestaan er ook nog kwastontharders, die ook voor bijna 100% uit vluchtige organische stoffen bestaan.

3. Gebruikte oplosmiddelen

Parketlakken bevatten tot meer dan 50% vos. In een test van de Consumentenbond werd in de onderzochte parketlakken geen benzeen aangetroffen, echter wel andere aromaten, zoals toluen en xyleen [4]. Er zijn zowel één- als tweekomponentlakken. Eénkomponentlak hardt uit door te reageren met vocht uit de lucht. Bij de laatste soort lak wordt de harder apart bij de lak geleverd. Voor gebruik moeten de twee componenten goed worden gemengd. Bij het verwerken van poly-urethaanlakken kunnen schadelijke isocyanaten ontwijken [3].

Er zijn ook waterverdunbare parketlakken op de markt. Deze lakken bevatten aanzienlijk minder vos (enkele procenten) en zijn op basis van poly-urethaanacrylaten [4].

In 9 beitssoorten werd tot 51% alifatische koolwaterstoffen aangetroffen (gemiddeld 32%) en maximaal 7% aromaten gevonden [7].

Lakken kunnen de volgende oplosmiddelen bevatten: terpentine, methylisobutylketon, butylacetaat, butanol, toluen, xyleen (en als verontreiniging benzeen), terpentijn en propyleenglykol [3].

Het Centrum voor Onderzoek en Technisch Advies (COT) te Haarlem heeft voor Konsumentencontact een aantal in de DHZ-sektor veel gebruikte lakken getest op het oplosmiddelengehalte. In de alkydharsverven werd tussen de 37 en 46% vos (terpentine) gevonden [5]. In natuurverven werd 32-37% organisch oplosmiddel aangetroffen (terpentijn) en in waterverdunbare acrylaatdispersieverf 5-13% (terpentine) [5].

In totaal werden door het NVIC 22 lakken onderzocht (een deel speciaal geschikt voor metaal), waarbij tussen de 0 en 52% xyleen werd gevonden en tussen de 0 en 29% toluen. Het gemiddelde aromatengehalte voor hoogglans, zijdeglans en matte lak bedroeg 18 respectievelijk 10 en 20%. Het gehalte aromaten in metaalverf lag gemiddeld op 27% [7].

In door het NVIC onderzochte monsters [7] werd in acrylaatdispersieverf (muurverf) en in latexdispersieverf (muurverf) in zeer geringe hoeveelheden alifatische koolwaterstoffen aangetroffen en daarnaast een klein percentage alcoholen. In de overige muurverven (en we kunnen er hier vanuit gaan dat het muurverf op basis van vos betreft) werd tussen de 26 en 28% alifatische koolwaterstoffen aangetroffen (vnl. white spirit) en daarnaast ongeveer een 0,5% xyleen [7]. Vochtwerende coatings op epoxybasis bevatten in de regel geen of slechts een geringe hoeveelheid vos. Op siliconen gebaseerde coatings kunnen zowel op waterbasis als op basis van vos zijn [1]. Over hoeveelheden is niets bekend. In 2 werden een aantal activiteiten genoemd die met het schilderen te maken hebben, waarbij de bewoner/doe-het-zelver (extra) kan worden blootgesteld aan vos. Hieronder worden de produkten behandeld die bij deze activiteiten gebruikt worden.

Afbijtmiddelen bestaan voor het grootste deel uit vos: tot 80% dichloormethaan, 10-15% methanol en naast wat verdikkingsmiddelen vaak nog wat andere vos [2]. Afbijtmiddelen bevatten de volgende vos [3]: dichloormethaan, 1,1,2-trichloorethyleen, esters, ketonen (aceton), methanol, toluen en tetraline. In 8 monsters werd naast alcoholen en alifatische koolwaterstoffen 0-10% aromaten aangetroffen en 70-86% methyleenchloride [7].

In grondverf werd naast alifatische koolwaterstoffen, alcoholen en esters, tussen de 0 en 39% xyleen en tussen de 0 en 31% toluen gevonden. Het gemiddelde aandeel bedroeg respectievelijk 10 en 3% (15 monsters) [7].

In verdunningsmiddelen kunnen de volgende vos worden toegepast [3]: terpentine, methanol, ethanol, citrusolie (limoneen) en terpentijn. Het meest populaire verdunningsmiddel, terpentine, bestaat uit een veelheid van vluchtige stoffen, met een uiteenlopend gehalte aan aromaten. Door de Nederlandse verfindustrie wordt blijkens een onderzoek uit 1984 [9] in de regel een terpentine gebruikt met een aromatengehalte van tussen de 15 en 20%. Terpentine bevat o.a. toluen, xyleen en diverse andere benzeenderivaten [9]. Uit een Westduitse consumententest van verdunningsmiddelen voor verf bleek [2] dat het aromatengehalte in conventionele terpentineverdunders tussen de 0,8 en 5% bedroeg. Een aantal zogenaamde "nitro-verdunningen" en enkele universeel verdunningen bevatten zelfs tussen de 9 en 80% aromaten. Het ging hierbij om xyleen, toluen en ethylbenzeen. In de helft van de geteste verdunders werden gechloreerde koolwaterstoffen aangetroffen. In twee monsters ging het om extreem hoge gehalten: 22% en 90% [2].

In vijf monsters van kwastontharders werd naast alcoholen, ketonen en alifatische koolwaterstoffen gemiddeld 12% aromaten en 18% dichloormethaan aangetroffen. De hoeveelheid aromaten varieerde van 0-50% en de het aandeel van methyleenchloride van 11-29% [7]. In kwastreinigers (o.a. terpentine) werd naast 0-98% alifaten en 0-15% dichloormethaan 0-75% aromaten gevonden [7].

In onderstaande tabel worden de gegevens nog een keer samengevat. Het gemiddelde vos-gehalte is globaal bepaald.

Tabel 2

Het gehalte van vos (In %) in diverse soorten verf en verfbenodigdheden

	vos gem. 1)	alifaten	dichl. methaan	aromaten			alcohol	ketonen	esters	acetaten
				totaal	tolueen	xyleen				
PARKETLAK (o) PARKETLAK (h)	60 10			+	+					
BEITS (o) BEITS (h)	36 3	17-51		0-7			3			
LAK (o) LAK (h)	41 9	0-50		0-41	0-26	0-40	0-27	0-05	0-41	
MUURVERF (acr) MUURVERF (lat) MUURVERF (org)	2 2 29	0-1 0-1 26-28		- - 0-1	- - -	- - 0-1	0-7 0-7			
AFBIJT	99	0-18	70-86	0-10			0-20			
GRONDVERF	36	0-36		0-39	0-31	0-39	0-29		0-29	
TERPENTINE	100		+	15-20	+	+				
KWASTREINIGER	100	0-98	0-15	0-75			0-5	0-35		0-50
KWASTONTHARDER	90	0-78	11-29	0-50			0-23	0-35		

bron: [3], [4], [7], [9].

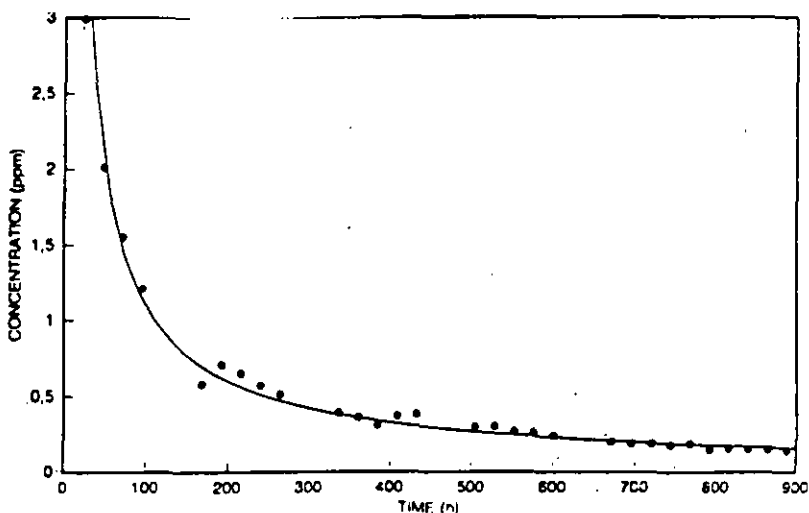
4. Plaats van vrijkomen

Het verven kan op allerlei plaatsen in en om het huis plaatsvinden. Bij kleine ruimten met weinig ventilatie (zoals bijvoorbeeld in een kelder) zal de belasting door vos relatief groter zijn.

5. Wijze van vrijkomen

De meeste vos zullen tijdens het verven of kort daarna vrijkomen. Ventilatie tijdens het werk en de eerste dagen na het werk is dan ook belangrijk. Tijdens het schilderen of andere activiteiten die met schilderen samenhangen, zal sprake zijn van een piekbelasting. Uit onderzoek [11] bleek dat het bij een temperatuur van 23°C een half uur duurde voordat de helft van het oplosmiddel (terpentine) uit een drogende laag alkydharsverf was verdampt. Na 8 uur was vrijwel 100% van het oplosmiddel verdampt. In onderstaande figuur is het verloop van de emissie van formaldehyde te zien, nadat een zuurhardende coating op parket is aangebracht.

figuur 1 Formaldehyde-emissie uit een parketvloer, behandeld met een zuurhardende coating



Bron: [16].

6. Concentratie binnen de woning

In tabel 3 zijn de concentraties weergegeven van diverse oplosmiddelen in het theoretische geval dat men met een kwast schildert in een ruimte van 150 m³ zonder ventilatie [11]:

tabel 3 Berekend gemiddelde oplosmiddelendampgehalte van de lucht in de werkruimte (ruimte van 150 m³, geen ventilatie, applicatie met de kwast, aangebracht wordt 0,5 liter van het verfprodukt)

type verfprodukt	oplosmiddel	volumepercentage opl. middel	dichtheid opl. middel	hoeveelheid opl. middel	berekende middel-dampconcentratie	MAC-waarde**
			kg/l	g	mg/m ³	mg/m ³
acrylaatbeits	butyldiglycol	7	0,95	33	220	***
acrylaatdispensieverf	propyleenglycol	4	1,05	21	140	***
afbijtmiddel	methyleenchloride	90	1,32	594	3906	350
alkydharsverf	terpentine	50	0,78	195	1300	575
chloorrubberverf	xyleen	60	0,86	258	1720	435
epoxyverf	methylisobutylketon	50	0,80	200	1333	205
muurverf op latexbasis	terpentine	2	0,78	8	53	575
polyurethaanlak	n-butylacetaat	60	0,88	264	1760	710

* Voor de eenvoud is er in de berekeningen van uitgegaan dat elk der verfprodukten slechts één oplosmiddel bevat.

** Nationale MAC-lijst 1986: definitieve waarde dan wel voorgenomen (verlaagde) waarde.

*** Niet opgenomen in de nationale MAC-lijst 1986.

Bron: [11].

In deze tabel zijn de belangrijkste oplosmiddelenhoudende stoffen genoemd die de professionele schilder gebruikt. Uit de tabel blijkt dat naast de chloorrubberverve en epoxyverven die hier niet aan de orde komen, afbijtmiddel en alkydharsverf de MAC-waarde sterk kunnen overschrijden. Door ventilatie zal de overschrijding in ernst afnemen. Anderzijds moet men hierbij bedenken dat de ruimten waar de doe-het-zelver normaal schildert veel kleiner zal zijn. Een kamer met een oppervlak van vier bij vijf en 2.20 hoog, heeft een inhoud van 44 m³.

In Duitsland zijn concentraties vos gemeten nadat op een oude parketvloer een tweecomponenten PUR-lak was aangebracht in twee lagen (dit is de meest gebruikte parketlak in Duitsland). Ethyl- en butylacetaten werden direkt na het opbrengen in zeer grote concentraties gemeten (tot 2040 mg/m³ lucht). Ook werd op dat moment toluen (28 mg/m³) en xyleen (140 mg/m³) gemeten. Vijf dagen na het lakken waren de concentraties in de ruimte van toluen en xyleen gedaald tot 0,93 mg/m³ respectievelijk 4,8 mg/m³ [16].

7. Toekomstige ontwikkelingen

In de inleiding werd al even aangestipt dat er een voortdurende trend is dat aanvankelijk professioneel gebruikte verfsorten en -benodigdheden (waaronder produkten die sterk verhoogde gezondheidsrisico's met zich meebrengen) ook voor de doe-het-zelver beschikbaar komen. Voorbeelden zijn speciale coatings of verfföhns. Het is waarschijnlijk dat deze ontwikkeling doorzet. Dit kan tot gevolg hebben dat doe-het-zelvers zonder goede instructies of bescherming blootstaan aan tal van schadelijke stoffen.

De laatste jaren zijn op grote schaal waterverdunbare verven met een laag organisch oplosmiddelengehalte op de markt geïntroduceerd. Gebruik van deze verven leidt in vergelijking met bijvoorbeeld een traditionele alkydharsverf tot een lagere blootstelling aan vos. Hierbij moet wel aangetekend worden dat in

waterverdunbare verven biociden zijn verwerkt, waarvan de schadelijke effecten bij verwerking van de verf nog niet goed bekend zijn.

Dit jaar (1990) is een convenant gesloten tussen werkgevers en werknemers inzake het tegengaan van het gebruik van "onveilige en ongezonde" verfproducten voor professionele toepassing in de bouw in de bouw. Dit convenant houdt o.a. in dat de volgende oplosmiddelen niet meer in verf zullen worden toegepast:

- benzeen, n-hexaan, methyl n-butylketon, methylisobutylketon, ethyleenglycol ethers en -esters en etheresters, isoforon, vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen en toluen.

Toluene en C8-C10-aromaten mogen nog wel tot maximaal 5 gew.% aanwezig zijn. De hoeveelheid formaldehyde die via het toepassen van conserveringsmiddel in verf aanwezig is, mag maximaal 0,5 gew.% bedragen. Fenolen, fenolderivaten en gechloreerde fenolen mogen niet meer als conserveermiddel gebruikt worden [12].

8. Gebruik in Nederland

In 1985 werden naar schatting 17.600 ton muurverf en 23.900 lakken en beitsen door particulieren verwerkt [10]. In de periode maart 1989 tot februari 1990 werd 8.954.000 liter lak verkocht (exclusief muurverf) in ongeveer 4000 vestigingen (doe-het-zelfzaken e.d.) [19]. De totale emissie van vos als gevolg van gebruik door huishoudens van terpentine en afbijtmiddel wordt geschat op respectievelijk 7260 en 1647 ton [20].

Uit een enquête gehouden in 1983 onder 127 huishoudens bleek dat terpentine in 85% van de huishoudens aanwezig was. Verfafbijtmiddel was in 54% van de ondervraagde huishoudens aanwezig [6]. In het DCM-basisdocument wordt het verbruik van dichloormethaan uit afbijtmiddel door particulieren in 1984 geschat op 2000 ton [17]. Uit CBS-gegevens blijkt dat een gemiddeld huishouden in 1986 twee gulden aan afbijtmiddelen besteedde (van de in totaal 324 gulden die aan onderhoud werden besteed)[18]. In de periode maart 1989-februari 1990 werd in ongeveer 4000 vestigingen (doe-het-zelfzaken, bouwmarkten enz.) 298.000 liter afbijtmiddel verkocht [19].

Zoals al in de inleiding werd vermeld zijn er naar schatting drie miljoen mensen zo nu en dan de verfkwas of -roller hanteren. De gemiddelde doe-het-zelver is elk jaar zo'n zes tot tien dagen bezig met ondergrondvoorbehandeling en verfapplicatie. Er wordt dan ongeveer 40 miljoen kilo verf verwerkt en nog eens 8 miljoen kilo verdunning gebruikt, voornamelijk terpentine [8]. Hierbij dient te worden bedacht dat het niet alleen gaat om verftoepassing binnenshuis.

9. Diversen

10.

Conclusies

De volgende producten verdienen gezien het voorafgaande nader onderzoek:

- grondverf
- verfabijt
- terpentine
- parketlak
- alkydharslak
- kwastreiniger en -ontharder

In tabel 2 is te zien dat uitgezonderd de waterverdunbare (parket)lakken en beitsen en acrylaat- en muurverf, alle andere verfproducten in bepaalde hoeveelheden schadelijke prioritare stoffen bevatten. Hoewel in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van waterverdunbare verven, lijkt een nader onderzoek naar alkydharsverf niet overbodig (zie "3"). Afbijtmiddel, terpentine, kwastreiniger en -ontharder bestaan voor bijna 100% uit vos. Muurverven op basis van org. oplosmiddelen, beitsen, grondverf en (parket)lakken bevatten ook nog aanzienlijke hoeveelheden vos.

Naar schatting besteed de gemiddelde doe-het-zelver zes tot tien dagen per jaar aan schilderwerk. Tijdens en de eerste dagen na het schilderwerk kan de belasting door vos hoog oplopen. Het gaat dus voor de "gemiddelde" doe-het-zelver om een relatief hoge belasting gedurende een relatief korte periode per jaar. Bij een kleine groep doe-het-zelvers zal men intensiever in contact komen met vluchtige vos; de gemiddelde doe-het-zelver bestaat immers niet.

11.

Informatiebronnen

- [1]: Stichting Natuur en Milieu: "Verven en lijmen: gevaren voor mens en milieu"; SNM; Utrecht, 1984.
- [2]: Ökotest-magazin: "Ratgeber Heimwerken"; Sonderheft nr.3; Ökotest Verlag GmbH; Frankfurt, 1989.
- [3]: Elkington et.al.: "Umweltfreundlich einkaufen"; Droemersche Verlagsanstalt Th. Knauer Nachf.; München, 1990.
- [4]: Consumentenbond: "Veel parketlakken schadelijk voor gezondheid en milieu"; in: Consumentengids, april 1990; pp.202-205.
- [5]: Konsumentenkontakt: "Verf op waterbasis minder schadelijk"; in: Koopkracht; maart 1990; pp.16-19.
- [6]: IVM-rapport, zie Frits
- [7]: Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum: schriftelijke informatie via dhr. Meulenbelt.
- [8]: Doorgeest, T.: "Verf, arbeidsveiligheid en milieu"; in: Verfkroniek nr.3; maart 1990; pp.105-108.
- [9]: Doorgeest, T. et.al.: "Inventarisatie van gegevens betreffende samenstelling, voorkomen, blootstellingsniveau's en effecten t.b.v. een eventueel onderzoekvoorstel"; Verfinstituut TNO; 1984.

- [10]: Klingenberg, A.: "Alternatieven voor organische-oplosmiddelenhoudende verf en houtverduurzamingsmiddelen"; Stichting Natuur & Milieu; Utrecht, 1986.
- [11]: Knoll, B. et.al.: "Veilig werken met oplosmiddelen door goed te ventileren"; in: "Verfkroniek, jan. 1987; pp.13-20.
- [12]: Anonymus: "Verfovereenkomst"; Samenwerkingsovereenkomst inzake het tegengaan van het gebruik van onveilige en ongezonde verfproducten in de bouw; Amsterdam, 6 juni 1990.
- [13]: Barelds, A.J. en Dolfing, A.: "Overzicht van het binnenhuislucht onderzoek RKvW Drenthe 1981-1987"; rapport.nr. 88.06; Assen, 1988.
- [14]: Min. VROM: KWS 2000.
- [15]: Schriftelijke mededeling dhr. Doorgeest, TNO Delft.
- [16]: Schriever, E. and Marutzky, R.: "VOC-emissions of coated parqueted floors"; Indoor Air 1990, Toronto.
- [17] Slooff, W. en Ros, J.P.M.: "Basisdocument dichloormethaan"; RIVM/VROM; Bilthoven, 1990.
- [18] CBS: "Budgetonderzoek"; Uitreksel behangen en schilderen; CBS Heerlen.
- [19] Gegevens afkomstig van Nielsen Marketing Research; A.C. Nielsen (Nederland) BV.
- [20] VOC Newsletter, August 1992.

1. Inleiding

Naast de meer gebruikelijke reinigingsmiddelen zijn er voor locale, moeilijk te verwijderen vlekken uit textiel speciale vlekkenmiddelen op de markt. Dergelijke producten zijn wijdverbreid te koop in bijvoorbeeld supermarkten, warenhuizen en drogisterijen.

2. Bronnen en activiteiten

Vlekkenverwijderaars dienen vlekken te verwijderen uit textiel, dat wil zeggen kleding, meubels en tapijten. Voor verschillende soorten vlekken zijn specifieke verwijderaars in de handel (zie punt 3).

3. Gebruik van vos

In vlekkenwaters worden de volgende vluchtige organische stoffen aangetroffen [2]:

- a- balsam- en citrusterpenen
- b- ethanol
- c- aceton
- d- tetrahydrofuraan
- e- methylglycolacetaat
- f- isopropylalcohol
- g- butylacetaat
- h- speciaalbenzine (wsch. 'white spirit')
- i- diethyleenglycol
- j- esters (als geurstof of als oplosmiddel voor lakken)
- k- gechloreerde koolwaterstoffen

Deze stoffen komen in de volgende toepassingen voor (de letters verwijzen naar de hiervoor genoemde stoffen, een '-' betekent dat er geen vos in voorkomen) [2]:

tabel 1 Het voorkomen van vos in vlekkenmiddelen

Gordijnzout	-
Vlekkenzout	-
Tapijtovenaer (2 soorten)	-
Vlekkenwater A	a, h
Vlekkenverwijderaars voor:	
- make-up en waterverf	-
- vet en olie	a, b, g
- ballpoint	b, i
- kaarsvet	a, b, h
- roest	-
- viltstift	a, b
- vocht en inkt	-
- sticker en kauwgom	a, b, c, d, e
- fruit en rode wijn	-
- bloed en melk	-
- koffie en thee	-
- lak, teer en verf	a, b, g
Vlekkenstift	-
Tapijtreiniger	f
Tapijt- en bekledingsreiniger	f
Vlekkenwater B	k (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkenspray B	k (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkencapsules	k (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkenpasta	k (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkenspray C	j, k
Vlekkewonder	-
Schoon en Fris	-
Vlekkenstick	-
Vlekkenverwijderaar (rood)	k (1,1,1-trichloorethaan)
dimethylether (drijfgas), hexaan (sporen)	
Vlekkenverwijderaar (groen)	dimethylether

Uit onderzoek aan zes vlekkenverwijderaars voor stickers en kauwgum blijkt [4] dat dit type vlekkenverwijderaar tot 99% aromatische koolwaterstoffen en tot 35% gechlloreerde koolwaterstoffen kan bevatten (in de informatie van konsumentenkontakt wordt geen melding gemaakt van de aanwezigheid van prioritaire stoffen in dit type, zie boven). Vlekkenverwijderaar voor vet en olie bevat tot 70% gechlloreerde koolwaterstoffen [4]. In zes overige vlekkenverwijderaars werd tot 62% gechlloreerde koolwaterstof aangetroffen en tot 5% xyleen [4].

In onderstaande tabel zijn de gevonden gehalten van groepen vos weergegeven [4], waarbij met name de gechlloreerde koolwaterstoffen en de aromaten van belang zijn.

tabel 2 Overzicht van drie categorieën vlekkenverwijderaars met gehalten aan vos

		range	gemiddelde
vlekkenverwijderaars voor:			
stickers en kauwgom (n=6)	alifatische koolwaterstoffen	0-70	(12%)
	aromatische koolwaterstoffen	0-99	(17%)
	gechloreerde koolwaterstoffen	0-35	(14%)
	- dichloormethaan	0-20	(9%)
	- 1,1,1 trichloorethaan	0-15	(5%)
	alcoholen	0-20	(10%)
ketonen	0-36	(14%)	
			()
vlekkenverwijderaars voor:			
vet en olie (n=3)	gechloreerde koolwaterstoffen	0-70	(30%)
	- dichloormethaan	0-20	(7%)
	- trichloorethaan	0-70	(23%)
	alcoholen	0-13	(5%)
	acetaten	0-76	(45%)
vlekkenverwijderaars voor:			
overige vlekken (n=6)	alifatische koolwaterstoffen	0-60	(17%)
	aromatische koolwaterstoffen		
	(xyleen)	0-5	(1%)
	gechloreerde koolwaterstoffen	0-62	(29%)
	- dichloormethaan	0-43	(7%)
	- 1,1,1 trichloorethaan	0-62	(13%)
	- tetrachlooretheen	0-50	(8%)
	alcoholen	0-40	(16%)
	ethers	0-50	(10%)

bron: [4].

4. Plaats van vrijkomen

De plaats van vrijkomen is afhankelijk van het object dat met de vlekkenverwijderaar wordt behandeld.

Het verwijderen van vlekken uit kleding kan in principe overal in de woning plaatsvinden. De keuken en de woonkamer lijken de meest voor de hand liggende plaatsen.

Vlekken uit meubels zullen waarschijnlijk worden verwijderd zonder de meubels naar een andere ruimte te verplaatsen. Dit zal met name de woonkamer gebeuren.

Het verwijderen van vlekken uit tapijten gebeurt op de plek waar het tapijt ligt. Dit kan de gehele woning zijn, met uitzondering van zolder, berging, keuken, badkamer, toilet.

5. Wijze van vrijkomen

De vlekkenverwijderaars zijn in afsluitbare verpakkingen (spuitbussen, sticks enz.) verpakt. De vos komen vrij tijdens en direct na gebruik. Het gebruik is normaal gesproken incidenteel, dus discontinu.

6.
**Concentraties binnen de
woning**

7.
**Toekomstige
ontwikkelingen**

8.
Gebruik in Nederland

Volgens een enquête van de IVHA (1983) [1] is in 30% van de huishoudens vlekkenwater (trichloor) aanwezig. De totale vos-emissie per jaar als gevolg van het gebruik van vlekkenmiddelen in Nederlandse huishoudens wordt geschat op 2048 ton/jaar (2560 ton vlekkenmiddel, 80 ton vos) [5].

9.
Diversen

10.
Conclusies

Vlekkenmiddelen kunnen een substantiële bijdrage leveren aan de vos-concentratie; ze ontlenen hun werking aan vos. In slechts 5 van de 30 vlekkenmiddelen komen prioritair stoffen (1,1,1-trichloorethaan) voor [2]. Vier van de eerdergenoemde 5 middelen zijn echter van een bekend merk (KZR) dat op veel verkooppunten verkrijgbaar is. De volgende producten komen daarom voor nader onderzoek in aanmerking:

Vlekkenwater B (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkenspray B (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkencapsules (1,1,1-trichloorethaan)
Vlekkenspray C (gechloreerde koolwaterstoffen)
Vlekkenverwijderaars (stickers en kauwgom)
Vlekkenverwijderaars (vet en olie)
Overige vlekkenverwijderaars (1,1,1-trichloorethaan)

Alleen van de laatste drie categorieën zijn concentraties bekend.

11.
Informatiebronnen

- [1]: IVM: "Een planmatige benadering van milieugericht consumentengedrag"; Amsterdam, 1989.
- [2]: Konsumentenkontakt, schriftelijke informatie.
- [3]: Anonymus: "Keine Wundermittel gegen Flecken"; Test Teppichreinigungsgeräte und -pulver; in: Haushalt 1/87; pp.75-77.
- [4]: Schriftelijke informatie van het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) te Bilthoven.
- [5]: VOC Newsletter, August 1992.

1. Inleiding

Voor het bedekken van vloeren in woningen zijn verschillende materialen in de handel, zoals steen, hout, textiel, kunststof, linoleum en kurk.

2. Bronnen

Eventuele emissies van vos uit vloerbedekking kunnen voortkomen uit het materiaal van de vloerbedekking zelf, uit het hechtmateriaal, uit gebruikte lakken en uit de onderhoudsmiddelen.

Bij hechtmateriaal gaat het om diverse soorten lijmen voor het bevestigen van de vloerbedekking. Hieraan wordt in het Document Lijmen aandacht besteed. Lakken, voor houten en kurkvloeren, komen in het Document Verven aan de orde.

Onderhouds- en reinigingsmiddelen worden in het Document Reinigingsmiddelen behandeld.

In dit document wordt gekeken naar emissies van vos uit de materialen van de vloerbedekking zelf. In het bijzonder wordt hierbij aandacht besteed aan hout, kurk, tapijt (natuurlijk en synthetisch) en kunststof.

3. Gebruik oplosmiddelen**Hout en vloerbedekking**

De meest gebruikte houten vloerbedekkingen zijn houten planken en parket. Houten vloerplanken kunnen emissies van vos veroorzaken door het gebruik van lak, olie of was ter bescherming en door het materiaal waarvan een eventuele ondervloer van is gemaakt. Voor dit laatste wordt bijvoorbeeld spaanplaat gebruikt.

De emissies van vos uit parketvloeren kunnen om dezelfde twee redenen ontstaan. Daarnaast wordt bij de productie en het leggen van parket lijm gebruikt. Naar schatting 40% van de parketmarkt wordt ingenomen door de zogenaamde prefabsoorten. Deze zijn uit meerdere houtlagen (ook wel spaanplaat) opgebouwd en reeds voorgelakt. Daarnaast zijn er de traditionele parketten, die op een ondervloer (van multiplex of spaanplaat) worden geplakt of gespijkerd.

Bij de productie van gelijmde parketsoorten wordt met name polyvinylacetaat (een dispersielijm, zie Document Lijmen) gebruikt [11]. Volgens een leverancier van parketlijmen [12] worden voor het vastlijmen in de woning voornamelijk lijmen op basis van kunsthars (contactlijm) toegepast. Deze lijmen bevatten vos als aceton, methanol, methylacetaat en ethylacetaat. Dispersielijmen worden in veel mindere mate voor het bevestigen van de parketdelen in de woning gebruikt.

Circa de helft van de traditionele parketsoorten wordt geïmpregneerd met, meestal twee of drie lagen, poly-urethaan.

Zoals al ter sprake kwam, worden voor ondervloeren en bij prefab-parket veelal houtplaten gebruikt. Dit geldt tevens voor ondervloeren voor andere soorten vloerbedekking (tapijt, zeil, linoleum). Naast spaanplaat worden hiervoor hard- en zachtboard toegepast. Met name de hardere plaatsoorten zijn veelal voorzien van kunstharsen, waaruit bijvoorbeeld formaldehyde vrij kan komen.

Kurk

Kurkplaten bestaan in principe uit de bast van kurkeik, die verkleind en vervolgens samengeperst is. De als vloerbedekking bedoelde platen zijn verlijmd met kunsthars of andere lijmen (van gelatine tot latex [10]) en soms van een PVC-laag voorzien.

Tapijt

Kenmerkend voor tapijten zijn de soort bovenlaag en de soort onderlaag.

De bovenlaag kan bestaan uit natuurlijke materialen (zoals wol, katoen, kokos, sisal), uit cellulose-materialen (viscose) en uit synthetische materialen (zoals polyamide, polyacryl, polypropyleen).

Voor de onderlaag van tapijt wordt jute, of ander synthetisch materiaal (bijvoorbeeld polypropyleen) gebruikt.

Tapijten kunnen een bron van vos vormen door verschillende toevoegingen zoals vlamvertragers, weekmakers, anti-bacterie stoffen, anti-statische stoffen, resten van insecticiden, anti-motmiddelen, anti-vlekkenmiddelen enz. [4,6,8]. Daarnaast kunnen vos ontstaan als gevolg van ontledings- en reactieproducten van styreenbutadieenpolymeer (SBR). Dit materiaal wordt gebruikt als onderlaag voor tapijten, maar ook als tussenlaag voor de bevestiging van onder- en bovenlaag van andere materialen [8].

Mogelijke bronnen van formaldehyde-emissies uit tapijten zijn: conserveermiddelen, ontledingsproducten van schuimlaag of tussenlaag waarbij formaldehyde als vulkaniseermiddelen is toegepast, ontledingsproduct van vuilafstotende middelen en omgevingslucht tijdens de productie [8].

Naar vos-emissies uit tapijt zijn diverse onderzoeken gedaan, waarvan enkele resultaten hieronder besproken zullen worden.

In 1988 werd door de Rijkskeuringsdienst van Waren Drenthe een tapijtonderzoek uitgevoerd [3]. Hierbij werden 83 tapijtmonsters onderzocht op vos en formaldehyde. De 83 monsters waren van de volgende herkomst: wol (27), katoen (5), synthetisch (32) en vinyl (19). Binnen elk van deze vier categorieën kwamen verschillende onderlagen voor (jute, foam en synthetisch). Tabel 1 geeft de gevonden gehalten formaldehyde in tapijt weer. Volgens de onderzoekers bestond er geen significant verband tussen het gevonden formaldehyde-gehalte en het soort tapijt.

tabel 1 Formaldehyde gehalte in 83 tapijtsorten

Gehalte formaldehyde mg/m ³ tapijt	aantal
0,0- 9,9	29
10,0-19,9	23
20,0-29,9	14
30,0-39,9	9
40,0-49,9	5
50,0-59,9	1
60,0-69,9	1
70,0-79,9	-
80,0-89,9	-
90,0-99,9	1
totaal	83

Bron: [3].

Bij het opsporen van andere vossen werden in het onderzoek geen hoeveelheden gemeten. Men schat echter dat de concentraties van de afzonderlijke componenten minder dan 4 µg/100 gram tapijt. De volgende vossen werden aangetoond (in 22 tapijtmonsters):

- alkaanbenzeenderivaten
- hogere alkanen (vanaf octaan)
- 4-hydroxy-benzeensulfonzuur
- 2-methyl-1-propeen (trimeer)
- alcoholen
- hogere aldehyden (vanaf nonanal).

Tevens onderzocht men de uitdamping van weekmakers uit vinyltapijt. Bij proeven met vier monsters (van verschillende tapijten) bleken in de lucht geen weekmakers te worden aangetroffen. Wel werden in de lucht vossen gemeten, die bij de productie van vinyltapijt gebruikt worden. De maximale concentratie hiervan schat men echter op 0,2 µg/m³.

Een Duits onderzoek [7] naar vossen emissies uit tapijten leverde de in tabel 2 weergegeven resultaten op.

tabel 2 Relatieve verhouding van de concentratie van de 10 belangrijkste componenten in de lucht boven nieuw tapijt (polyamide)

nummer	stof	percentage van totale emissie
1	4-fenylcyclohexeen	30
2	styreen	7
3	n-dodecaan	6
4	n-undecaan	5
5	1,2,4-trimethylbenzeen	5
6	onbekend I	4
7	4-methylethylbenzeen	3
8	2-ethylhexanol	3
9	onbekend II	2
10	n-propylbenzeen	2

Bron: [7].

De gemeten totale emissie ligt tussen de 30-150 µg/m² tapijt.
De stof die in de hoogste concentratie voorkomt, fenylcyclohexeen

(verantwoordelijk voor de karakteristieke tapijtgeur [8]), ontstaat door een reactie van styreen en butadieen tijdens de polymerisatie van de bovenlaag en de onderlaag van het tapijt [8].

In een recente studie van TNO werden circa 100 monsters tapijt van polyamidevezels met een jute rug en ca. 26 monsters vinyl vloerbedekking onderzocht.

De in een proefruimte gevonden concentraties formaldehyde uit het polyamide tapijt lagen "rond of onder de detectiegrens van 5 µg/m³". Hoge concentraties (120 µg/m³) werden gemeten bij tapijten waarbij formaldehyde als vulkaniseermiddel werd gebruikt en waarbij tijdens de productie aantoonbare fouten werden gemaakt.

Tabel 3 geeft een overzicht van concentraties ten gevolge van vos-emissies uit (onverlijmde) vinyl vloerbedekking. Het gaat hierbij om de goedkoopste en meest verkochte soort [8].

tabel 3 Concentraties ten gevolge van emissies uit vinyl vloerbedekking in de proefkamer (in µg/m³ lucht)

component	µg m ³ 1-6 uur	µg m ³ 24-28 uur
Tolueen	26	28
Ethylbenzeen	35	17
Xyleen isomeren	250	95
Ethyltolueen isomeren	1200	460
Trimethylbenzeen is.	1620	575
Totaal aromaten	3130	1170
n-octaan	30	14
n-nonaan	920	360
n-decaan	2100	840
n-dodecaan	810	330
n-undecaan	28	13
n-tridecaan	2	2
Totaal n-alkanen	3890	1560
C ₁₆ H ₃₀ O ₄	1100	950
Totaal geanalyseerde componenten	8120	3680
Totaal koolwaterstoffen	ca. 19000	ca. 8000
Niet geanalyseerde componenten (vnl. vertakte alkanen)	ca. 11000	ca. 4500

Bron: [3].

Metingen aan een andere vinylsoort gaven de volgende resultaten:

tabel 4 Concentraties uit vinyl vloerbedekking in proefkamer (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

2-ethylhexanol *	55
vinylchloride **	.
formaldehyde	10-15
aromaten	45
waarvan toluene ***)	25
gechlorreerde koolwaterstoffen	.
DOP (weekmaker)	.
overige componenten	< 20

*) Deze stof, kenmerkend voor de geur van vinyl vloerbedekking, ontstaat als verontreiniging van de gebruikte weekmaker (dioctylfataat, DOP), welke 30-35% van het vinyl uitmaakt.

**) Niet aangetroffen. De detectiegrens bedroeg echter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

***) Voor een deel afkomstig van het kleefmiddel.

Bron: [8].

De weekmaker DOP werd zelf niet in de lucht aangetroffen. In vinyl wordt echter ook vaak DBP (Dibutylfataat) als weekmaker gebruikt, welke vluchtiger is dan DOP. In één onderzoek wordt melding gemaakt van emissies van het verdacht kankerverwekkende dichloorbenzeen [15].

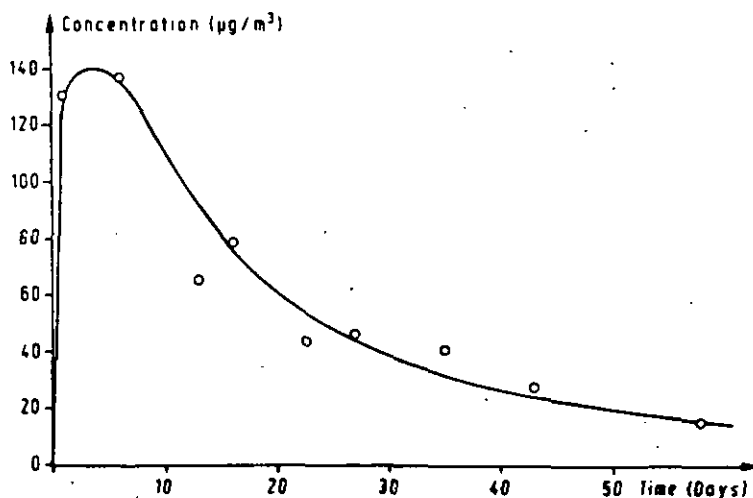
4. Plaats van vrijkomen

In de meeste vertrekken van de woning ligt vloerbedekking. Parket wordt vooral in de woonkamer, hal en entree en in mindere mate in de slaap- en studeerkamer [11]. Tapijt ligt voornamelijk in woon- en slaapvertrekken.

5. Wijze van vrijkomen

De emissies zijn in principe continu, maar van afnemende aard. Figuur 1 geeft hiervan een illustratie voor tapijt.

figuur 1 Emissie-patroon van 4-fenylcyclohexeen uit tapijt



Bron: [7]

**6.
Concentraties binnen de
woning**

Zie punt 3.

**7.
Toekomstige
ontwikkelingen**

**8.
Gebruik in Nederland**

Jaarlijks wordt in Nederland 2,7 miljoen m² parketvloer verkocht. Uitgaande van van gemiddeld 35 m² per woning, gaat het om 77.000 woningen per jaar [8]. Het marktaandeel van kurk-vloerbedekking bedraagt circa 5% [13].

De emissies van vos zijn continu, maar maximaal bij pas gelegde vloerbedekking (versterkt door eventueel gebruikte lijmen, lakken en ondervloer) en vertonen pieken bij onderhoud (was, lak).

**9.
Diversen**

**10.
Conclusie**

Uit vloerbedekking emitteren vele vos. Voorzover bekend komen de voornaamste prioritaire stoffen vrij uit de volgende produkten:

- diverse soorten tapijt (formaldehyde)
- polyamide tapijt (styreen)
- vinyltapijt (tolueen)

Formaldehyde-gehalten in 83 tapijtsoorten zijn 0-49,9 mg/m³ tapijt. Styreen maakt circa 7% van de totale emissie van 30 µg/m² tapijt (bij 24°C). De tolueen-concentratie ten gevolge van emissie uit vinyl ligt in de eerste 28 uur rond de 26-28 µg/m³ lucht.

Over emissies van prioritaire stoffen uit parket en kurk zijn geen gegevens gevonden. Bronnen kunnen in die gevallen zijn de bij de fabricage gebruikte lijmen, lakken en impregneermiddelen.

**11.
Informatiebronnen**

- [1]: Elkington, J. et al.: "Umweltfreundlich einkaufen"; Knauer; München, 1990.
- [2]: Reijenga, T.: "Kiezen voor een duurzaam grondstoffengebruik"; BEAR Architecten; Gouda, 1989.
- [3]: Rijkskeuringsdienst voor Waren Drenthe, Jaarverslag 1988.
- [4]: Fischer, C. en Fischer, R.: "Chemie im Büro"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1988.
- [5]: Öko-Test: "Teppichkleber";

- [6]: Friege, H. et al.: "Chemie im Kinderzimmer"; Rowohlt Verlag; Hamburg, 1987.
- [7]: Seifert, B. et al.: "Volatile Organic Compounds from carpeting"; World Clean Air Congress 1989, Den Haag.
- [8]: TNO/MT: "Onderzoek naar de emissie van potentieel toxische verbindingen uit consumentenartikelen"; Delft, 1990.
- [9]: Mondelinge mededeling, Thole Kurkverwerkende Industrie.
- [10]: Mondelinge mededeling dhr. Kies, Kies Kurk
- [11]: Mondelinge mededeling dhr. van Geel, Bruinzeel.
- [12]: Mondelinge mededeling dhr. Bal, Maicol.
- [13]: Mondelinge mededeling dhr. Van Krieken, Naturo-kurk.
- [14]: Mondelinge mededeling dhr. Boshart, Plusparket.
- [15]: Pleil, J.D. en Whiton, R.S.: "Determination of organic emissions from new carpeting", in: Appl. Occup. Environ. Hyg. 5(10), 1990; pp. 693-699.