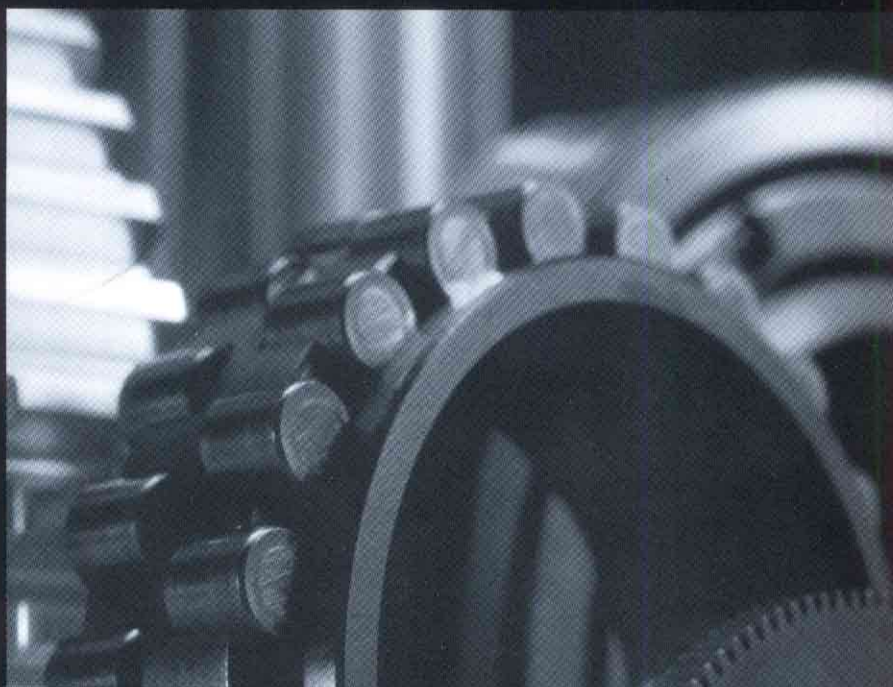


procesbeschrijvingen
industrie



Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE



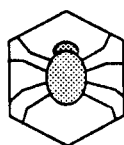
Kunststof-
verwerkende
industrie



SPIN

Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie Nederland

KUNSTSTOFVERWERKENDE INDUSTRIE



Samenwerkingsproject
Procesbeschrijvingen
Industrie
Nederland

RIVM (rapportnr. 773006158), RIZA (notanr. 92.003/58) en DGM

Auteurs : P.H.M. Eijssen, H.B. Duesmann (DHV Milieu & Infrastructuur
BV), P. van der Poel (RIVM/LAE-EMI) en J.E. Koot (NFK)
Basisjaar : 1991
Datum publikatie : oktober 1993

INHOUD

1. Beschrijving bedrijfstak	1
2. Procesbeschrijving en bronnen van emissies	3
3. Emissies en afval	6
4. Energiefactoren	11
5. Mogelijkheden voor emissiebeperking en energiebesparing	12
6. Onderzoek naar schone processen	13
7. Normstelling en vergunningssituatie	13
8. Referenties	16
Bijlage 1: Lijst van afkortingen	19
Bijlage 2: Lijst van mogelijk geëmitteerde componenten bij verwerking van kunststoffen met uitzondering van schuimen	20

1. BESCHRIJVING BEDRIJFSTAK

(Voor de gebruikte afkortingen in dit document wordt verwezen naar bijlage 1).

In de kunststofverwerkende industrie (CBS SBI-code 31.3) zijn 1.150 bedrijven actief. Het aantal kunststofverwerkende bedrijven met meer dan 10 werknemers bedroeg per 1.1.1992 445 bedrijven (34% van het totaal aantal bedrijven). Bedrijven waarbij in-huis fabricage van kunststofprodukten slechts een onderdeel vormt van de totale onderneming, worden door het CBS tot andere industrieklassen gerekend (meubelindustrie, elektrotechnische industrie, etc.). De laatste jaren gaan steeds meer grote concerns, als Philips, er toe over de in-huis fabricage te beëindigen. De verhouding in polymeergebruik tussen de groepen kunststofverwerkende industrie en overige industrie is volgens recent onderzoek door de brancheorganisatie - de Nederlandse Federatie voor Kunststoffen (NFK) - verschoven naar 90/10.

(Polymeren worden ook verwerkt in industrieklassen, die er produkten van maken die niet als kunststofprodukten worden beschouwd, bijv. polymeren voor lijm- en tapijtindustrie en alkydharsen voor de verfindustrie; deze processen en emissies worden niet in dit document behandeld).

De in Nederland verwerkte hoeveelheid kunststoffen (thermoplasten en thermoharders) bedroeg volgens intern onderzoek door NFK in 1992 ca. 1.100.000 ton.

Het grootste deel (90%) daarvan bestaat uit thermoplasten. Het betreft voornamelijk de in tabel 1.1. vermelde vijf bulk-grondstoffen polyetheen (LDPE, HDPE), hard en zacht polyvinylchloride (PVC), polypropeen (PP) en polystyreen (PS), aangevuld met een grote verzamelgroep van diverse "technische" thermoplasten, als PET (polyester), ABS en PA (nylon) (Vakblad "Kunststof en Rubber"; november edities 1988, 1990 en 1992).

Tabel 1.1. Werkelijk verbruik bulk-thermoplasten (kton) per verwerkingsproces

	1987	1989	1991
LDPE (incl. LLDPE)	179	199	221
- spuitgieten	8	4	4
- folie en coaten	155	175	191
- andere extrusietechnieken	9	11	13
- blaasvormen	1	1	1
- diversen	6	8	12
HDPE	83	90	111
- spuitgieten	43	32	31
- extrusie	11	19	30
- blaasvormen	28	36	38
- diversen	1	3	12
PVC	204	230	209
- zacht PVC	60	72	58
- hard PVC	144	158	151
PP	109	169	214
- spuitgieten	61	92	104
- extrusie	33	40	57
- overige ¹⁾	15	37	53
PS	117	143	143
- spuitgieten	42	51	46
- extrusie	39	48	48
- schuimtoepassingen ²⁾	36	44	49
Totaal	692	831	898

¹⁾ blazen, compounderen, handelaren

²⁾ behandeld in aparte procesbeschrijving

De resterende 10% wordt gevormd door thermoharders als polyurethaan (PUR) en polyesterharsen (UP).

In de komende jaren worden verschuivingen tussen de toegepaste kunststoffen verwacht als gevolg van recycling, spaarzaam grondstofgebruik, nieuwe verpakkingsconcepten en logistieke systemen en ontwerpen van samengestelde artikelen. Het gebruik van recycle kunststoffen heeft voor sommige produkten, zoals klerhangers, reeds een hoog en vast aandeel bereikt. Voor dieptrekverpakkingen verwerft PET-folie een toenemend marktaandeel. Karakteristiek voorbeeld van spaarzaam grondstofverbruik vormen de steeds dunnere verpakkingsfolie en -bakjes. Illustratief voor nieuwe verpakkingsconcepten zijn gecombineerde transport/display systemen, die in pool-verband binnen bedrijfsschappen meerjarig rouleren. Met het oog op efficiënte recycling heeft zich een trend ingezet om voor zoveel mogelijk onderdelen van een samengesteld produkt dezelfde kunststofsoort te gebruiken.

2. PROCESBESCHRIJVING EN BRONNEN VAN EMISSIES

Thermoplasten worden door de chemische industrie veelal als korrel- of poedervormige grondstof aangeleverd. De grondstoffen voor thermohardende polymeren bestaan overwegend uit vloeibare componenten. Er zijn diverse vormgevingstechnieken voor het fabriceren van eindprodukten. Voor thermoplasten geldt, dat de verwerking neerkomt op verwarming (ca. 240 °C) van het polymeer en afkoeling nadat in een gesloten systeem vormgegeven is. Voor thermoharders verloopt de verwerking volgens een chemisch proces, met andere woorden: de polymerisatie-reactie vindt tijdens vormgeving plaats. Een lijst met voorbeelden van toepassingen van diverse kunststoffen is opgenomen in RIVM (1991a).

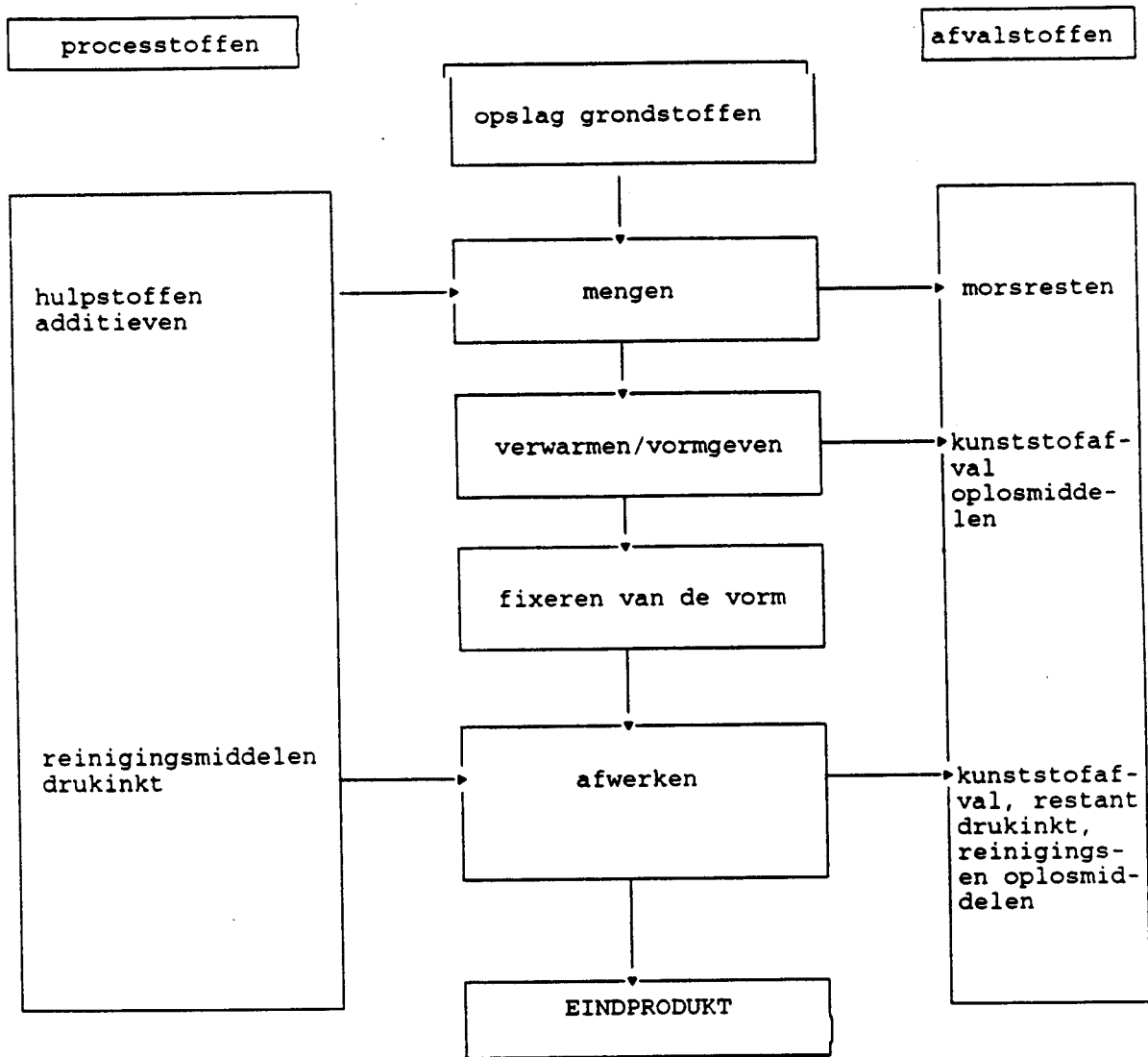
Figuur 2.1. geeft een algemeen schematisch overzicht van de verschillende procesonderdelen, die hierna kort zullen worden genoemd. Bij deze procesonderdelen kunnen emissies optreden naar verschillende milieucompartimenten. Bijlage 2 vermeldt een lijst van stoffen, die geëmitteerd kunnen worden. Van de toegepaste additieven worden met name weekmakers in relatief grote hoeveelheden gebruikt voor het fabriceren van zacht-PVC produkten als vloer-/wandbekleding, folie en isolatie van electriciteitskabels.

Opslag grondstoffen

Opslag vindt plaats in vloeibare of in poeder- of korrelvorm. Aan de grondstof is meestal door de producent reeds een aantal hulpstoffen/additieven toegevoegd.

Mengen

Afhankelijk van het verwerkingsproces en de gewenste produkteigenschappen worden soms nog additieven en hulpstoffen toegevoegd (zie tabel 2.1.). De emissies bij het mengen zijn gering, naar schatting 0,1 promille van het gewicht van het mengsel. Het stuifverlies bij het toevoegen van poedervormige hulpstoffen belooft ca. 0,1 gew.% per hulpstof. Om dit (economisch) verlies tegen te gaan, schakelt men in toenemende mate over op stuifvrije concentraten. Ten gevolge van reiniging van voormengers bij verwerking van zacht PVC-plastisololen ontstaat ongeveer 18 kg afval/ton dat voornamelijk bestaat uit PVC, weekmaker en oplosmiddel.



Figuur 2.1. Productieschema kunststofverwerking (Gewijzigd concept Grontmij, 1984)

Tabel 2.1. Overzicht van de typen additieven en hulpstoffen bij de kunststofverwerking exclusief kunststofschuimen; Additieven voor kunststoffen, NFK/NVR/Stuurgroep PVC & Milieu, 1990)

Type additieven/hulpstof	Voorbeelden
hulpstoffen bij verwerking	
- smeermiddelen	vetzuren, vetzuuramiden en -esters, metaalstearaten, paraffinen
- lossingsmiddelen	silicone-oliën, stearinezuur, calciumstearaat
- anti-oxidanten	fenolische verbindingen, thioethers, fosfieten en amines
- warmte stabilisatoren	(voor PVC) organotinverbindingen, bariüm-, lood-, zink- en calciumzouten van vetzuren (stearinezuur, palmitinezuur e.d.)
eindgebruik beïnvloedende additieven	
- anti-statica	quaternaire ammoniumverbindingen, alkylsulfonaten en polyoxyalkylenen
- UV-stabilisatoren	hydroxybenzo-fenonen en -triazolen, organonikkelverbindingen, fosfieten, oxyfenoxarsine, tributyltinoxyde, gechlloreerde fenolen, ftalimiden en thioesters.
- conserveringsmiddelen (fungiciden)	
- kleurmiddelen	pigmenten (met name titaandioxide), kleurstoffen, opwitters, stoffen voor paarlemoereffect, fluorescentie, etc.
- hechtmiddelen	silanen, titanaten
- vulmiddelen en verstevigers	inerte vaste stoffen en vezels (organisch en anorganisch)
- brandvertragers	organobroomverbindingen, antimoontrioxide, organo-chloorfosfaten, aluminium trihydraat, zinkboraat en fosfaatesters
- weekmakers	ftalaten, fosfaten en epoxy-esters

Vormgeven

Het vormgeven van kunststoffen kan op vele manieren plaats vinden. Bij thermoplasten gebeurt dit door het polymeer door verwarming te smelten, bijvoorbeeld door middel van extruderen, kalanderen, spuitgieten, lamineren en blazen. Voor een beschrijving van de vormgevingsprocessen wordt verwezen naar de vakliteratuur (Grontmij, 1984; TNO/CPM, 1990; Schouten/ vdVegt, 1987; KRI/TNO Kunststof en rubber Jaarboek). Bij het kalanderen van zacht PVC en de verwerking van plastisol (bijv. het strijken van een zacht PVC-laag op een dragermateriaal) treedt relatief hogere emissie op van weekmaker en ontledingstoffen.

Omdat procesafval bij het verwerken van thermoplasten praktisch onmiddellijk kan worden herverwerkt in het proces, ontstaat relatief weinig kunststof productie-afval, dat wordt afgevoerd.

Produkten van thermoharders worden overwegend van polymeren in vloeibare vorm gemaakt.

Fixeren van de vorm

Thermoplasten worden afgekoeld tot beneden de verwekingstemperatuur, waarna de vaste produktvorm is bereikt.

Thermoharders harden uit bij kamertemperatuur of verhoogde temperaturen (tot ≥ 50 °C). In bepaalde gevallen kunnen bij de thermoharders aanzienlijke emissies optreden, zoals styreen bij de verwerking van polyesterharsen.

Afwerken

Kenmerkend voor de meeste vormgevingsprocessen is dat de produkten geen nabewerking hoeven te ondergaan. De voornaamste vorm van afwerking bestaat uit bedrukken. Bij het bedrukken van kunststofsubstraten kunnen oplosmiddelen vrijkomen. De emissies zullen vooral optreden bij de bereiding van de drukinkt en het drogen van het bedrukte produkt. Andere weinig voorkomende nabehandelingen zijn bevlokken en metaliseren. Bij bevlokken worden vezels gefixeerd in een dunne lijmlaag op het oppervlak. Voor de emissies geldt hetzelfde als bij lijmen. De emissies bij het metaliseren zijn onbekend (TNO/CPM, 1990).

Bij bewerkingen van halffabrikaten in de vorm van buigen en plaat- en folievormen treden nauwelijks emissies op. Dit geldt ook voor lassen, hoewel bij thermisch lassen wel enige emissie in de vorm van ontledingsprodukten plaatsvindt. Bij lijmen kunnen aanzienlijke emissies ontstaan indien oplosmiddellijmen gebruikt worden. Bij verspanen kan emissie optreden van vloeibare hulpstoffen zoals snij- en booroliën (TNO/CPM, 1990). Kwantitatieve hoeveelheden zijn hier niet bekend.

3. EMISSIES EN AFVAL

3.1. Lucht

Verbrandingsemissies door energieopwekking

De verbrandingsemissies zijn op een enkele uitzondering na afkomstig van de opwekking van ruimtelijke verwarming. De emissiefactoren in tabel 3.1. zijn door DHV bepaald door omrekening van de verbrandingscomponenten naar de verwerkte hoeveelheid kunststof. De gegevens zijn afkomstig van de vrijwillige opgave van een veertigtal bedrijven aan de Emissieregistratie.

In Nederland zijn geen kunststofverwerkende bedrijven die elektriciteit opwekken. Volgens schatting zijn er ca. 20 bedrijven die zelf stoom produceren t.b.v. het verwerkingsproces, voornamelijk ten behoeve van EPS schuimen. Omdat schuimen onder een separaat document valt, zijn deze emissies hier niet meegenomen.

Tabel 3.1. Emissiefactoren voor energie-opwekking

Component	Emissiefactor	
	(kg/ton kunststof)	(g/MJ)
CO ₂	175	67
CO	0,09	0,035
NO _x (als NO ₂)	0,13	0,050
SO ₂	0,3 ¹⁾	0,120

¹⁾ deze waarde is tot stand gekomen uit de emissie-gegevens van vier bedrijven die stookolie als brandstof gebruiken en geëxtrapolerd naar de gehele branche (omrekeningsfactor is het aantal werknemers)

Productie-emissies

De emissies die vrijkomen tijdens het verwerken van thermoplasten zijn met uitzondering van zacht PVC gering. De concentraties liggen in het algemeen gesproken onder de MAC blootstellingswaarden.

In tabel 3.2. wordt de emissie naar lucht vermeld van de belangrijkste geëmitteerde stoffen (NFK, 1992). Voor deze stoffen mogen voor omrekening van de totale landelijke emissie geen vaste emissiefactoren worden aangenomen, omdat per verwerkingstechniek een andere emissiefactor geldt. Van ftalaten, styreen en VOS, vrijkomend bij het aanbrengen van een polymere coating op een substraat, zijn emissiefactoren voor specifieke verwerkingsprocessen bekend; deze zijn opgenomen in tabel 3.3., 3.4. en 3.5.

Tabel 3.2. Belangrijkste geëmitteerde stoffen en emissiefactoren naar de lucht

Stof(groep)	Toepassing/processtap	Emissie (ton/jaar)	Opm.
ftalaten	weekmaker voor vervaardiging zacht PVC	20	1)
styreen	monomeer voor uitharden polyesterharsen	460	2)
formaldehyde	verwerking van ureum-, fenol- en melamine-formaldehydeharsen	25	3)
fenolen	verwerking van fenol-formaldehydeharsen	16	4)
KWS	reiniging, coaten, bedrukken en lijmpbrenging	6.000	5) 6) 7)
tolueen	reiniging, coaten, bedrukken en lijmpbrenging	250	5)
dichloormethaan	reiniging apparatuur	400	8)
trichlooretheen	reiniging apparatuur	35	

1) emissie incl. beperkende maatregelen bij drie grootste verwerkers

2) aangenomen dat 50% van de verwerkte polyester voor handverwerking en spuiten filmvormer bevat

3) gering aantal bedrijven

4) gering aantal bedrijven

5) betrokken op totale hoeveelheid verwerkte kunststoffen (excl. tolueen, dichloormethaan en trichlooretheen) schatting vanwege zeer breed verspreid gebruik

6) bedrukken PVC 2100 t (KWS 1992) en overige 2.100 t x 1,7 (NFK)

7) bij het aanbrengen van een kleeflaag op folie, is een trend ingezet naar oplosmiddelvrije systemen

8) chemicals economics handbook 1988.

De emissies in tabel 3.2. betreffen de gehele branche met uitzondering van schuimen. De basisgegevens voor de berekening zijn grotendeels afkomstig van een enquête in 1992 door de NFK onder grote kunststofverwerkende bedrijven en van de gegevens uit de Emissieregistratie (Emreg-IV, 1992). De omrekening is een extrapolatie van het deels geschatte kunststofverbruik van deze bedrijven naar het totale landelijke verbruik per verwerkingstechniek.

Voor de emissieberekening van ftalaten is gebruik gemaakt van het rapport PVC en Ketenbeheer en RIVM (1991b). Bepaling van de emissies is gecompliceerd vanwege de grote verscheidenheid aan bedrijfsrecepturen, ten aanzien van weekmakertype, toegevoegde hoeveelheid en verwerkingsproces. Als weekmaker wordt voor het maken van zacht PVC praktisch uitsluitend DEHP (=DOP) gebruikt, dat een relatief lage dampspanning heeft.

Op grond van het feit dat drie grote verwerkers reeds emissiebeperkende maatregelen hebben ingevoerd, wordt de totale emissie aan ftalaten op 20 ton/jr geraamd.

Tabel 3.3. Emissiefactoren voor ftalaten bij diverse verwerkingstechnieken van weekgemaakt PVC (TNO/IMET, 1992)

Stof	Proces	Emissiefactor (kg/ton weekgemaak/ PVC)
Ftalaten	pastaverwerking:	
	- zonder blaasmiddel	2,5
	- met blaasmiddel	5,0
	- met afgasreiniging	0,5
	coaten	2,0
	kalanderen	1,0 ¹⁾
	sputgieten	0,01
	extrusie	0,02
	schuimen vinylbehang	1,5-4 ²⁾
	productie kunstleer	2,0-5
	rotatie gieten	0,1-0,2
	dompelen:	
	- zonder maatregelen	2,0-4
- na filtratie/verbranding	0,5	
VOS	pastaverwerking	2,0
Vinylchloride	pastaverwerking	0,0005

¹⁾ KFA Jülich (1990) geeft voor het kalanderen een DEHP-emissie van 0,1-80 kg/ton. Volgens RIVM (1991b) bedraagt het verlies 0,2% van het toegevoegde additief. Omgerekend betekent dit een emissiefactor van 1 kg/ton

²⁾ bij één producent wordt ongeveer 70 kg/ton weekmaker geëmitteerd en vervolgens voor 95% in een filter afgevangen; de luchtemissie na maatregelen bedraagt derhalve 3,5 kg/ton weekmaker

In Nederland werd in 1991 15.000 ton polyesterhars verwerkt. Onderzoek in het kader van KWS 2000 wees uit dat voor 50% van de 9.600 ton voor handverwerking en spuiten, een harsstypen met filmvormer werd toegepast. Dit zogenaamde LSE (laag-styreen-emiterend) hars bevat een filmvormend additief, al dan niet in combinatie met een lager styreeengehalte in de hars, waardoor de emissie over de gehele verwerkingsduur aanzienlijk wordt gereduceerd. Voor wikkelen is LSE nog niet altijd mogelijk; in gesloten-mal heeft dit geen effect.

Gelcoat - de eerste dunne gekleurde toplaag - mag vanwege mogelijke hechtingsproblemen geen filmvormer bevatten. Het verbruik aan reinigingsmiddelen (aceton en dichloormethaan) wordt geschat op 1.200 ton met een emissiefactor variërend van 80 tot 150 kg/ton.

Tabel 3.4. Emissiefactoren voor styreen bij diverse verwerkingstechnieken van polyesterharsen (aangepaste versie van TNO/IMET, 1992)

Stof	Proces	Emissiefactor (kg/tc polyesterhars)	
		zonder filmvormer	met filmvormer
Styreen	handverwerking	35	20
	sputten	50	25
	wikkelen	30	15
	pultrusie, continue lamina- ren	20	10
	gesloten processen	5	-
	aanbrengen gelcoat	100	-
VOS ¹⁾	reiniging apparatuur	80-150	

¹⁾ dichloormethaan en aceton

Bij het bepalen van de emissies van oplosmiddelen voor reiniging van apparatuur en van verdunning van drukinkt en lijm zijn de gegevens uit de Emissieregistratie met de betrokken bedrijven besproken en vervolgens per stof geëxtrapoleerd met een factor 1,7 naar de gehele branche. Schuimverwerking werd hierin niet meegenomen. De verspreiding van het gebruik aan reinigingsmiddelen is zeer diffuus; ca. 80 bedrijven houden zich tevens bezig met bedrukken. Maximaal tien bedrijven brengen een kunststof, opgelost in VOS, als coating op een substraat.

Tabel 3.5. Emissiefactoren voor VOS bij het coaten (TNO/IMET, 1992)

Coating	Emissiefactor (kg/ton coating)
Urethanen	550
Siliconen	550
Epoxy's	350
Organos	300
PVC-plastisol	25

3.2. Water

De emissies naar water van geselecteerde stoffen binnen de Emissieregistratie was minder dan 1% ten opzichte van de totale emissie van de derde ronde van de Individuele Emissieregistratie. Om deze reden zijn emissies naar water hier niet vermeld. Ook zijn er geen gevallen bekend waarbij dit een probleem vormde.

Van de toegepaste hoeveelheid weekmakers (DHEP, de meest toegepaste weekmaker) verdwijnt volgens Amerikaanse gegevens ongeveer 0,3% naar de waterfase (Noyes Data, 1987). Slechts in die gevallen waarbij het weekgemaakte PVC voor afkoeling na de verwerking in direct contact komt met water, kan uitworp naar water plaats vinden. Het enige proces waarbij dit het geval is, betreft extrusie. Een Duitse studie berekent voor een "gemiddeld" bedrijf waar zacht PVC geëxtrudeerd wordt, uitgaande van een verlies naar water van 1 mg/kg PVC, een verlies van 45 gram DEHP per jaar.

Aangezien het koelwater doorgaans gerecirculeerd wordt zal het koelwater binnen 2 à 3 dagen verzadigd raken (volume water gesteld op 10 m³, oplosbaarheid DEHP ca. 0,02 - 0,04 mg/l), zodat al snel afscheiding van DEHP zal plaats vinden.

Uit het aandachtstoffenonderzoek (Van der Poel, 1991) blijkt dat twee (grote) bedrijven een olieafscheider hebben, die echter niet specifiek voor de opvang van DEHP bestemd is omdat dit bij deze bedrijven niet met water in contact komt. Hoewel de totale emissie naar verwachting beperkt van omvang is, kan het nuttig zijn dit door onderzoek bij een representatief bedrijf te verifiëren.

3.3. Afvalstoffen

Kunststofafval (RIVM, 1989 a)

Over de totale hoeveelheid kunststofafval die bij de kunststoffenindustrie vrij kwam, bestaan geen recente cijfers. In RIVM (1989a) staat voor 1986 een onderbouwde schatting van 63.000 ton. Hiervan was 15.000 ton afkomstig van de chemische industrie die de kunststofgranulaten produceert. Bij de afnemers van kunststofprodukten of halffabrikaten ontstond 14.400 ton kunststofafval. De rest, 33.600 ton, was productie-afval van de kunststofverwerkende industrie, dat afkomstig was van het vervaardigen (extruderen, spuitgieten, kalanderen, etc.) of ontstond bij het afwerken van de produkten. Een groot deel van dit kunststofafval (20.900 ton) werd na bewerking herbewerkt door kunststof recycling bedrijven. De rest gestort of verbrand (12.700 ton). Gemiddeld ontstaat ca. 3,5% van de verwerkte hoeveelheid kunststof bij het productieproces als afval. Voor sommige verwerkingsprocessen van thermoharders ligt dit percentage hoger, zoals voor glasvezel-versterkte polyester (ca. 7%).

Begin 1993 is tussen kunststoffenindustrie en VROM een convenant afgesloten over een drastische terugdringing van het storten van kunststofafval van de kunststofverwerkende industrie. In dit kader zal een onderzoek plaats vinden naar de hoeveelheid die bij de kunststofverwerkende industrie vrijkomt.

Overig afval

In RIVM (1988a, met gegevens over 1979-1982) worden de volgende afvalstromen genoemd voor de gehele kunststof- en rubberverwerkende industrie:

- papier/karton/textiel	2.300 ton/jaar;
- kunststoffen (geen productie-afval)	25.000 ton/jaar;
- hout	12.500 ton/jaar;
- koolwaterstoffen	40.000 ton/jaar.

De totale hoeveelheid afval zou daarmee uitkomen op ca. 80.000 ton/jaar. Met name de 40.000 ton koolwaterstoffen is moeilijk te verklaren, omdat dit geen emissies naar de lucht kan betreffen.

In het rapport afvalverwijdering 1990-2010 (RIVM, 1992) wordt een totaal genoemd van 58.000 ton. Dat is recenter en lijkt realistischer. Werkelijke cijfers zullen uit het onderzoek in het kader van het Convenant volgen.

4. ENERGIEFACTOREN

Het energieverbruik door de kunststofverwerkende industrie bedroeg volgens de productiestatistiek CBS in 1990 voor bedrijven > 20 werknemers uit de bedrijfstak (CBS-code 313):

Electriciteit $878 \times 10^6 \text{ kWh} = 3,16 \text{ PJ} (= 3,16 \times 10^{15} \text{ J})$

Aardgas (inclusief olie, etc) $91 \times 10^6 \text{ m}^3 = 2,88 \text{ PJ}$

Worden de bedrijven uit de branche opgedeeld naar aantallen werknemers dan kunnen ze als volgt worden onderscheiden:

<u>aantal werknemers</u>	<u>aantal bedrijven</u>
> 200	6 } groep 1
200-50	100 } groep 2
50- 5	350 } groep 3

De energieconsumptie wordt door NOVEM hoger geraamd en is per groep als volgt:

Groep 1 2,6 PJ=26%

Groep 2 5,6 PJ=57%

Groep 3 1,7 PJ=17%

De energieconsumptie hangt sterk af van bedrijfs grootte en toegepaste technieken, maar als gemiddelden voor de branche kunnen worden genoemd:

Gemiddeld elektriciteitsverbruik 790 kWh/ton kunststof (= 2.840 MJ/ton)

Gemiddeld gasverbruik 82 m³/ton kunststof (= 2.600 MJ/ton)

Uit onderzoek is vastgesteld dat:

- de directe produktiemachines gemiddeld 76% van het totale elektriciteitsverbruik voor hun rekening nemen. De overige 24% is benodigd voor de diverse hulpsystemen;
- van het totale elektriciteitsverbruik wordt gemiddeld ca. 8% verbruikt voor het koelsysteem;
- het gasverbruik bij kunststofverwerkende bedrijven is in hoofdzaak voor ruimteverwarming en varieert van 5-15% van het totale energieverbruik;
- de energiekosten liepen uiteen van 3,5 tot 7% van de toegevoegde waarde (volgens CBS-gegevens lag het gemiddelde voor de gehele branche in 1989 op 5,6%).

Door TEBODIN (1992) is ook berekend hoeveel het energieverbruik per toegepaste techniek is:

- spuitgieten vraagt relatief veel energie, n.l. 700 tot 900 kWh/ton aan de machines, vooral doordat de afstemming tussen machine en produkt niet altijd optimaal is;
- de produktie van blaasfolie vereist ca. 550 kWh/ton;
- vacuümvormen vergt ca. 3.500 kWh/ton, veroorzaakt door grote nullastverliezen;
- compounceren van kunststofgrondstoffen door middel van extrusie vraagt ca. 1.000 kWh/ton;
- extrusie van PVC vraagt, aan de machine, relatief weinig energie, n.l. theoretisch omstreeks 150 kWh/ton produkt. In de praktijk is dit hoger, n.l. 300 à 500 kWh/ton;
- produktie van PVC-folie met kalenders is nogal energie-intensief. Het energieverbruik in de bedrijven varieert hierbij sterk, met als gemiddelde waarde ca. 800 kWh/ton produkt (electriciteit) en 125 Nm³/ton produkt (gas). De spreiding bedroeg hierbij ± 40%.

5. BESTAANDE MOGELIJKHEDEN VOOR EMISSIEBEPERKING EN ENERGIEBESPARING

5.1. Emissiebeperking

Bij enkele grote verwerkers van (zacht) PVC worden zogenaamde 'mist-filters' voor het afvangen van vluchtige weekmaker toegepast, die echter in veel gevallen niet afdoende blijken. Bij minstens drie verwerkers van (zacht) PVC wordt overgegaan op thermische naverbranding. Katalytische naverbranding is, evenals diepkoeling (met terugwinning van stoffen) vanwege de lage concentraties oneconomisch. Toepassing van biofilters is op industriële schaal technologisch nog niet afdoende bewezen (zie ook 7.1.).

Ter reductie van styreenemissies, afkomstig van polyesterhars, wordt voor reeds 50% van de in Nederland verwerkte hoeveelheid gebruik gemaakt van laag styreen emitterende harstypes welke filmvormers bevatten. De filmvormer verhindert emissie na de verwerkingsfase waardoor reducties tot 66% kunnen worden bereikt (KWS 2000 factsheet nr.10) Steeds meer bedrijven regenereren vervuilde oplosmiddelen.

Bij processen waar poedervormige grondstoffen en additieven worden toegepast kunnen doekfilterinstallaties nodig zijn om emissies te voorkomen.

5.2. Energiebesparing

In het al eerder genoemde rapport van TEBODIN (1992) wordt ook aangegeven wat de energiebesparingsmogelijkheden zijn. De conclusies zijn:

- de bedrijven denken alle dat nog wel enige energiebesparing mogelijk zal zijn. Daarbij treedt echter in het voor 2000 verwachte percentage van de nog te realiseren energiebesparing een grote spreiding op, n.l. van 5% tot 20%, met als gemiddelde 14% als totaal effect;
- extrusie van pijpmateriaal en produktie van hulpstukken, voornamelijk in PVC, vindt thans reeds zeer efficiënt en energiezuinig plaats. Veel besparingen lijken hierbij niet meer te verwachten, dat wil zeggen omstreeks 5%;
- spuitgietmachines vragen nagenoeg uitsluitend elektrische energie en wel, aan de machines, 700 à 900 kWh/ton produkt. Mede als gevolg van de ontwikkeling van deze machines wordt verwacht dat het elektriciteitsverbruik zal kunnen dalen. Daarnaast wordt gedacht aan verbeteringen in het koelsysteem en toepassing van een energiemanagementsysteem. Een besparingspercentage van 10% wordt haalbaar geacht;
- bij het verwerken van thermohardende kunststoffen bestaan energiebesparingsmogelijkheden in het optimaliseren van cyclustijden, het verbeteren van regelsystemen, het wijzigen van de produktvorm (zodat minder materiaal nodig is), het benutten van verlieswarmte en het verbeteren van de koelprocessen.

In 1993 start in samenwerking met NOVEM in de hele branche een actieprogramma om een structurele besparing van energie te bereiken. Het doel is om in het jaar 2000, met inbegrip van de autonome groei, een reductie van 20% te behalen.

6. ONDERZOEK NAAR SCHONE PROCESSEN

Om vluchtige grondstoffen terug te winnen en/of de emissie van koolwaterstoffen te reduceren kan naast de meer gebruikelijke terugwinttechnieken mogelijk gebruik worden gemaakt van condensatie. Vooral voor componenten die niet goed met actief kool zijn af te vangen (bijv. ketonen of styreen) zou deze methode toegepast kunnen worden. Voorwaarde is wel dat de afgasstroom gering is en de concentratie van de component in het afgas hoog is. Onderzoek naar efficiënte en economische aspecten van een installatie voor demonstratie van de toepasbaarheid op industriële schaal is in discussie. Naverbranding van lage concentraties is met name oneconomisch, omdat geen behoefte bestaat aan de vrijkomende warmte. Biofiltratie blijkt voor styreen nog niet succesvol, mede door een fluctuerend aanbod van de te reinigen component. Adsorptie aan actief kool is kostbaar, minder bedrijfszeker vanwege dicht- en doorslaan en levert chemisch afval. Absorptie in vloeistoffen, gevolgd door desorptie, lijken op dit moment een nader onderzoek waard. Membraamfiltratie en UV-ozon oxidatie bevatten nog de nodige onbekendheden.

Een toenemende aandacht voor recycling van kunststoffen, zowel van verliezen uit de productiefase als van kunststoffen uit de dispositiefase, leidt tot een vermindering van kunststoffen in de dispositiefase. De ontwikkeling van producten vervaardigd van gerecycled kunststof en de mogelijkheden om productieafvallen direct weer te verwerken kunnen worden beschouwd als een ontwikkeling richting schone processen.

7. NORMSTELLING EN VERGUNNINGSSITUATIE

7.1. Beleidsaspecten

Convenant kunststofafval industrie

De belangrijkste afspraken in het convenant over terugdringing van de te storten hoeveelheid productieafval zijn:

- de kunststofverwerkende bedrijven, die het convenant ondertekenen, stellen een onderzoek in naar de hoeveelheden kunststofafvallen, die bij de bedrijven ontstaan, naar de oorzaken hiervan en naar de mogelijkheden om afval te voorkomen of te herverwerken. Binnen twee jaar wordt voor elk bedrijf een plan gemaakt, waarin wordt aangegeven wanneer de onderzochte mogelijkheden zullen worden gerealiseerd. Slechts die mogelijkheden zullen worden geselecteerd, die bedrijfseconomisch verantwoord en technisch uitvoerbaar zijn;
- op basis van de plannen van de individuele bedrijven stelt de kunststoffenindustrie een brancheplan op, waarin wordt aangegeven hoeveel kunststofafval er in 1993 ontstaat en hoeveel dat in het jaar 2000 zal zijn, ten gevolge van autonome groei, preventiemaatregelen en hergebruik. De kunststoffenindustrie stelt een meet- en monitoringsysteem in om de hoeveelheden afval te bepalen;
- het plan van het bedrijf wordt voorgelegd aan het vergunningverlenend gezag (provincie; gemeente) van dat bedrijf. Provincies en gemeenten hebben toegezegd bij de verlening van de milieuvergunning het plan te zullen respecteren.

KWS 2000

Bij de verwerking van kunststof vindt emissie van oplosmiddelen plaats. Voor deze emissie is het reductieprogramma KWS 2000 in principe van belang. Binnen dit programma wordt er naar gestreefd om de totale emissie van vluchtige organische stoffen in het jaar 2000 terug te brengen met 50% ten opzichte van het referentiejaar 1981. Binnen KWS 2000 worden een aantal bedrijfstakken onderscheiden, met ieder een eigen aanpak, om te komen tot de genoemde emissiereductie. De kunststofverwerkende industrie (SBI-code 31.3) maakt deel uit van de binnen KWS 2000 onderscheiden Taakgroep rubber- en kunststofindustrie.

Voor de kunststofverwerkende industrie zijn twee maatregelen van toepassing (VROM/KWS, 1992):

1. Het bij vervanging of uitbreiding van conventionele apparatuur voor het bedrukken van PVC in de PVC-verwerkende industrie, inzetten van apparatuur met voorzieningen voor thermische verbranding van afgassen of terugwinning van oplosmiddelen. Het betreft hier een zekere maatregel die moet worden uitgevoerd in de periode 1988-2000;
2. Het toepassen van polyesterhars met filmvormers bij de open-mal verwerking. Tevens overgang naar gesloten-mal processen. De voorwaarde hierbij is, dat er voldoende technische ontwikkeling heeft plaatsgevonden om toepassing bij dit specifieke proces mogelijk te maken. Uitvoering zal moeten plaatsvinden in de periode 1992-2000. Over de reductiemaatregelen bestaat het KWS-factsheet 10, getiteld: "Styreenemissies bij de verwerking van polyesterhars".

NER

In het kader van de NER gelden voor organische oplosmiddelen specifieke eisen ten aanzien van maximale concentraties.

CFK Aktieprogramma

Het CFK Aktieprogramma is alleen van belang voor een beperkt aantal kunststofschuimen en wordt in deze procesbeschrijving derhalve niet verder behandeld.

7.2. Vergunningsaspecten

De kunststofverwerkende industrie bestaat voor een groot gedeelte uit kleine tot middelgrote bedrijven die, wat betreft de milieuwetgeving, vallen onder de Hinderwet. Begin 1993, als de Wet Milieubeheer in werking treedt, vervalt de Hinderwet. De afgegeven Hinderwetvergunning wordt dan omgezet in een vergunning Wet Milieubeheer. Bedrijven die zich bezig houden met het inzamelen of herverwerken van kunststofafval, moeten in principe een vergunning hebben in het kader van de Afvalstoffenwet (begin 1993 wordt dat ook Wet Milieubeheer) en het bevoegd gezag voor die bedrijven is de provincie. Vanwege achterstand bij de provincies met het behandelen van vergunningen werken veel inzamelaars en herverwerkers nog met hun "oude" Hinderwetvergunning.

Bij het opstellen van standaardvoorschriften kan gebruik gemaakt worden van het Handboek Hinderwetvergunningen. Probleem is echter dat de vergunningverlener onvoldoende op de hoogte is met de optredende bedrijfsrisicofactoren en de voorschriften daardoor omvangrijk en lang niet altijd ter zake.

Bij de meeste kunststofverwerkende bedrijven is de beïnvloeding van het milieu gering. Bij de emissies naar lucht zal rekening gehouden gaan worden met de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NER).

Verder is ook de kunststoffenindustrie betrokken bij de uitvoering van het actieprogramma Koolwaterstoffen 2000 (KWS 2000) waarin de emissies van styreen en de emissies die optreden bij het bedrukken van kunststoffen speciale aandacht krijgen.

Als de bedrijven water lozen, is die activiteit onderworpen aan de lozingsverordening van de betreffende gemeente bij lozing op de riolering, of bij lozing op het oppervlaktewater onder de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Afhankelijk van het gebruik kan het geloosde proceswater thermisch verontreinigd ("opgewarmd") zijn, resten van schoonmaakmiddelen, drukinkt, koolwaterstoffen, etc. bevatten.

Indien een bedrijf chemische afvalstoffen over houdt, heeft het ook te maken met de Wet Chemische Afvalstoffen. De wet schrijft voor dat het chemisch afval slechts mag worden afgegeven aan een erkend bedrijf, waarbij bovendien de nodige administratieve handelingen moeten worden verricht, zoals een melding.

Verwacht wordt dat ook de kunststofverwerkende bedrijven in 1995 wettelijk zullen worden verplicht tot het hebben van een bedrijfsintern milieuzorgsysteem.

8. REFERENTIES

Anoniem (1992)

Additives for Plastics: Plasticizers

Additives Handbook (1984)

Plastics Additives Handbook

Gächter/Müller Hanser Publ. 1984

CBS-1990

Produktiestatistiek industrie

Kunststofverwerkende industrie 1990, SBI31.3

CFK (1990)

CFK Aktieprogramma

VROM 1990

CFK (1991)

CFK Aktieprogramma, jaarrapportage 1990

VROM

Emreg-III (1990)

Emissieregistratie Nederland, derde ronde, 1985 t/m 1987

VROM december 1990

E₃T Consult (1990)

Marktonderzoek naar het elektriciteitsverbruik en de mogelijkheden van elektriciteitsbesparing in de Nederlandse industrie

E₃T Consult bv, Woubrugge

Grontmij (1984)

Rubber- en kunststofverwerkende industrie. Processen en mogelijke emissies naar de bodem.

Groot, De (1991)

Telefonisch overleg met ing. H. de Groot, TNO/CPM

4 en 8 oktober, 1991

Handboek Vergunningen

Handboek milieuvergunningen

Samson

Inventarisatie (1976)

Onderzoek naar de milieubelasting door kunststofafval. Inventarisatie van toeslagstoffen

SVA 1885, 1976

Jaarboek (1992)

Kunststof en rubber, Jaarboek 1992/1993

TNO/CPM / Wyt Uitgevers

KFA Jülich (1990)

H. Kollmann, R. Heckler, W. Huber, S. Husung, K.-D. Sturm, F. Wendland

Stoffströme und Emissionen durch Produktion, Verwendung und Entsorgung von PVC, Angewandte Systemanalyse Nr. 59

KFA Forschungszentrum Jülich GmbH, ISSN 0343-7639, Juli 1990

KWS 2000 (1992)

Factsheet nr. 10, Styreenemissies bij de verwerking van polyesterhars

- Natuur en Milieu (1990)
Kunststoffen in ons milieu (25)
Stichting Natuur en Milieu, december 1990
- NFK-1990)
Jaarverslag 1990
Nederlandse federatie voor kunststoffen
- Noyes Data (1987)
Chemical additives for the plastic industry
Noyes Data Corp. N.J. 1987
- Perry (1973)
Perry, R.H. Chem. Eng. Handbook 5th ed. 1973
- RIVM (1987)
Herverwerking van kunststofafval- Hoeveelheden afval naar plaats van herkomst
- RIVM (1988a)
Afvalpreventie, de betekenis voor milieu, grondstoffen, energie
RIVM 88-031 1988
- RIVM (1988b)
Proefproject aandachtstoffen Wet milieugevaarlijke stoffen
P. van der Poel, J.P.M. Ros
RIVM Rapportnr. 738711001, juli 1988
(incl. basisgegevens)
- RIVM (1989a)
D. Nagelhout, A.A. Sein, G.L. Duvoort
Informatiedocument Kunststofafval
RIVM Rapportnr. 738902002, december 1989
- RIVM (1989b)
C.J.M. Koning, P. van der Poel, J.P.M. Ros
Aandachtstoffen Wet milieugevaarlijke stoffen (isobutanol, HCN, DBP, DOP en nikkel)
RIVM Rapportnr. 738711002, oktober 1989
(incl. basisgegevens)
- RIVM (1991a)
Beoordelingssysteem nieuwe stoffen
Onderdeel: Uitworpverwachting kunststofverwerkende industrie
Dossier F3109-81-001, november 1991
- RIVM (1991b)
W.J.G.M. Peijnenburg, M. v. Ewijk, M.W.A. de Haan, J.A. Janus, W. Sloof and E.G. v. d. Velde
Update of the exploratory report phthalates
RIVM Reportno. 710401008, May 1991
- RIVM (1991c)
P. van der Poel en J.P.M. Ros
Aandachtstoffen Wet milieugevaarlijke stoffen (koolstofdioxide, 2-hydroxy-2-methylpropanitril, dibutylftalaat, di(2-ethylhexyl)ftalaat, hexachloornaftaleen, Direct Red 39, kwik en kwikverbindingen, waterstoffluoride)
RIVM Rapportnr. 736301005

Schouten/vdVegt (1987)

Schouten, A.E., Vegt, A.K. van der
Plastics

Deltapres bv, Overberg, 1987

Staub (1985)

Staub nr 11, p 508-513, Band 45

Stuurgroep PVC & Milieu (1992)

H.M. Caesar

PVC en ketenbeheer, van aanzet tot implementatie in Nederland

TEBODIN (1992)

Energiebesparingsonderzoek binnen de kunststofverwerkende industrie
Rapportnummer 320116

TNO/CPM (1990)

Procesbeschrijving van de productie van kunststofschuim
TNO/CPM 1990

TNO-IMET (1992)

Emissiefactoren voor de kunststof- en rubberverwerkende industrie
TNO/IMET 1992

Vegt, A.K. van der (1982)

Kunststoffen TUD

VDI (1983)

Mischen von Kunststoffen
VDI Verlag 1983

VROM/KWS (1989)

Bestrijdingsstrategie voor de emissie van vluchtige organische stoffen
VROM/Projectgroep KWS 2000, Taakgroep Rubber en Kunststoffen, 1992

VROM (1990)

Reductie van de kooldioxide-uitstoot via het afvalstoffenbeleid
Projectnr. 140346.01, oktober 1990

WSI (1988)

WSI/Mitteilungen, 2/1988, 78 ev

Zbl (1986)

Zbl Arbeitsmed, 36, 328-333

LIJST VAN AFKORTINGEN

ABS	Acrylonitril butadiëen styreen (copolymeer)
ARBO	Arbeidsomstandigheden
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CFK	Chloor fluor koolwaterstof
CPM	Centrum voor Polymere Materialen-TNO (thans KRI-TNO)
DEHP	Di(2-ethylhexyl)ftalaat
DGM	Directoraat-Generaal Milieuhygiëne (VROM)
DOP	Di-octylftalaat (in feite di(2-ethylhexyl)ftalaat)
EPS	Geëxpandeerd polystyreenschuim (zgn. "isolatie-piepschuim")
HDPE	Hoge dichtheid polyetheen
KRI	Kunststoffen en Rubber Instituut-TNO (v/h CPM)
KWS	Koolwaterstof
KWS2000	Koolwaterstoffen 2000 (DGM-programma emissiereductie VOS)
LDPE	Lage dichtheid polyetheen
LLDPE	Lineair lage dichtheid polyetheen
NER	Nederlandse Emissierichtlijnen
NFK	Nederlandse Federatie voor Kunststoffen
PE	Polyetheen
PP	Polypropeen
PUR	Polyurethaan
PVC	Polyvinylchloride
RIZA	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS)
RWS	Ministerie van Verkeer en Waterstaat
SBI	Standaard bedrijfsindeling (CBS)
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UP	Onverzadigde polyesterhars
VOS	Vluchtige organische stoffen
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

LIJST VAN MOGELIJK GEËMITTEERDE COMPONENTEN BIJ VERWERKING VAN KUNSTSTOFFEN MET UITZONDERING VAN SCHUIMEN

Categoriën verontreinigende stoffen	Specifieke verontreinigende stoffen	Herkomst
Zuren, basen, zouten	- o.a. natriumhydroxide, zwavelzuur, natriumsulfaat	afvalwaterbehandeling, kleurstofoevoegingen
(Zware) metalen	- cobalt - vooral koper, chroom en zink, ook antimoon, arseen, cadmium, cobalt, lood, molybdeen, nikkel, selenium, strontium, vanadium - zink - lood en ook barium, cadmium - tin (organische verbindingen)	katalysatoren polyester vuilstoffen, pigmenten, kleurstoffen lossingsmiddel, stabilisator PVC stabilisatoren PVC stabilisatoren PVC
Cyaniden	- allerlei (an)organische verbindingen	pigmenten kleurstoffen
Amines	- allerlei	harders fenoplasten en epoxyharsen, katalysatoren polyesters, antioxidanten
Aromatische koolwaterstoffen	- toluen, xylenen - kookpuntenmengsels - styreen	oplosmiddelen oplosmiddel polyestershars
Fenolen	- fenol, cresol, resorcinol	monomeren fenoplasten
Ftalaten	- dibutylftalaat, dioctylftalaat, benzylbutylftalaat, diethylhexylftalaat en andere - dialkylftalaat	weekmakers (vnl.PVC) reactieve monomeer en oplosmiddel polyesters kleurstoffen, destillatieresiduen
Polycyclische koolwaterstoffen	- o.a. heterocyclische N- en S-bevatende aromaten, naftalen en aromatische amines	
Reactieve N-, P- en S-verbindingen	- azo- en nitroverbindingen - sulfonylhydrazines - organische fosfieten en fosfaten - organische peroxiden	schuimmiddelen polystreen en polyurethanen idem anti-oxidanten, brandvertragende stoffen initiatoren polyesters
Gechlorideerde oplosmiddelen	- methyleenchloride, tri- en tetrachlooretheen	reinigen
Overige gechlorideerde verbindingen	- dichloorstyreen polyesters en epoxyharsen - allerlei - chloorparafines	reactieve monomeer en oplosmiddel biociden, brandvertragende stoffen weekmakers
Olie-achtige verbindingen	- minerale oliën - kookpuntenbenzines - silicone-olie	brandstoffen, afgewerkte (smeer)oliën, emulgatoren oplosmiddelen stabilisator polyurethanen
Organische P-verbindingen	- bijv. tricresylfosfaat	weekmakers PVC
Oplosmiddelen (zonder chloor)	- o.a. methylketon, tetrahydrofuraan	oplosmiddelen lijmstoffen e.d., schoonmaken

Bron: NFK; herziening TNO, 1990