Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor kunststofverwerking

Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor kunststofverwerking

A. Jacobs, E. Hooyberghs, E. Meynaerts en K. Vrancken

ACADEMIA PRESS

http://www.emis.vito.be

© Academia Press - Gent
Eekhout 2
9000 Gent

Deze uitgave kwam tot stand in het kader van het project 'Vlaams kenniscentrum voor de Beste Beschikbare Technieken en bijhorend Energie en Milieu Informatie Systeem' (BBT/EMIS) van het Vlaams Gewest.
Initiatiefnemers van BBT/EMIS zijn de ministers voor Wetenschapsbeleid en voor Leefmilieu, de Vlaamse Administraties Leefmilieu (AMINAL) en Economie (Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie) en de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. Voor de sturing en begeleiding verleenden ook IWT, OVAM, VLM, VMM en de betrokken bedrijfstakorganisaties hun medewerking.

Hoewel al het mogelijke gedaan is om de accuraatheid van de studie te waarborgen, kunnen noch de auteurs, noch Vito, noch het Vlaams Gewest aansprakelijk gesteld worden voor eventuele nadelige gevolgen bij het gebruik van deze studie. Specifieke vermeldingen van procédés, merknamen, enz. moeten steeds beschouwd worden als voorbeelden en betekenen geen beoordeling of engagement.
De gegevens uit deze studie zijn geactualiseerd tot mei 2006.

De uitgaven van Academia Press worden verdeeld door:

Wetenschappelijke Boekhandel J. STORY-SCIENTIA BVBA
Sint-Kwintensberg 87
9000 Gent
Tel. (09) 225 57 57 - Fax (09) 233 14 09

Voor Nederland:
Ef & Ef
Eind 36
6017 BH Thorn
Tel. 0475 561501 - Fax 0475 56 16 60

A. Jacobs, E. Hooyberghs, E. Meynaerts en K. Vrancken
Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor kunststofverwerking
Gent, Academia Press, 2006, xii + 400 pp.

Opmaak: proxess.be

ISBN13: 978 90 382 1077 3
Wettelijk Depot: D/2006/4804/167
Bestelnummer U 964
NUR 971

Voor verdere informatie, kan u terecht bij:
BBT-kenniscentrum
VITO
Boeretang 200
B-2400 MOL
Tel. 014/33 58 68
Fax 014/32 11 85
e-mail: bbt@vito.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

TEN GELEIDE

In opdracht van de Vlaamse Regering is bij Vito, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, in 1995 een Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken opgericht. Dit BBT-kenniscentrum, heeft als taak informatie te verspreiden over milieuvriendelijke technieken in bedrijven. Doelgroepen voor deze informatie zijn milieuverantwoordelijken in bedrijven en de overheid. De uitgave van dit boek kadert binnen deze opdracht. Het BBT-kenniscentrum wordt, samen met het zusterproject EMIS (http://www.emis.vito.be) begeleid door een stuurgroep van het Vlaams Gewest met vertegenwoordigers van de Vlaamse ministers van Leefmilieu en Energie, de administraties Leefmilieu (Aminal), Economie (VEA) en Wetenschapsbeleid (AWI) en de instellingen IWT, OVAM, VLM en VMM.

Milieuvriendelijke technieken zijn erop gericht de milieuschade die bedrijven veroorzaken te beperken. Het kunnen technieken zijn om afvalwater en afgassen te zuiveren, afval te verwerken of bodemvervuiling op te ruimen. Veel vaker betreft het echter preventieve maatregelen die de uitstoot van vervuilende stoffen voorkomen en het energie- en grondstoffenverbruik reduceren. Indien dergelijke technieken, in vergelijking met alle gelijkaardige technieken, het best scoren op milieugebied én indien ze bovendien betaalbaar blijken, spreken we over Beste Beschikbare Technieken of BBT.

Milieunormen die aan bedrijven worden opgelegd, zijn in belangrijke mate gebaseerd op de BBT. Zo zijn de Vlarem II sectorale normen vaak een weergave van de mate van milieubescherming die met de BBT haalbaar is. Het bepalen van de BBT is daarom niet alleen nuttig als informatiebron voor bedrijven, maar ook als referentie waarvan de overheid nieuwe milieunormen kan afleiden. In bepaalde gevallen verleent de Vlaamse overheid ook subsidies aan bedrijven als deze investeren in de BBT.

Het BBT-kenniscentrum werkt BBT-studies uit per bedrijfstak of per groep van gelijkaardige activiteiten. Deze studies beschrijven de BBT en geven achtergrondinformatie. De achtergrondinformatie laat milieu-ambtenaren toe de dagelijkse bedrijfspraktijk beter aan te voelen en geeft bedrijfsverantwoordelijken aan wat de wetenschappelijke basis is voor de verschillende milieuvoorwaarden. De BBT worden getoetst aan de vergunningsnormen en de voorwaarden voor een ecologiepremie die in Vlaanderen van kracht zijn. Soms zijn suggesties gedaan om deze normen en regels te verfijnen. Het verleden heeft geleerd dat de Vlaamse Overheid de gesuggereerde verfijningen vaak effectief gebruikt voor nieuwe Vlarem-reglementering en regels voor ecologiepremie. In afwachting hiervan moeten ze echter als niet-bindend worden beschouwd.

BBT-studies zijn het resultaat van een intensieve zoektocht in de literatuur, bezoeken aan bedrijven, samenwerking met sectorexperts, het bevragen van leveranciers, uitgebreide contacten met bedrijfsverantwoordelijken en ambtenaren, etc. Het spreekt voor zich dat de geschetste BBT overeenkomen met een momentopname en dat niet alle BBT -nu en in de toekomst- in dit werk opgenomen kunnen zijn.

LEESWIJZER

Hoofdstuk 1 Inleiding
licht eerst het begrip "Beste Beschikbare Technieken" toe en de invulling ervan in Vlaanderen en schetst vervolgens het algemene kader van voorliggende BBT-studie. Ondermeer het voornemen, de hoofddoelstellingen en de werkwijze van deze BBT-studie worden hierbij verduidelijkt.

Hoofdstuk 2 Socio-economische en milieu-juridische situering van de sector
bevat een socio-economische doorlichting van de sector van de kunststofverwerking. Hier wordt omschreven welke activiteiten wel en niet in de studie opgenomen werden. In dit hoofdstuk wordt tevens het belang weergegeven van de sector met aantal en omvang van de bedrijven, de tewerkstelling, de omzet, de productie en toegevoegde waarde, de investeringen en de exportgerichtheid. Dit laat ons toe de economische gezondheid en de draagkracht van de sector in te schatten, wat van belang is bij het beoordelen van de haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen. Daarnaast worden de voornaamste wettelijke bepalingen inzake milieuregelgeving opgesomd die op de kunststofverwerkende bedrijven van toepassing (kunnen) zijn.

Hoofdstuk 3 Procesbeschrijvingen
beschrijft in detail de procesvoering in de kunststofverwerkende sector. Vooraf worden de grondstoffen, hulpstoffen en additieven besproken. Daarna volgt voor elk van de processtappen een beschrijving en wordt de bijbehorende milieuproblematiek geschetst. De verschillende onderdelen zijn de voorbewerking (met opslag en transport, doseren en mengen, droog mengen, compounding, voordrogen en malen van overschotten), de verwerking (van thermoplasten, composieten en schuimen), de bewerking, de nabehandeling (voorbereidende behandelingen, verbindingstechnieken, het bedrukken, lamineren en bevlokken en de annealing of nakrimp), het onderhoud en de reiniging en tenslotte de mechanische recyclage van extern ingezameld kunststofafval. Een overzicht van de globale milieu-impact van de sector besluit het hoofdstuk.

Hoofdstuk 4 Beschikbare milieuvriendelijke technieken
licht de verschillende maatregelen toe die in de kunststofverwerking voorzien zijn of geïmplementeerd kunnen worden om milieuhinder te voorkomen of te beperken. De beschikbare milieuvriendelijke maatregelen worden per milieudiscipline (water, lucht, geluid en trillingen, afval, bodem en energie) besproken. Indien noodzakelijk werden de technieken verder gedetailleerd in aparte technische fiches in bijlage 2. In totaal worden 147 maatregelen voorgesteld, waarvan 37 in aparte technische fiches.

Hoofdstuk 5 Selectie van de Beste Beschikbare Technieken
evalueert de milieuvriendelijke maatregelen die in hoofdstuk 4 beschreven zijn naar hun impact op milieu, technische haalbaarheid en kostprijs. De hieruit geselecteerde technieken worden als BBT beschouwd voor de sector, haalbaar voor een gemiddeld bedrijf.

Hoofdstuk 6 Aanbevelingen op basis van de Beste Beschikbare Technieken
geeft suggesties om de bestaande milieuregelgeving te concretiseren en/of aan te vullen. In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke van de milieuvriendelijke technieken in aanmerking komen voor investeringssteun in het kader van de ecologiepremie. Enkele innovatieve technieken worden aangegeven waarvoor bijkomend onderzoek en/of technologische ontwikkelingen vereist is vooraleer ze toegepast kunnen worden in de sector.

INHOUDSTAFEL

TEN GELEIDE I

LEESWIJZER III

SAMENVATTING IX

ABSTRACT XI

Hoofdstuk 1. INLEIDING 1

1.1. Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen 1
1.1.1. Definitie 1
1.1.2. Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid . . 1
1.1.3. Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken 3

1.2. De BBT-studie 'Kunststofverwerking' 3
1.2.1. Doelstellingen van de studie 3
1.2.2. Inhoud van de studie 3
1.2.3. Begeleiding en werkwijze 4

Hoofdstuk 2. SOCIO-ECONOMISCHE EN MILIEU-JURIDISCHE SITUERING VAN DE SECTOR 5

2.1. Omschrijving en afbakening van de bedrijfstak 5
2.1.1. Afbakening van de sector. 5
2.1.2. De bedrijfskolom 8
2.1.3. Sectororganisaties 10

2.2. Socio-economische kenmerken van de sector 11
2.2.1. Aantal en omvang van de bedrijven. 11
2.2.2. Tewerkstelling 14
2.2.3. Omzet, productie en toegevoegde waarde 18
2.2.4. Investeringen 24
2.2.5. Exportgerichtheid. 28
2.2.6. Grafische nijverheid. 29
2.2.7. Conclusie 29

2.3. Draagkracht van de bedrijfstak 30
2.3.1. Evolutie van de bedrijfstak 30
2.3.2. Felheid van concurrentie 31
2.3.3. Grafische nijverheid. 36
2.3.4. Conclusie inschatting draagkracht sector. 37

2.4. Milieu-juridische aspecten 37
2.4.1. Algemeen 37
2.4.2. Vlaamse wetgeving 37
2.4.3. Europese wetgeving 49
2.4.4. Buitenlandse wetgeving over luchtemissies 55

Hoofdstuk 3. PROCESBESCHRIJVINGEN 57

3.1. Algemeen processchema 57

3.2. Grondstoffen, hulpstoffen en additieven 59
3.2.1. Polymeren 59
3.2.2. Hulpstoffen en additieven 62

3.3. Voorbewerking 69
3.3.1. Opslag en transport 69
3.3.2. Doseren en voormengen 70
3.3.3. Droog mengen 70
3.3.4. Compounding 71
3.3.5. Voordrogen 71
3.3.6. Malen van overschotten 72
3.3.7. Milieuaspecten 72

3.4. Verwerking 73
3.4.1. Verwerking van thermoplasten 74
3.4.2. Verwerking van composieten 106
3.4.3. Productie van schuimen 122

3.5. Bewerking 131

3.6. Nabehandeling 133
3.6.1. Voorbereidende behandelingen 134
3.6.2. Verbindingstechnieken 137
3.6.3. Bedrukken, lamineren en bevlokken 144
3.6.4. Annealing – nakrimp 151
3.6.5. Sterilisatie 151

3.7. Onderhoud en reiniging 151

3.8. Mechanische recyclage van extern ingezameld kunststofafval 153

3.9. Globale milieu-impact van de sector 156
3.9.1. Water 156
3.9.2. Lucht 160
3.9.3. Afval 175
3.9.4. Energie 177
3.9.5. Geluid 177

Hoofdstuk 4. BESCHIKBARE MILIEUVRIENDELIJKE TECHNIEKEN 179

4.1. Water 180

4.2. Lucht 184

4.3. Grondstofgebruik (milieubelastende producten) 210

4.4. Afval – grondstof(her)gebruik 211

4.5. Bodem 236

4.6. Energie 237

4.7. Geluid en trillingen 250

Hoofdstuk 5. SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN (BBT) 255

5.1. Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken. 255

5.2. Besluiten uit de evaluatie van de maatregelen 274
5.2.1. Algemene BBT voor alle bedrijven die kunststoffen verwerken. 274
5.2.2. BBT bij de verwerking van thermoplasten 276
5.2.3. BBT bij de verwerking van composieten. 278
5.2.4. BBT bij de productie van schuimen. 278
5.2.5. BBT bij de bewerking van kunststoffen 279
5.2.6. BBT bij de nabehandeling van kunststoffen (bedrukken en lijmen) 280

Hoofdstuk 6. AANBEVELINGEN OP BASIS VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN 283

6.1. Inleiding 283

6.2. Aanbevelingen voor de milieuregelgeving 283
6.2.1. BBT ter beperking van luchtemissies 283
6.2.2. BBT ter beperking van watergebruik en lozing van afvalwater 285
6.2.3. BBT ter beperking van afval en grondstofgebruik 287
6.2.4. BBT ter bescherming van bodem 287
6.2.5. BBT ter beperking van energieverbruik 288
6.2.6. BBT ter beperking van geluidshinder 288

6.3. Aanbevelingen voor ecologiepremie 289
6.3.1. Inleiding 289
6.3.2. Toetsing van de milieuvriendelijke technieken voor kunststof-verwerkende sector aan de criteria voor ecologiepremie. 290
6.3.3. Technologieën die in aanmerking komen voor ecologiepremie 294

6.4. Innovatieve ontwikkelingen 299

BIBLIOGRAFIE 301

LIJST DER AFKORTINGEN 305

BEGRIPPENLIJST 307

BIJLAGEN 309
Bijlage 1. Medewerkers BBT-studie 311
Bijlage 2. Technische fiches van de beschikbare milieuvriendelijke technieken 315
Bijlage 3. Rubrieken van hinderlijke inrichtingen die in de kunststofverwerkende sector kunnen voorkomen 389
Bijlage 4. Finale opmerkingen 399

SAMENVATTING

Het BBT-kenniscentrum, opgericht in opdracht van de Vlaamse Regering bij Vito, heeft tot taak het inventariseren, verwerken en verspreiden van informatie rond milieuvriendelijke technieken. Tevens moet het centrum de Vlaamse overheid adviseren bij het concreet maken van het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT). In dit rapport worden de BBT voor de sector kunststofverwerking in kaart gebracht.

Deze studie heeft tot doel binnen de kunststofverwerkende sector technieken op te sporen die de milieu-impact beperken aan een redelijke prijs. Uitgaande van deze geselecteerde BBT worden aan de Vlaamse overheid voorstellen geformuleerd met betrekking tot de milieuvergunningsregelgeving en het aanmoedigen van deze technieken via ecologiepremie.

De kunststofverwerkende industrie vervaardigt tussen- en/of eindproducten uit kunststof. De synthese van de polymeren en de toevoeging van additieven en hulpstoffen gebeurt meestal bij de chemische bedrijven. Kunststofverwerkende bedrijven kopen de gebruiksklare grondstoffen aan en voeren slechts een beperkt aantal voorbehandelingen uit zoals: opslag en transport, doseren en mengen van masterbatchen of productie-uitval/overschot, voordrogen en eventueel het malen van overschotten of productie-afval/-uitval. Vervolgens wordt de grondstof verwerkt. In deze studie worden zowel de verwerking van thermoplasten, de productie van composieten als de productie van schuimen opgenomen. Na de vormgeving kunnen nog (mechanische) bewerkingen op het product uitgevoerd worden. De nabehandelingen die tot de afbakening van deze studie behoren, zijn: verbindingstechnieken, bedrukken, lamineren, bevlokken en nakrimpen. De technieken voor het aanbrengen van organische coatings wordt in de BBT-studie metaalbewerking grondiger behandeld. Verder wordt ook het onderhoud en de reiniging van machineonderdelen nader belicht.

De belangrijkste milieu-effecten van deze activiteiten zijn de luchtemissies (hoofdzakelijk VOS), het genereren van afval, het grondstof(her)gebruik en het energiegebruik. Het watergebruik, de water- en bodemverontreiniging en het geluid wegen in deze sector minder zwaar door.

Om de milieu-impact van de sector te beperken worden 147 milieuvriendelijke maatregelen voorgesteld in deze studie. Hiervan worden 142 weerhouden als BBT. 39 hiervan zijn van toepassing op alle bedrijven die kunststoffen verwerken. Voor bedrijven die thermoplasten verwerken zijn 50 BBT toepasselijk, voor de productie van composieten worden 11 BBT aangegeven, voor de schuimproductie 19, voor de bewerking 3 en voor de nabehandelingen worden 20 BBT voorgesteld.

Om de luchtemissies van de kunststofverwerkende bedrijven te reduceren zijn tal van BBT gericht op het vervangen van solventen als reinigingsmiddel, het vervangen van VOS als blaasmiddel bij de schuimproductie, vervangen van solventen in inkten en lijmen en het gebruik van harsen die minder styreen emitteren bij de composietproductie. Teneinde de hoeveelheid afval te verminderen worden tal van maatregelen aangegeven waaronder bv. het gebruik van herbruikbare verpakkingen, regelmatig onderhoud van machines en een goede productieplanning. De maatregelen om het grondstofgebruik te beperken, zijn vooral gericht op een optimalisatie van de productie met zo weinig mogelijk productie-uitval en een maximaal hergebruik van productie-overschotten, -afval en –uitval. Het energieverbruik kan gereduceerd worden door verschillende technieken. Het is bv. BBT om bij de verwerking van thermoplasten voldoende aandacht te besteden aan de regeling van de temperatuurcyclus van de spuitgiet- en extrusie-

apparatuur door bv. gepulseerd te koelen. Verder zijn er ook mogelijkheden om warmte te recupereren van droogprocessen en koelcircuits.

De BBT-selectie en de adviesverlening is tot stand gekomen op basis van o.a. een socio-economische sectorstudie, kostprijsberekening, een vergelijking met buitenlandse BBT-documenten, bedrijfsbezoeken en overleg met vertegenwoordigers van de federaties, leveranciers, specialisten uit de administratie. Het formeel overleg gebeurde in een begeleidingscomité, waarvan de samenstelling terug te vinden is in bijlage 1.

ABSTRACT

The Centre for Best Available Techniques (BAT) is founded by the Flemish Government, and is hosted by Vito. The BAT centre collects, evaluates and distributes information on environmental friendly techniques. Moreover, it advises the Flemish authorities on how to translate this information into its environmental policy. Central in this translation is the concept of "BAT" (Best Available Techniques). BAT corresponds to the techniques with the best environmental performance that can be introduced at a reasonable cost.

The aim of this study is to identify BAT for the plastic processing industry. On the basis of the techniques selected as Best Available Techniques, recommendations are formulated with respect to the environmental permit legislation and the eco-investment support policy.

The plastic processing industry produces intermediary and final products in plastic. The polymer synthesis and the compounding, i.e. the mixing of the polymers with additives and auxiliaries, take place in the chemical industry. The plastic processing companies buy the readymade plastic material and execute only some pretreatment operations, such as storage and transport, dosing and mixing in master batches or production waste, pre-drying and grinding of production waste and/or residues. Then, the processing of the plastic takes place. This study covers the processing of thermoplastic material, the production of composites and the production of foams. Some mechanical operations may be executed on the resulting products. Furthermore the joining techniques, the printing, the laminating and the annealing are included in this study. The application of organic coatings is fully discussed in the BAT-study on metal processing. Finally, also the maintenance and cleaning of the machines is dealt with.

The major environmental effects associated with these activities are the emissions to air (mainly VOS), the production of waste and the use of raw materials and energy. The use of water, water and soil pollution and noise nuisance are less important.

In order to reduce the environmental impact of the processing of plastic 147 environmental friendly techniques are suggested in this study. After evaluation, 142 of them are selected as BAT. 39 are applicable to all companies that process plastics. Companies that process thermoplastic material can apply 50 BAT, for the production of composites 11 BAT are given, for the production of foam there are 19 BAT, for the mechanical operations 3 techniques are chosen and for the joining, printing and laminating operations 20 BAT are selected.

Techniques that reduce the air emissions from the plastic processing industry mainly aim at substituting solvents as cleaning agents in all processes, replacing VOS as blowing agents in the production of foam, substituting solvents in ink and adhesives and using resins that emit less styrene in the production of composites. In order to reduce the amount of waste a lot of techniques are presented, such as the use of reusable packaging, regular maintenance of the equipment and a good planning of the production. BAT to reduce the use of raw materials focus on the optimisation of the production process aiming at low waste production and as much reuse of process waste and residues as possible. The use of energy can be lowered by numerous measures. One of the BAT for the processing of thermoplastic material is to follow closely the control of the temperature cycle of the injection molding and extrusion machines. There are also a lot of possibilities to recover the heat of drying and cooling processes.

The BAT selection in this study was based on plant visits, a literature survey, a technical and socio-economic study, cost calculations, and discussions with industry experts, representatives

of the federations and authorities. The formal consultation was organized by means of an advisory committee the composition of which is given in Annex 1.

Hoofdstuk 1 INLEIDING

1.1. Beste Beschikbare Technieken in Vlaanderen

1.1.1. Definitie

Het begrip "Beste Beschikbare Technieken", afgekort BBT, wordt in Vlarem I[1], artikel 1 29°, gedefinieerd als:

"het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen of, wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;

a) "technieken": zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;

b) "beschikbare": op zodanige schaal ontwikkeld dat de technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die technieken al dan niet op het grondgebied van het Vlaamse Gewest worden toegepast of geproduceerd, mits ze voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;

c) "beste: het meest doeltreffend voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel."

Deze definitie vormt het vertrekpunt om het begrip BBT concreet in te vullen voor de kunststofverwerking in Vlaanderen.

1.1.2. Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid

a. Achtergrond

Bijna elke menselijke activiteit (vb. woningbouw, industriële activiteit, recreatie, landbouw) beïnvloedt op de één of andere manier het leefmilieu. Vaak is het niet mogelijk in te schatten hoe schadelijk die beïnvloeding is. Vanuit deze onzekerheid wordt geoordeeld dat iedere activiteit met maximale zorg moet uitgevoerd worden om het leefmilieu zo weinig mogelijk te belasten. Dit stemt overeen met het zogenaamde voorzorgsbeginsel.

In haar milieubeleid gericht op het bedrijfsleven heeft de Vlaamse overheid dit voorzorgsbeginsel vertaald naar de vraag om de "Beste Beschikbare Technieken" toe te passen. Deze vraag wordt als zodanig opgenomen in de algemene voorschriften van Vlarem II[2] (art. 4.1.2.1). Het toepassen van de BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant al wat technisch en economisch mogelijk is, moet doen om milieuschade te vermijden. Daarnaast wordt ook de

[1] Vlarem I: Besluit van de Vlaamse Regering van 12 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de milieuvergunning (B.S. 11 maart 1999)

[2] Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995 (B.S. 31 maart 1999)

naleving van de vergunningsvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichting om de BBT toe te passen.

Ook in de meeste andere geïndustrialiseerde landen kan het BBT-principe worden teruggevonden in de milieuregelgeving, zij het soms met een andere klemtoon. Vergelijkbare begrippen zijn o.a.: BAT (Best Available Techniques), BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs), de Duitse 'Stand der Technik', het Nederlandse ALARA-principe (As Low as Reasonably Achievable) en 'Beste Uitvoerbare Technieken'.

Binnen het Vlaamse milieubeleid wordt het begrip BBT in hoofdzaak gehanteerd als basis voor het vastleggen van milieuvergunningsvoorwaarden. Dergelijke voorwaarden die aan inrichtingen in Vlaanderen worden opgelegd steunen op twee pijlers:

- de toepassing van de BBT;
- de resterende milieu-effecten mogen geen afbreuk doen aan de vooropgestelde milieu-kwaliteitsdoelstellingen.

Ook de Europese "IPPC" Richtlijn (96/61/EC), schrijft de lidstaten voor op deze twee pijlers te steunen bij het vastleggen van milieuvergunningsvoorwaarden.

b. Concretisering van het begrip

Om concreet inhoud te kunnen geven aan het begrip BBT, dient de algemene definitie van Vlarem I nader verduidelijkt te worden. Het BBT-kenniscentrum hanteert onderstaande invulling van de drie elementen.
"Beste" betekent "beste voor het milieu als geheel", waarbij het effect van de beschouwde techniek op de verschillende milieucompartimenten (lucht, water, bodem, afval) wordt afgewogen;
"Beschikbare" duidt op het feit dat het hier gaat over iets dat op de markt verkrijgbaar en redelijk in kostprijs is. Het zijn dus technieken die niet meer in een experimenteel stadium zijn, maar effectief hun waarde in de bedrijfspraktijk bewezen hebben. De kostprijs wordt redelijk geacht indien deze haalbaar is voor een 'gemiddeld' bedrijf uit de beschouwde sector én niet buiten verhouding is tegenover het behaalde milieuresultaat;
"Technieken" zijn technologieën én organisatorische maatregelen. Ze hebben zowel te maken met procesaanpassingen, het gebruik van minder vervuilende grondstoffen, end-of-pipe maatregelen, als met goede bedrijfspraktijken.

Het is hierbij duidelijk dat wat voor het ene bedrijf een BBT is dat niet voor een ander hoeft te zijn. Toch heeft de ervaring in Vlaanderen en in andere regio's/landen aangetoond dat het mogelijk is algemene BBT-lijnen te trekken voor groepen van bedrijven die dezelfde processen gebruiken en/of gelijkaardige producten maken.

Dergelijke sectorale of bedrijfstak-BBT maken het voor de overheid mogelijk *sectorale vergunningsvoorwaarden* vast te leggen. Hierbij zal de overheid doorgaans niet de BBT zelf opleggen, maar wel de milieuprestaties die met BBT haalbaar zijn als norm beschouwen.

Het concretiseren van BBT voor sectoren vormt tevens een nuttig referentiepunt bij het toekennen van steun bij milieuvriendelijke investeringen door de Vlaamse overheid. De *regeling voor ecologiepremie* bepaalt dat bedrijven die milieu-inspanningen leveren die verdergaan dan de wettelijke vereisten, kunnen genieten van een investeringssubsidie.

1.1.3. Het Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken

Om de overheid te helpen bij het verzamelen en verspreiden van informatie over BBT en om haar te adviseren in verband met het BBT-gerelateerde vergunningenbeleid, heeft Vito (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) op vraag van de Vlaamse overheid een Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken uitgebouwd. Dit BBT-kenniscentrum inventariseert informatie rond beschikbare milieuvriendelijke technieken, selecteert daaruit de beste beschikbare technieken en vertaalt deze naar vergunningsvoorwaarden en ecologiepremie. De resultaten worden op een actieve wijze verspreid, zowel naar de overheid als naar het bedrijfsleven, onder meer via sectorrapporten, informatiesessies en het Internet (http://www.emis.vito.be).

Het BBT-kenniscentrum wordt gefinancierd door het Vlaams Gewest en begeleid door een *stuurgroep* met vertegenwoordigers van de Vlaamse overheid (kabinet Leefmilieu, kabinet Energie, AMINAL, VEA, AWI, IWT, OVAM, VMM en VLM).

1.2. De BBT-studie 'Kunststofverwerking'

1.2.1. Doelstellingen van de studie

Deze BBT-studie bevat een BBT-analyse van het overgrote deel van de kunststofverwerkende sector en werd opgesteld op vraag van de stuurgroep van het BBT-kenniscentrum. Het voornaamste doel van deze studie is het uitvoeren van een sectorstudie, waarbij de milieuvriendelijke technieken, technologieën en organisatorische maatregelen gezocht worden die in een kunststofverwerkend bedrijf voorzien zijn of geïmplementeerd kunnen worden ter voorkoming van milieuhinder. Vervolgens wordt hieruit de BBT geselecteerd. In deze studie wordt bijzondere aandacht besteed aan de milieucompartimenten afval, lucht en energie.

1.2.2. Inhoud van de studie

Vertrekpunt van het onderzoek naar de Beste Beschikbare Technieken voor de kunststofverwerking is een socio-economische doorlichting (hoofdstuk 2, p. 5). Dit laat ons toe de economische gezondheid en de draagkracht van de sector in te schatten, wat van belang is bij het beoordelen van de haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen.

In het derde hoofdstuk (p. 57) wordt de procesvoering in detail beschreven en wordt per processtap nagegaan welke milieu-effecten optreden.

Op basis van een uitgebreide literatuurstudie, aangevuld met gegevens van leveranciers en bedrijfsbezoeken, wordt in hoofdstuk 4 (p. 179) een inventaris opgesteld van milieuvriendelijke technieken voor de sector. Vervolgens vindt, in hoofdstuk 5 (p. 255), voor elk van deze technieken een evaluatie plaats, niet alleen van het globaal milieurendement, maar ook van de technische en economische haalbaarheid. Deze grondige afweging laat ons toe de Beste Beschikbare Technieken te selecteren.

De BBT zijn op hun beurt de basis voor een aantal suggesties om de bestaande milieuregelgeving te evalueren, te concretiseren en aan te vullen (hoofdstuk 6, p. 283). Tevens wordt onderzocht welk van deze technieken in aanmerking komen voor investeringssteun in het kader van de ecologiepremie.

1.2.3. Begeleiding en werkwijze

De belangrijkste bronnen die geraadpleegd werden bij het opstellen van dit document zijn:

- InfoMil, “Kunststofverwerkende industrie, Juni 2002;
- Fechiplast, Presti-project, “Kunststofverwerkende sector”, 1996;
- FO-Industrie, “Werkboek milieumaatregelen, Rubber- en kunststofverwerkende industrie”, 2002;
- Handboek milieuvergunningen;
- European Commission, Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents, 2005;
- AMINAL, “Evaluatie emissiereductiepotentieel voor VOS-emissies van de grafische sector”, VITO-studie i.o.v. Aminal, 2002;
- Derden A. et al., “BBT voor de grafische sector”, 1998;
- …

Voor de wetenschappelijke begeleiding van de studie werd een begeleidingscomité samengesteld met vertegenwoordigers van industrie en overheid. Dit comité kwam 4 keer bijeen om de studie inhoudelijk te sturen (16 november 2004, 18 april 2005, 16 juni 2005, 26 januari 2006). De namen van de leden van dit comité en van de externe deskundigen die aan deze studie hebben meegewerkt, zijn opgenomen in Bijlage 1, p. 311. Het BBT-kenniscentrum heeft voor zover mogelijk rekening gehouden met de opmerkingen van het begeleidingscomité. Dit rapport is evenwel geen compromistekst maar komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de stand der techniek en de daaraan gekoppelde, meest aangewezen aanbevelingen beschouwt.

Hoofdstuk 2 SOCIO-ECONOMISCHE EN MILIEU-JURIDISCHE SITUERING VAN DE SECTOR

In dit hoofdstuk wordt de sector van kunststofverwerking gesitueerd en doorgelicht, zowel socio-economisch als milieu-juridisch.

Vooreerst wordt de bedrijfstak omschreven en het onderwerp van studie zo precies mogelijk afgebakend. Daarna wordt een soort barometerstand van de sector bepaald, enerzijds aan de hand van een aantal socio-economische kenmerken en anderzijds door middel van een inschatting van de draagkracht van de bedrijfstak. In een derde paragraaf wordt dieper ingegaan op de belangrijkste milieu-juridische aspecten voor de kunststofverwerking.

2.1. Omschrijving en afbakening van de bedrijfstak

2.1.1. Afbakening van de sector

a. Technische indeling

De kunststofverwerkende nijverheid maakt deel uit van de chemische industrie die in België volgende activiteiten omvat: de basischemie, de parachemie, de verwerking van rubber en kunststof en aanverwante sectoren (Fedichem, 2004).

De *basischemie* omvat alle chemische en fysische eenheidsprocessen die de functionaliteit van de chemicaliën modificeren en kan verder opgesplitst worden in (Aminal, maart 2004):
– organische basischemie: raffinage, bulkchemie, fijnchemie, kunststoffen in primaire vorm.
– anorganische basischemie: bulkchemie (ammoniak, zuren, meststoffen), chloor-alkali, fijnchemie.

De chemicaliën die gesynthetiseerd worden in de basischemie dienen als basis voor de *parachemie*. In de parachemie worden de chemicaliën via fysische eenheidsprocessen (bijvoorbeeld mengen, kneden, homogeniseren, extruderen, snijden, etc.) tot consumentengoederen geformuleerd (Aminal, maart 2004). Deze subsector kan verder opgesplitst worden in: verven, vernissen, drukinkten, stopverven, houtbeschermingsmiddelen, geneesmiddelen voor mens en dier, vetten en oliën, zepen, detergenten, cosmetica, parfumerie-, toilet- en hygiëneproducten, diverse producten voor industrie en land- en tuinbouw (Fedichem, 2004).

De subsector *verwerken van rubber en kunststof*' produceert halffabrikaten, onderdelen, verpakkingen en producten op basis van kunststoffen en rubbers in primaire vorm. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een groot aantal vormgevingstechnieken zoals bijvoorbeeld extrusie, spuitgieten, verspanen (Aminal, maart 2004).

Tot de *aanverwante sectoren* behoren bijvoorbeeld biotechnologie, recuperatie, behandeling en recyclage van afval, chemisch ingenieurswezen, laboratoria voor onderzoek, testen en analyse (Fedichem, 2004).

b. NACE-BEL indeling

Er bestaan verschillende benaderingen om economische activiteiten in te delen. In de (officiële) statistieken wordt meestal de NACE-BEL nomenclatuur[3] gehanteerd.

De activiteit "verwerking van kunststof" (exclusief recyclage) kan ingedeeld worden volgens NACE-BEL rubriek 25.2, namelijk:
- 25.21: Vervaardiging van platen, vellen, buizen en profielen van kunststof;
- 25.22: Vervaardiging van verpakkingsmateriaal van kunststof;
- 25.23: Vervaardiging van kunststofelementen voor de bouw;
- 25.24: Vervaardiging van overige producten van kunststof.

Echter, er is geen NACE-BEL rubriek die éénduidig alle kunststofverwerkende bedrijven (of alle productiestappen) omvat die deel uitmaken van voorliggende BBT-studie. Ter illustratie: in de GOM-bedrijvengids voor Vlaanderen (2003-2004) vindt men voor de kunststofverwerkende bedrijven uiteenlopende NACE-BEL rubrieken terug:
- 24.140: vervaardiging van overige organische chemische basisproducten;
- 24.300: vervaardiging van verf, vernis, drukinkt;
- 27.220: vervaardiging van stalen buizen;
- 28.150: oppervlaktebehandeling en bekleding van metaal;
- 28.751: vervaardiging van huishoudartikelen;
- 34.300: vervaardiging van onderdelen en accessoires voor motorvoertuigen en motoren;
- 45.220: schrijnwerkerij van hout of kunststof;
- etc.

De meerderheid van de bedrijven in Vlaanderen die kunststof recycleren (PLAREMEC, 2004) hebben in de GOM-bedrijvengids voor Vlaanderen NACE-BEL code 37.2 "Recyclage van overige recycleerbare producten" of een code uit rubriek 25.2 (d.i. in functie van het recyclageproduct). Daarnaast beschrijven een viertal bedrijven hun (hoofd)activiteit met één van de volgende NACE-BEL rubrieken:
- 37.100: recuperatie van recycleerbaar metaalafval;
- 51.478: groothandel in overige intermediaire producten, n.e.g.;
- 51.550: groothandel in chemische producten;
- 90.002: verzamelen, storten en verwerken van huisvuil.

De verschillende NACE-BEL codes kunnen verklaard worden door het feit dat bepaalde bedrijven in de GOM-bedrijvengids slechts één code hebben opgegeven, bijvoorbeeld voor de hoofdactiviteit (die niet kunststofverwerking of -recyclage is).

Wat de officiële statistieken van het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS) en de Rijksdienst voor Sociale Zekerheid betreft, wordt getracht om in hoofdstuk 2 de gegevens voor NACE-BEL rubriek 25.2 te inventariseren. Immers, deze rubriek is de enige NACE-BEL rubriek die enkel kunststofverwerkende activiteiten indeelt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze statistieken slechts een benadering zijn van de werkelijke socio-economische kenmerken van de kunststofverwerkende nijverheid: de statistieken hebben betrekking op de hoofdactiviteit van bedrijven (terwijl kunststofverwerking ook een secundaire activiteit kan zijn) én op bedrijven met een minimum aantal werknemers (bijvoorbeeld de PRODCOM-statistieken

[3] In 1992 publiceerde het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS) de Belgische versie van NACE Rev. 1 of NACE-BEL. De activiteitennomenclatuur bestaat uit verschillende hiërarchische niveaus: 17 secties en 16 subsecties (A tot Q), vervolgens afdelingen (2 cijfers), groepen (3 cijfers), klassen (4 cijfers) en subklassen (5 cijfers). Op het laagste niveau telt de NACE-BEL nomenclatuur bijna 800 rubrieken.

van het NIS hebben betrekking op ondernemingen met minstens 10 werknemers). Heel wat leden van Agoria Kunststoffen zijn niet in deze statistieken opgenomen: voor de subsector vezelversterkte kunststoffen of composieten bestaat nog geen statistische rubriek; meer dan de helft van de leden verwerken kunststof als nevenactiviteit en zijn in de statistieken opgenomen onder hun hoofdactiviteit ("Agoria Kunststoffen 2004-2005").

c. Afbakening van de BBT-studie

Voorliggende sectorstudie heeft betrekking op het onderdeel kunststofverwerking van de sector "*verwerken van rubber en kunststof* ", namelijk: de bedrijven die een polymeer grondstof in poedervorm, granulaatvorm of in oplossing (inclusief additieven) verwerken om, via een thermisch of mechanisch proces, een definitieve vorm te geven aan het materiaal. De kunststofverwerkende industrie is een heterogene sector vanwege de grote diversiteit aan grondstoffen/polymeren enerzijds en verwerkingstechnieken en toepassingen anderzijds.

De verschillende productiestappen die in deze BBT-studie behandeld worden, zijn:
– voorbewerking,
– verwerking,
– bewerking,
– nabehandeling,
– mechanische recyclage van extern ingezameld kunststofafval.

De productiestap "kunststofverwerking" wordt verder opgesplitst in drie subgroepen:
– verwerking van thermoplasten (incl. composieten, elastomeren),
– verwerking van thermoharders (epoxy en polyester, incl. composieten),
– productie van kunststofschuimen (incl. PU-schuim).

De productiestap "nabehandeling" omvat zowel bepaalde oppervlaktebehandelingstechnieken als verbindingstechnieken en nabehandelingen. De nabehandelingen die in deze studie besproken zullen worden, zijn:
– voorbereidende behandelingen;
– verbindingstechnieken (lijmen, lassen, mechanische verbindingen);
– bedrukken, lamineren en bevlokken van kunststoffen;
– annealing, nakrimp;
– onderhoud en reiniging van nabehandelingsapparatuur.

Voor de overige oppervlaktebehandelingen wordt verwezen naar de studies:
- "BBT voor de metaalbewerkende nijverheid" (L. Goovaerts, M. De Bonte, P. Vercaemst, R. Dijkmans, 2004), hoofdstukken 3.19 t.e.m. 3.24: voor de technieken voor het aanbrengen van organische deklagen (verven en lakken);
- "BBT voor de oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen" (Goovaerts L., Jacobs A., B. Gielen, I. Van Tomme, K. Vrancken, in voorbereiding): voor voorbehandelingstechnieken.

Bij de nabehandelingsprocessen wordt in deze studie het bedrukken van kunststoffen opgenomen. Deze activiteit behoort tot de *grafische nijverheid.* Deze nijverheid groepeert alle bedrijven die één of meer activiteiten uitvoeren van beeld- en tekstcreatie, drukken op om het even welk materiaal, afwerking van het drukwerk en alle reproductie- en dupliceringsactiviteiten van audio-visuele communicatie. De socio-economische kenmerken van deze sector werden reeds beschreven in de BBT-studie voor de grafische nijverheid (Derden A. et al., 1998). De selectie van de beste beschikbare technieken maakt deel uit van voorliggende studie.

Volgende activiteiten worden niet behandeld in voorliggende BBT-studie:
- de grondstofproductie (d.i. de polymeersynthese) die behoort tot de sector van de basischemie;
- de verwerking van rubber;
- de compounding omdat het toevoegen van een aantal additieven en hulpstoffen aan de grondstof en het maken van de kunststofkorrels meestal gebeurt bij de kunststofproducent of in afzonderlijke bedrijven. De meeste kunststoffen worden dan ook verwerkingsklaar aangeleverd bij de kunststofverwerker. Enkel de grotere verwerkers van PVC maken zelf hun compound aan: producenten van buizen, raamprofielen, vloerbekleding en folie;
- de elektrolytische behandeling, chemische behandeling, het organisch coaten van kunststoffen (d.i. verven, lakken en vernissen) en ontvetten met oplosmiddelen omdat deze oppervlaktebehandelingstechnieken aan bod komen in andere BBT-studies, nl. deze voor de metaalbewerkende nijverheid (L. Goovaerts, 2004) en deze over de oppervlaktebehandelingstechnieken voor metalen en kunststoffen (Goovaerts L., in voorbereiding);
- de verwerking van kunststoffen met textiel- of tapijtproductie als finaliteit omdat deze activiteiten behandeld worden in de BBT-studie over textielveredeling en in de BREF for textiles industry.

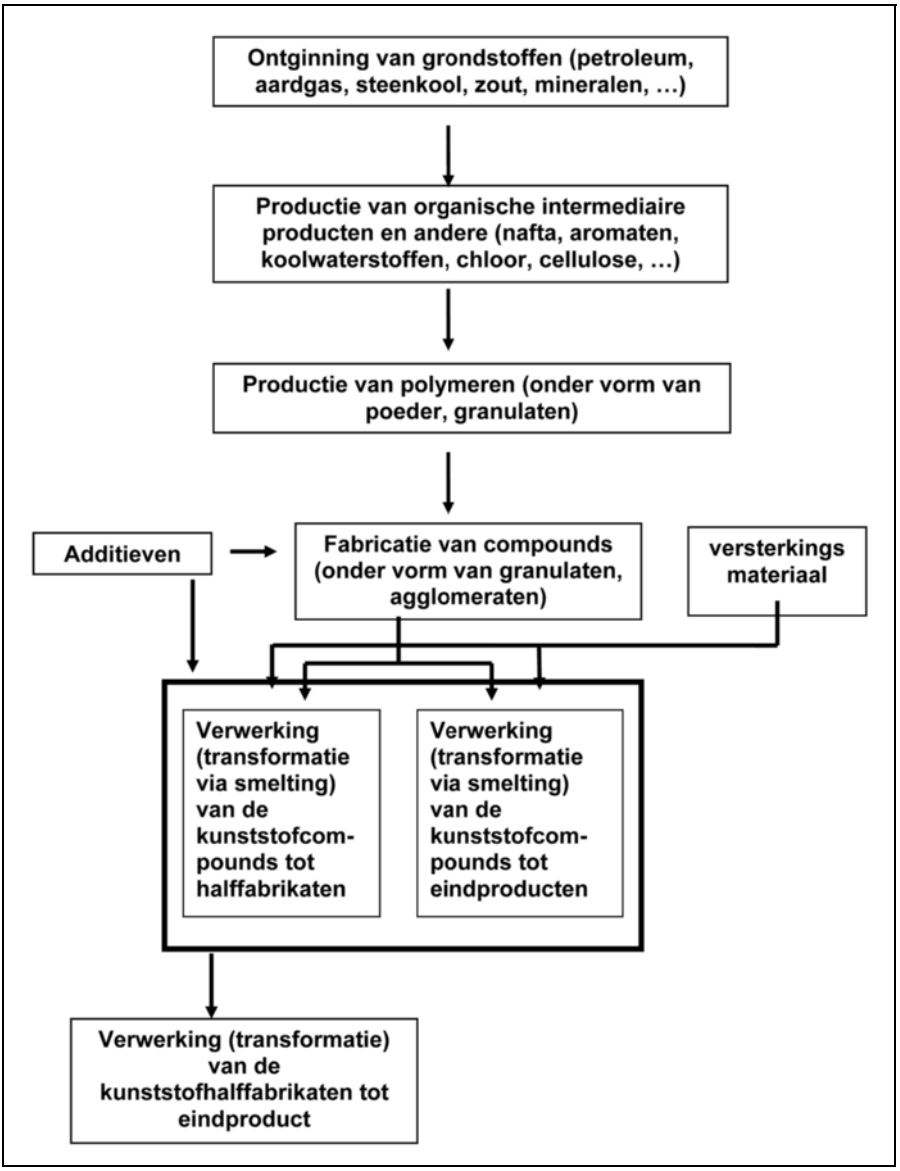
2.1.2. De bedrijfskolom

Zoals in de onderstaande figuur duidelijk tot uiting komt, situeren de kunststofverwerkers zich op het einde van de productieketen van kunststofproducten. Zij maken ofwel halffabrikaten ofwel eindproducten, die dan aan een verbruiker of aan de opdrachtgever geleverd worden.

Voor de kunststofverwerkers zijn de polymeren veruit de belangrijkste grondstof. De meeste polymeren worden geproduceerd door zeer grote en sterk geïntegreerde chemische en petrochemische bedrijven. Sommige kunststofverwerkers gebruiken echter ook monomeren als basisgrondstof, b.v. voor de productie van schuimen of thermoharders. Zowel de polymeren als de basismonomeren worden door grote multinationals geproduceerd. Het aantal toeleveranciers per type grondstof daalt omwille van de talrijke fusies die plaatsvinden tussen de grondstofproducenten. Per type grondstof en per kunststofverwerkend bedrijf zijn er gemiddeld 5 à 6 lokale toeleveranciers.

Voor de fabrikanten van vezelversterkte kunststoffen zijn ook de versterkingsmaterialen (onder de vorm van versterkingsvezel, roving, mat, non-woven of breisel) een belangrijke grondstof. Glasvezel is omwille van de prijs-prestatie verhouding veruit het meest gebruikte versterkingsmateriaal. Wereldwijd zijn er slechts drie grote fabrikanten van glasvezel.

Het gemiddeld aantal afnemers per kunststofverwerkend bedrijf is afhankelijk van de subsector. De sector wordt in het algemeen gekenmerkt door een groot aantal afnemers. Uitzonderingen hierop zijn de toeleveranciers van de automobielnijverheid en de elektronicasector die in de meeste gevallen maar één afnemer hebben. De belangrijkste afnemers van de kunststofverwerkende sector zijn de verpakkingsindustrie, de bouwsector en de automobielsector.



Figuur 1: Bedrijfskolom van de kunststofverwerking

2.1.3. Sectororganisaties

Fedichem (http://www.fedichem.be), de Federatie van de Chemische Industrie van België, vertegenwoordigt en verdedigt meer dan 700 ondernemingen in de chemische sector die voor 95% van de omzet zorgen (Fedichem, 2004).

Febelplast (ex-Fechiplast), de Vereniging van kunststof- en rubberverwerkers binnen Fedichem, vertegenwoordigt in België de kunststofverwerkende bedrijven. Febelplast en Fedichem Polymers, Sectie Producenten en Invoerders van kunststoffen, vertegenwoordigen de kunststofindustrie in België.

Agoria Kunststoffen (http://www.agoria.be) vertegenwoordigt de Belgische kunststofverwerkende leden van Agoria. Binnen Agoria Kunststoffen hebben diverse deelsectoren een eigen beroepsvereniging:

- Kunststofverwerking – met primaire vormingstechnieken worden kunststofgranulaten of -poeders verwerkt tot eindproducten of halffabrikaten.
- Reinforplast – productie gewapende kunststoffen, polymeerbeton en andere samengestelde en combinatiematerialen.
- Secundaire vormingsmethoden – stoflassen, lijmen, klikverbindingen, bestraling en oppervlaktebehandelingen zoals metalliseren, bedrukken, verven.
- Recyclage van eigen productie-afval en van “einde levenscyclus”-afval.
- Buildiplast – kunststofschrijnwerkers.

Agoria Kunststoffen en Febelplast vertegenwoordigen samen 252 kunststof- en rubberverwerkende bedrijven (Febelplast, “Economisch jaarrapport 2004”).

Febelplast en Agoria Kunststoffen vertegenwoordigen de Belgische kunststofverwerkers op Europees niveau als lid van de koepelorganisatie EuPC of “**European Plastics Converters**” (http://www.eupc.org).

“**European Composites Industry Association**” of EuCIA (http://www.eucia.org) is de Europese Vereniging van fabrikanten van vezelversterkte kunststoffen of composieten is.

De bedrijven die in België kunststof recycleren worden zowel vertegenwoordigd door **Febelpla**, de beroepsvereniging van kunststof recyclagebedrijven bij COBEREC (Confederatie van de Belgische Recuperatie; http://www.coberec.be), als door **Febem**, de Federatie van Bedrijven voor Milieubeheer (http://www.fege-febem.be), en Febelplast.

De producenten van vinylbekleding worden vertegenwoordigd door **Febeltex** (http://www.febeltex.be) of de Belgische Textiel Federatie.

De bedrijven die kunststof bedrukken (b.v. kunststof verpakking) worden vertegenwoordigd door **Fetra** (http://www.fetra.be) (1 bedrijf) of de Federatie der Papier- en Kartonverwerkende bedrijven, Febelplast (2 bedrijven) en Febeltex (3 bedrijven). **Febelgra** (http://www.febelgra.be) of de Federatie van de Belgische Grafische Industrie[4] heeft 30 leden die zeefdrukken op verschillende soorten substraat waaronder ook op kunststof. Daarnaast zijn er zeer veel kleine zeefdrukkerijen die niet bij een federatie zijn aangesloten of door de verscheidenheid van substraten die ze bedrukken onder verschillende federaties terug te vinden zijn (communicatie Mevr. Heirman).

[4] *Febelgra* groepeert de bedrijven die ressorteren onder de NACE-BEL codes 22.22, 22.23, 22.24, 22.25. De krantendrukkerijen maken geen deel uit van de Febelgra-leden maar van de Belgische Vereniging van Dagbladuitgevers. De meeste leden van Febelgra zijn bedrijven die op papier drukken.

PLAREMEC is een permanent overlegplatform voor de mechanische recyclage van kunststofafval in België, opgericht door kunststofproducenten, kunststofverwerkers, recyclagebedrijven en erkende organismen voor de inzameling van huishoudelijk en industrieel afval. De stichtende leden zijn Agoria, Febem, Febelpa, Febelplast, **Fost Plus** (Vereniging voor valorisatie van kunststofafval; http://www.fostplus.be) en **VAL-I-PAC** (erkend organisme voor bedrijfsmatig verpakkingsafval; http://www.valipac.be). Het overlegplatform heeft op korte en middellange termijn vijf prioritaire acties vooropgesteld:

1. onderzoek naar afzetmarkten voor recyclaten,
2. stimuleren van afzet van recyclaten in bepaalde productstromen,
3. overeenkomsten met en tussen de gewestelijke en federale overheden,
4. promotiecampagnes voor recyclage en recyclaten,
5. bespreking en evaluatie van terugnameplichten.

Verder is er ook de cluster "**Vlaams Kunststof Centrum Vzw"** of VKC (http://www.vkc.be). Het technologiecentrum biedt technologische ondersteuning, expertise, opleiding en onderwijs aan alle belangstellenden van de Vlaamse regio en de kunststofverwerkende KMO's in het bijzonder.

2.2. Socio-economische kenmerken van de sector

In deze paragraaf wordt de toestand van de sector geschetst aan de hand van enkele socio-economische indicatoren. Deze geven ons een algemeen beeld van de structuur van de sector en vormen de basis om in de volgende paragraaf de gezondheid van de sector in te schatten. De gegevens in voorliggende paragraaf werden geactualiseerd tot september 2005.

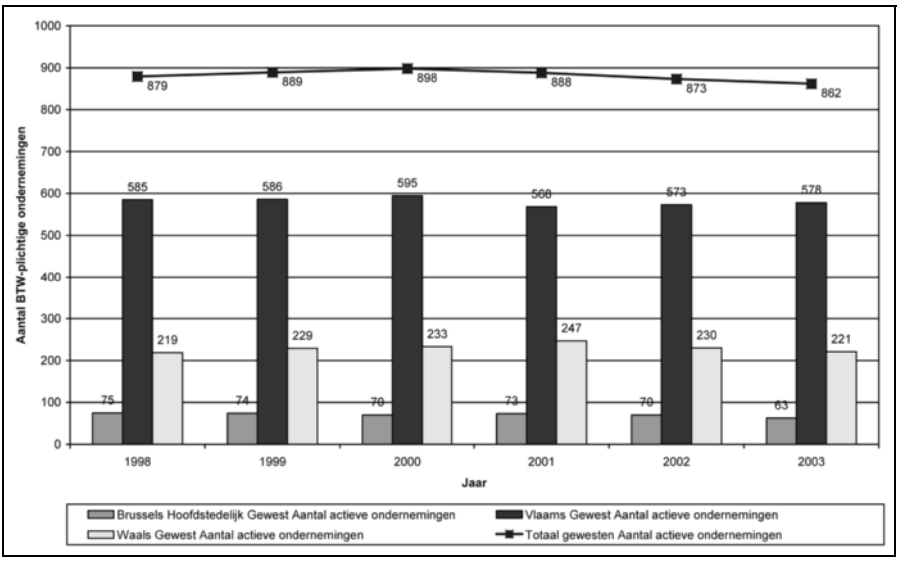
2.2.1. Aantal en omvang van de bedrijven

In het rapport "Agoria Kunststoffen, 2004-2005" stelt **Agoria Kunststoffen** dat er in België zo'n 1 200 kunststof- en composietverwerkende ondernemingen actief zijn. Een 300-tal zijn spuitgieters, een 300-tal werkt met extrusielijnen, een 200-tal zijn composietverwerkers, 45 bedrijven produceren met compressietechnieken, 35 met schuimtechnieken en een 300-tal met diverse andere technieken. Daar komen nog de kunststofschrijnwerkers bij die veelal zowel kunststof- als aluminiumschrijnwerk produceren.

Volgens het **Nationaal Instituut voor de Statistiek** (ECODATA) omvatte in 2003 de NACE-BEL rubriek 25.2 zo'n 862 BTW-plichtige bedrijven. Hiervan was 67% gevestigd in het Vlaamse Gewest, 26% in het Waalse Gewest en 7% in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In Figuur 2, p. 12, wordt voor de periode 1998-2003 een overzicht gegeven van de evolutie van het aantal BTW-plichtige ondernemingen per gewest.

Na een toename van het aantal ondernemingen in de periode 1998-2000, neemt sinds 2000 het aantal ondernemingen af. Deze daling kan verklaard worden door de stopzetting van een tiental middelgrote kunststofverwerkende bedrijven en delokalisatie (Fechiplast, "Jaarverslag 2003"). Deze evolutie vindt plaats onder invloed van de delokalisatie van sommige opdrachtgevers, het verlies aan competitiviteit van Belgische productievestigingen en consolidatie (schaalvergroting) binnen de sector (communicatie Dhr. Scheys).

Het Vlaamse Gewest vertegenwoordigt in de periode 1998-2003 het grootste aandeel (64% à 67%). In tegenstelling tot de algemene trend, nam in het Vlaamse Gewest het aantal bedrijven in 2003 toe met 1% ten opzichte van 2002.



Figuur 2: Evolutie aantal BTW-plichtige ondernemingen NACE-BEL 25.2, per gewest (1998-2003)

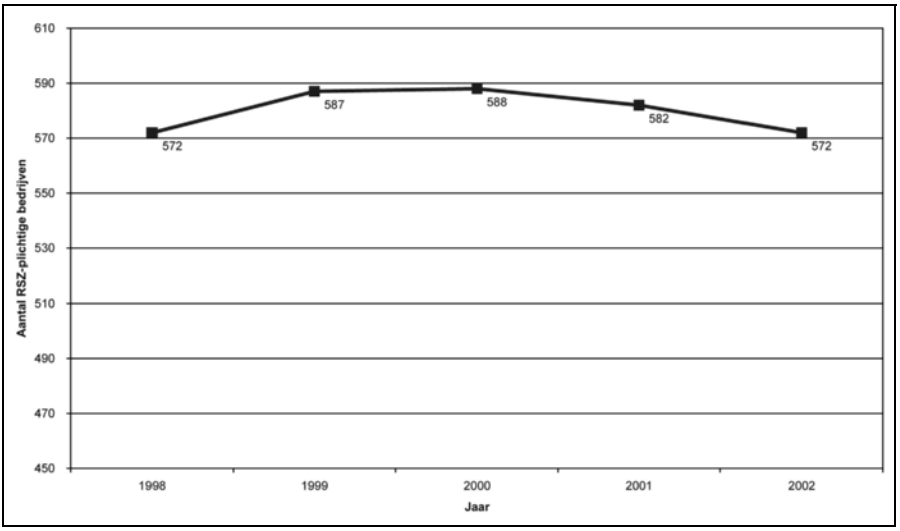
Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek.

De **Rijksdienst voor Sociale Zekerheid** geeft aan dat per 30 juni 2002 in België 572 inrichtingen[5] RSZ-plichtig waren binnen NACE-BEL rubriek 25.2. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aantal RSZ-plichtige inrichtingen lager ligt dan het aantal BTW-plichtige ondernemingen. Dit kan verklaard worden door de verschillende waarnemingssfeer van de betreffende statistieken[6].

Na een toename van het aantal inrichtingen in de periode 1998-2000, werd in 2002 opnieuw het niveau van 1998 bereikt (cf. Figuur 3, p. 13). Deze daling kan opnieuw verklaard worden door de stopzetting van een tiental middelgrote kunststofverwerkende bedrijven en delokalisatie (Fechiplast, “Jaarverslag 2003”).

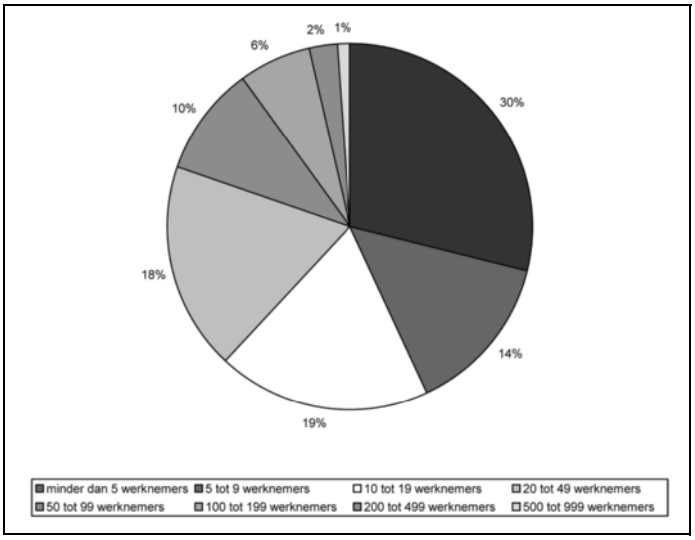
[5] Een *inrichting* is een eenheid van de gedecentraliseerde statistiek (RSZ, 2002): indien de werkgever één exploitatiezetel en één activiteit heeft, is de inrichting gelijk aan de werkgever; indien de werkgever minstens twee afzonderlijke exploitatiezetels heeft en/of verschillende activiteiten, wordt elke zetel en voor eenzelfde zetel met twee of meer activiteiten, elke activiteit, een inrichting. De verschillende zetels die in dezelfde gemeente gelegen zijn met dezelfde activiteit worden als één inrichting beschouwd.

[6] De waarnemingssfeer van de RSZ-statistieken omvat het geheel van de werkgevers en werknemers die onderworpen zijn aan de sociale zekerheid voor bezoldigde werknemers. De waarnemingssfeer van de BTW-statistieken omvat alle BTW-plichtigen, ongeacht of zij de hoedanigheid van RSZ-plichtige werkgever hebben.



Figuur 3: Evolutie aantal RSZ-plichtige inrichtingen NACE-BEL 25.2, België (1998-2002)
Bron: Rijksdienst voor Sociale Zekerheid.

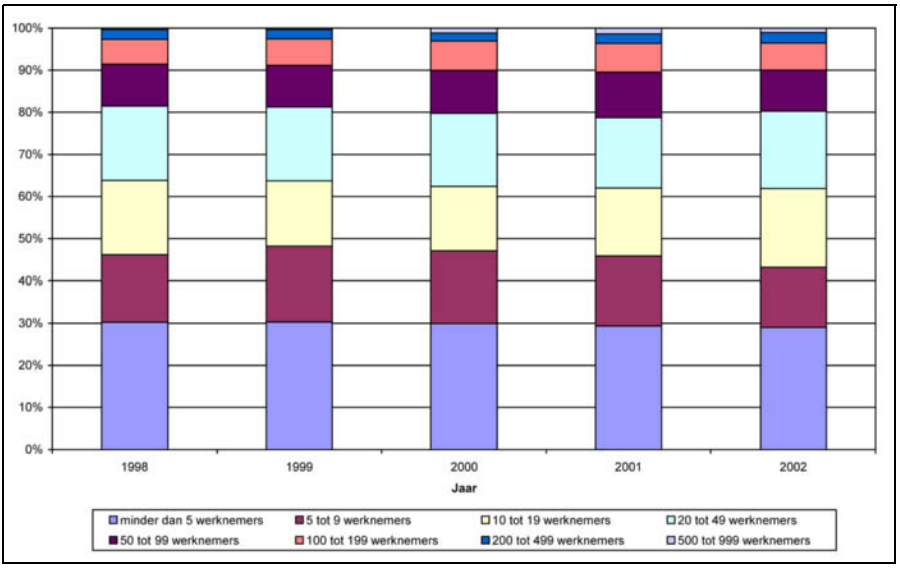
De Belgische kunststofverwerking is een typische KMO-sector. In 2002 stelde 63% van de inrichtingen in Vlaanderen minder dan 20 werknemers tewerk en 91% minder dan 100 werknemers.
Figuur 4 geeft de verdeling van de Belgische kunststofverwerkende inrichtingen in 2002 naar grootteklasse.



Figuur 4: Indeling NACE-BEL 25.2 per grootteklasse, België (2002)
Bron: Rijksdienst voor Sociale Zekerheid.

De composietsector bestaat voor minstens 80% uit KMO's (communicatie Dhr. Bos). De productie van vezelversterkte kunststoffen of composieten is vooral het werk van kleine ondernemingen: slechts de tien grootste bedrijven in Vlaanderen hebben tussen 50 en 200 medewerkers ("Agoria Kunststoffen 2004-2005"); in het Waalse Gewest is er slechts één bedrijf met 100 werknemers en de overige composietverwerkers stellen minder dan 20 werknemers tewerk (communicatie Dhr. Bos). Deze cijfers hebben betrekking op de niet-geïntegreerde composietfabrikanten.

In Figuur 5 wordt voor de periode 1998-2002 de evolutie gegeven van de schaalgrootte van de kunststofverwerkende inrichtingen in België. Er is een trend naar schaalvergroting merkbaar onder invloed van de mondialisering in de automobielnijverheid en elektronicasector, de Europese éénmaking en de overcapaciteit in bepaalde segmenten van de kunststofverwerkende industrie (o.a. PE folie, PE flacons, PVC raamprofielen, buizen en comfortschuim) ("Agoria Kunststoffen 2003-2004").



Figuur 5: Evolutie grootteklasse NACE-BEL 25.2, België (1998-2002)
Bron: Rijksdienst Sociale Zekerheid.

2.2.2. Tewerkstelling

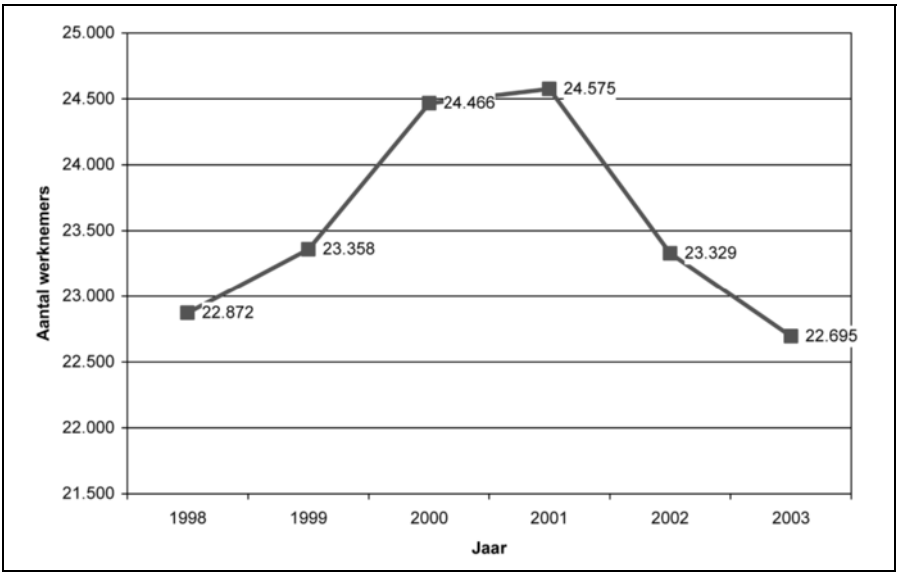
Volgens de Prodcom-statistieken[7] van het **Nationaal Instituut voor de Statistiek** stelde de Belgische kunststofverwerkende industrie in 2002 (d.i. NACE BEL 25.2) 23 329 werknemers tewerk. De kunststofverwerkende leden van Febelplast vertegenwoordigden een aandeel van ongeveer 69% (Fechiplast, "Jaarverslag 2002"). In 2003 werden er 22 695 werknemers tewerk-

[7] De Prodcom-statistieken geven een overzicht van de prestaties van de grotere ondernemingen uit de industriële sectoren (de ondernemingen die 10 personen of meer tewerkstellen of een jaaromzet hebben van € 2 478 935,25). Ze bevatten gegevens met betrekking tot het volume en de waarde van de leveringen en de tewerkstelling voor de zogenaamde Prodcom-activiteiten (d.i. het merendeel van de industriële sectoren) en voor de niet-Prodcom-activiteiten (d.z. slachthuizen, zuivel, ijzer en staal, energie en recuperatie).

gesteld, waarvan 15 030 werknemers (d.i. 66%) bij de leden van Febelplast (Fechiplast, "Jaarverslag 2003").

In 2004 werden volgens het Nationaal Instituut voor de Statistiek 25 599 werknemers tewerkgesteld in de rubber- en kunststofverwerkende industrie in België, waarvan 2 758 werknemers in de rubberverwerking en 22 841 werknemers in de kunststofverwerking. De tewerkstelling volgt sinds 2001 een dalende trend. In 2004 ging de tewerkstelling achteruit met 0,6%, als gevolg van een achteruitgang van 4,7% in de rubberverwerkende nijverheid (Febelplast, "Economisch jaarrapport 2004").

In onderstaande figuur wordt voor de Belgische kunststofverwerkende industrie (d.i. NACE-BEL 25.2) een overzicht gegeven van de evolutie van de tewerkstelling in de periode 1998-2003. De tewerkstelling kent vanaf 2001 dezelfde negatieve trend als de tewerkstelling in de overige industrie in België en in de scheikundige nijverheid in België (Fedichem, 2004). Tussen januari 2001 en december 2003 is de tewerkstelling met 8% gedaald ten gevolge van de stopzetting van een tiental middelgrote kunststofverwerkende bedrijven en delokalisatie (Fechiplast, "Jaarverslag 2003"). De groei van de tewerkstelling tussen 1998 en 2000 werd hierdoor volledig tenietgedaan.



Figuur 6: Evolutie tewerkstelling NACE-BEL 25.2, België (1998-2003)
Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek.

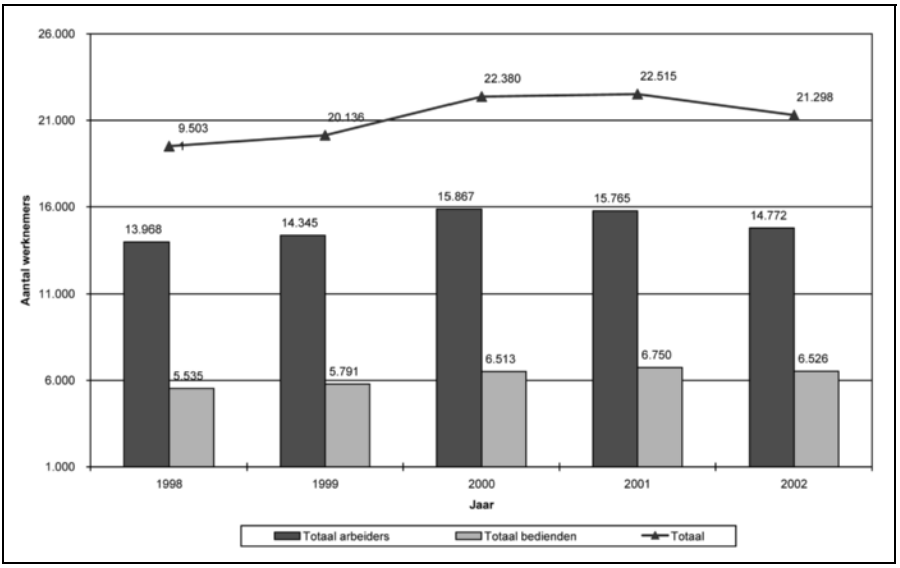
Uitgaande van de statistieken van de **Rijksdienst voor Sociale Zekerheid** per 30 juni 2002 werden 21 298 werknemers[8] tewerkgesteld in de kunststofverwerkende nijverheid (d.i. NACE-BEL 25.2) in België: 14 772 arbeiders (12 081 mannen en 2 691 vrouwen) en 6 526 bedienden

[8] Een *werknemer* ressorteert onder de RSZ en is op de laatste kwartaaldag op het werk aanwezig of is afwezig wegens ziekte, verlof, staking, gedeeltelijke of toevallige werkloosheid of al dan niet verantwoorde afwezigheid (RSZ, 2002). Een werknemer is eveneens een werknemer wiens arbeidsovereenkomst niet verbroken maar wel geschorst is wegens ziekte of ongeval, zwangerschaps- of bevallingsrust of wegens wederoproeping onder de wapens.

(4 375 mannen en 2 151 vrouwen). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de RSZ-gegevens lager liggen dan de Prodcom-gegevens. Dit kan opnieuw verklaard worden door de verschillende waarnemingssfeer van de betreffende statistieken.

In Figuur 7 wordt de evolutie gegeven van de tewerkstelling in de kunststofverwerkende nijverheid in België (d.i. NACE-BEL 25.2) tussen 1998 en 2002. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen het aantal arbeiders en bedienden.

Na een toename van de tewerkstelling in de periode 1998-2001, daalde de tewerkstelling in 2002. Deze evolutie was ook terug te vinden voor de Prodcom-gegevens in Figuur 6. De daling van de tewerkstelling sinds 2001 kan opnieuw verklaard worden door de stopzetting van een tiental middelgrote kunststofverwerkende bedrijven en delokalisatie (Fechiplast, "Jaarverslag 2003"). Met uitzondering van het jaar 2001, volgt het aantal arbeiders en het aantal bedienden dezelfde evolutie als die van de totale tewerkstelling. De toename van de tewerkstelling in 2001 is het gevolg van een toename van het aantal bedienden (die groter was dan de afname van het aantal arbeiders).



Figuur 7: Evolutie tewerkstelling NACE-BEL 25.2, België (1998-2002)
Bron: Rijksdienst voor Sociale Zekerheid.

In Tabel 1, p. 17, wordt een overzicht gegeven van de tewerkstelling voor de Belgische leden van **Agoria Kunststoffen**. In 2002 daalde de werkgelegenheid met 6,2% ten opzichte van 2001. In 2003 was er een daling van de tewerkstelling met 6,7% ten opzichte van 2002. Deze cijfers zijn gebaseerd op voornoemde Prodcom-statistieken.

Tabel 1: Tewerkstelling Belgische leden Agoria Kunststoffen (2001-2003)

Jaar	Aantal werknemers
2001	9 700
2002	9 100
2003	8 493

Bron: Kerncijfers Agoria Kunststoffen.

Om een correcter beeld te krijgen van de Belgische kunststofverwerkende nijverheid, voerde Agoria Kunststoffen in 2004 een enquête uit onder haar leden (d.i. zowel pure als geïntegreerde kunststofverwerkers). De 49 leden die antwoordden op de enquête, vertegenwoordigden 73% van de totale werkgelegenheid van de leden van Agoria Kunststoffen. In 2003 waren er 5 712 werknemers tewerkgesteld en in 2004 was er een stijging van het aantal werknemers ten opzichte van 2003 met 0,7% (of 5 753 werknemers) ("Agoria Kunststoffen 2004-2005").

In 2003 stelden de Vlaamse kunststofverwerkende leden van Agoria 6 826 werknemers tewerk of de werkgelegenheid daalde met 6,4% ten opzichte van 2002 (d.i. 7 293 werknemers) ("Agoria Kunststoffen, 2003-2004").

De 146 Belgische kunststofverwerkende leden van **Febelplast** stelden in 2001, 15 838 werknemers tewerk (communicatie Dhr. Scheys). In 2002, 2003 en 2004 daalde de tewerkstelling tot respectievelijk 15 413 (144 leden), 15 069 (136 leden) en 14 989 (131 leden) werknemers.

In onderstaande tabel wordt voor de periode 2001-2004 een overzicht gegeven van de totale en gemiddelde tewerkstelling voor de kunststofverwerkende leden van Febelplast in Vlaanderen, Wallonië en Brussel. De totale tewerkstelling is het hoogst voor de Vlaamse leden; de gemiddelde tewerkstelling per bedrijf is het grootst bij de Waalse leden.

Tabel 2: Tewerkstelling leden Febelplast, per gewest (2001-2004)

	Jaar	Aantal leden	Totale tewerkstelling	Gemiddelde tewerkstelling
Vlaanderen	2001	107	11 438	107
	2002	101	10 862	106
	2003	93	10 490	113
	2004	91	10 442	115
Wallonië	2001	35	4 221	121
	2002	39	4 453	114
	2003	39	4 415	113
	2004	36	4 383	122
Brussel	2001	4	179	45
	2002	4	164	41
	2003	4	164	41
	2004	4	164	41
Totaal	2001	146	15 838	109
	2002	144	15 413	107
	2003	136	15 069	111
	2004	131	14 989	114

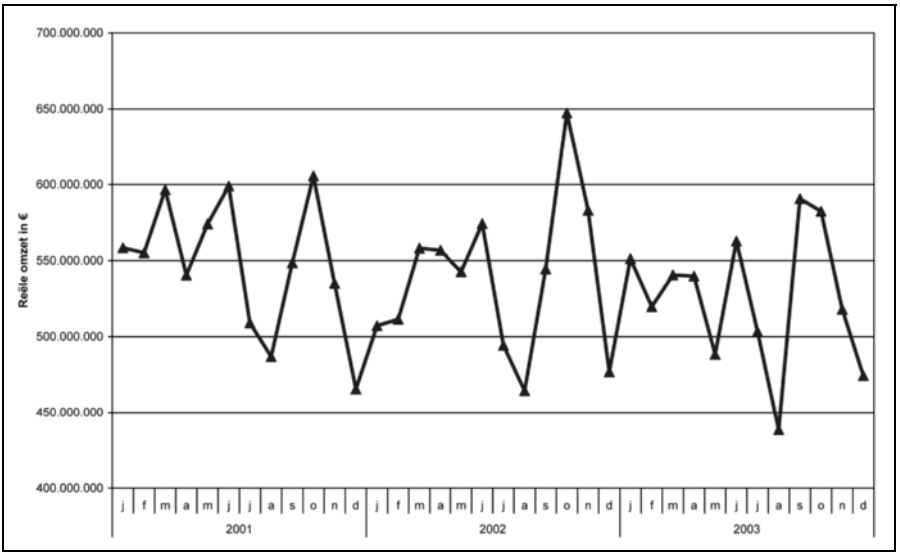
Bron: Febelplast.

2.2.3. Omzet, productie en toegevoegde waarde

a. Omzet

In 2003 vertegenwoordigden de subsectoren "basischemicaliën" (41,4%), "farmaceutische producten" (20,1%) en "kunststofartikelen" (16,4%) meer dan 75% van de totale omzet van de Belgische scheikundige nijverheid (Fedichem, 2004). Deze subsectoren realiseerden in 2003 een groei van de omzet (ten opzichte van 1990) die de gemiddelde groei van 5,2% voor de scheikundige nijverheid in België oversteeg (Fedichem, 2004): "kunststofartikelen" realiseerde een groei van 12,49%, "farmaceutische producten" 11,53% en "basischemicaliën" 6,32%.

In Figuur 8 wordt voor de periode 2001-2003 de evolutie gegeven van de maandelijkse omzetcijfers voor de kunststofverwerkende nijverheid in België. De omzet wordt uitgedrukt in reële prijzen van het basisjaar 2001. Het maandelijkse omzetcijfer in de kunststofverwerkende nijverheid in België is sterk onderhevig aan schommelingen. In 2001 realiseerde de kunststofverwerkende nijverheid in België een totale omzet van
6 573 mio €. De reële omzet daalde in 2002 en 2003 met respectievelijk 2% (tot 6 460 mio €) en 4% (tot 6 309 mio €) ten opzichte van 2001.



Figuur 8: Evolutie omzet kunststofverwerkende nijverheid, België (2001-2003) (in reële termen, basisjaar 2001)
Op basis van: Fechiplast, Jaarverslagen.

De 146 Belgische kunststofverwerkende leden van **Febelplast** realiseerden in 2001 een omzet van 4 612 mio € (communicatie Dhr. Scheys) of 70% van de totale omzet van de kunststofverwerkende nijverheid in België. In 2002 daalde de (reële) omzet (basisjaar 2001) tot 4 349 mio € (144 leden). In 2003 en 2004 steeg de (reële) omzet terug tot respectievelijk 4 444 mio € (136 leden) en 4 734 mio € (131 leden).

In volgende tabel wordt voor de leden van Febelplast en voor de periode 2001-2004 een vergelijking gemaakt tussen de totale en gemiddelde (reële) omzet (basisjaar 2001) per bedrijf in

Vlaanderen, Wallonië en Brussel. De totale omzet is het hoogst voor de Vlaamse leden; de gemiddelde omzet is het hoogst voor de leden in Wallonië.

Tabel 3: Omzet leden Febelplast, per gewest (in reële termen, basisjaar 2001)

	Jaar	Aantal leden	Totale omzet (mio €)	Gemiddelde omzet (mio €)
Vlaanderen	2001	107	3 356	31
	2002	101	2 950	29
	2003	93	2 973	32
	2004	91	3 250	36
Wallonië	2001	35	1 234	35
	2002	39	1 368	35
	2003	39	1 450	37
	2004	36	1 459	41
Brussel	2001	4	22	6
	2002	4	22	6
	2003	4	21	5
	2004	4	25	6
Totaal	2001	146	4 612	32
	2002	144	4 349	30
	2003	136	4 444	33
	2004	131	4 734	36

Bron: Febelplast.

Zoals reeds eerder vermeld, voerde **Agoria Kunststoffen** in 2004 een enquête uit onder haar leden (d.i. zowel pure als geïntegreerde kunststofverwerkers) om een correcter beeld te krijgen van de Belgische kunststofverwerkende nijverheid. De 49 leden die antwoordden op de enquête, vertegenwoordigden 73% van de totale werkgelegenheid van de leden van Agoria Kunststoffen. In 2003 werd een omzet van 1 030 mio € gerealiseerd in 2004 was er een stijging ten opzichte van 2003 met 13,5% (of 1 168 mio €) ("Agoria Kunststoffen 2004-2005").

In volgende tabel (Tabel 4, p. 20) wordt voor het jaar 2004 een overzicht gegeven van het aandeel dat de verschillende marktsegmenten vertegenwoordigen in de totale omzet van de Belgische kunststofverwerkende leden van **Febelplast** en **Agoria Kunststoffen**.

"Verpakking", "Auto en transport" "Compounds/Recyclage" (i.e. productie intermediaire grondstoffen voor kunststof- en rubberverwerkers) en "Bouw" zijn de belangrijkste marktsegmenten waar de leden van Febelplast en Agoria Kunststoffen actief zijn. Het conjunctuurverloop van de kunststofverwerkende nijverheid is dan ook sterk afhankelijk van de schommelingen in deze sectoren (Aminal, maart 2004). De negatieve conjunctuur in de automobielnijverheid en bouwsector heeft bijvoorbeeld een negatieve impact op de productie van schuimen.

Tabel 4: Aandeel marktsegmenten in totale omzet Belgische leden Agoria Kunststoffen en Febelplast (2004)

Marktsegment	Absolute waarde (mio €)	Aandeel (%)
Auto en transport	1 402	21,2
Verpakking	1 385	21,0
Compounds/recyclage	1 270	19,2
Bouw	976	14,8
Technische artikelen	300	4,5
Meubel & Comfort	276	4,2
Elektro	196	3,0
Huishoudartikelen	149	2,3
Medische & hygiëne	109	1,7
Land- en tuinbouw	23	0,5
Speelgoed	16	0,2
Andere	493	7,5
	6 605	**100,0**

Bron: Febelplast, economisch jaarrapport 2004.

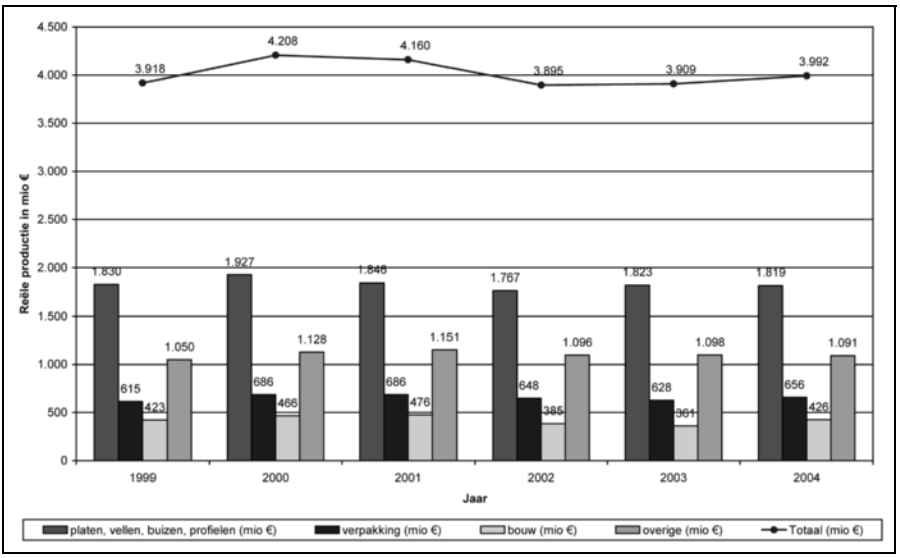
b. Productie

Op basis van de Prodcom-statistieken van het **Nationaal Instituut voor de Statistiek** wordt in onderstaande grafiek voor de periode 1999-2004 een overzicht gegeven van de waarde van de industriële verwerking van kunststof (d.i. waarde van de leveringen volgens de CPA en Prodcom-lijst). De cijfers worden uitgedrukt in reële prijzen voor het basisjaar 1999.

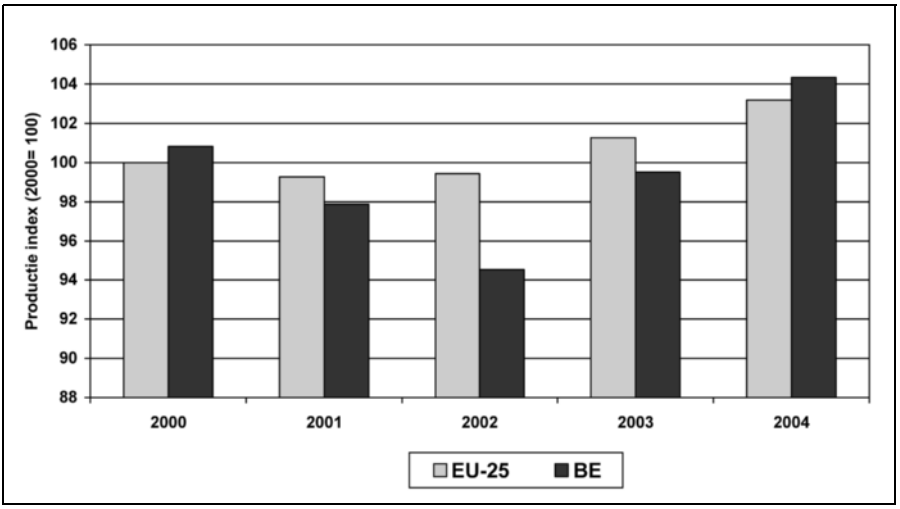
Na een lichte terugval van de productie in 2001, was er in 2003 een beperkte reële groei van 0,5% ten opzichte van 2002. Deze groei kan verklaard worden door een toename van de waarde van de industriële vervaardiging van platen, vellen, buizen en profielen van kunststof enerzijds en de vervaardiging van overige producten van kunststof anderzijds (zie Figuur 9, p. 21).

De jaarlijkse productie van vezelversterkte kunststoffen/composieten in Vlaanderen wordt bij gebrek aan officiële statistieken geschat op ongeveer 19 500 ton (communicatie Dhr. Bos). Het grootste deel bestaat uit glasvezelversterkte kunststoffen. Het tonnage van de andere composieten ligt momenteel vrij laag. De duurdere versterkingsvezels zoals koolstofvezels en aramidevezels worden thans bijna uitsluitend in de high-tech composieten aangewend. Men verwacht wel dat de high tech markt in de toekomst belangrijker wordt. Voor wat de door composietfabrikanten toegepaste harsen betreft, zijn polyesterharsen de belangrijkste. Daarna volgen de epoxyharsen. Er is in het Vlaamse gewest ook één belangrijke fabrikant van glasvezelversterkte fenolformaldehyde composietpersmassas (Vyncolit) en er zijn enkele Vlaamse composietfabrikanten die dergelijke fenolformaldehyde persmassa's verwerken tot composieten.

Met uitzondering van Spanje, ging sinds 2000 ook in de rest van de Europese Unie de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid achteruit. In België gingen de activiteiten wel sterker achteruit dan elders (cf. Figuur 10, p. 21) als gevolg van een reeks bedrijfssluitingen. In 2004 realiseerde de Belgische rubber- en kunststofverwerkende industrie opnieuw één van de hoogste groeicijfers binnen de EU-25 of +4,3% ten opzichte van 2000 en +4,9% ten opzichte van 2003 (Febelplast, "Economische jaarrapport 2004").

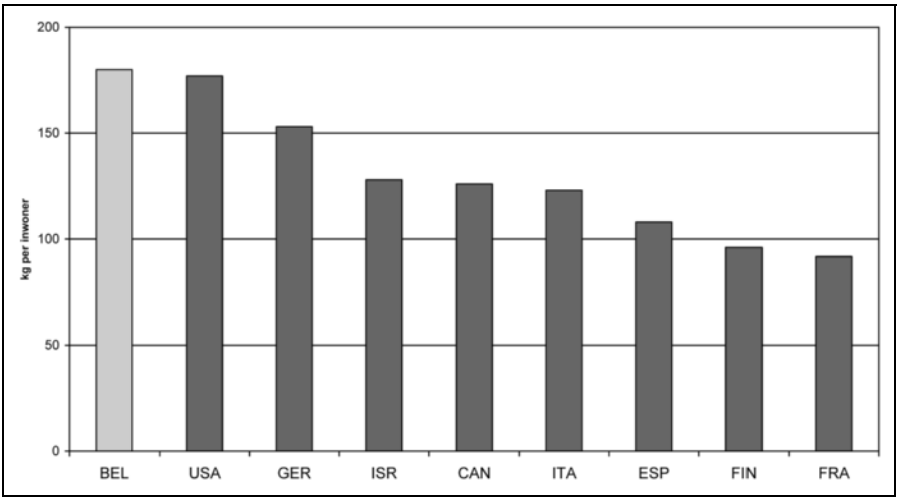


Figuur 9: Evolutie leveringen kunststofproducten, België (1999-2004)
(in reële termen, basisjaar 1999)
Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek.



Figuur 10: Index productie NACE 235 – België en EU-25 (2000-2004)
(2000 = 100)
Bron: Febelplast.

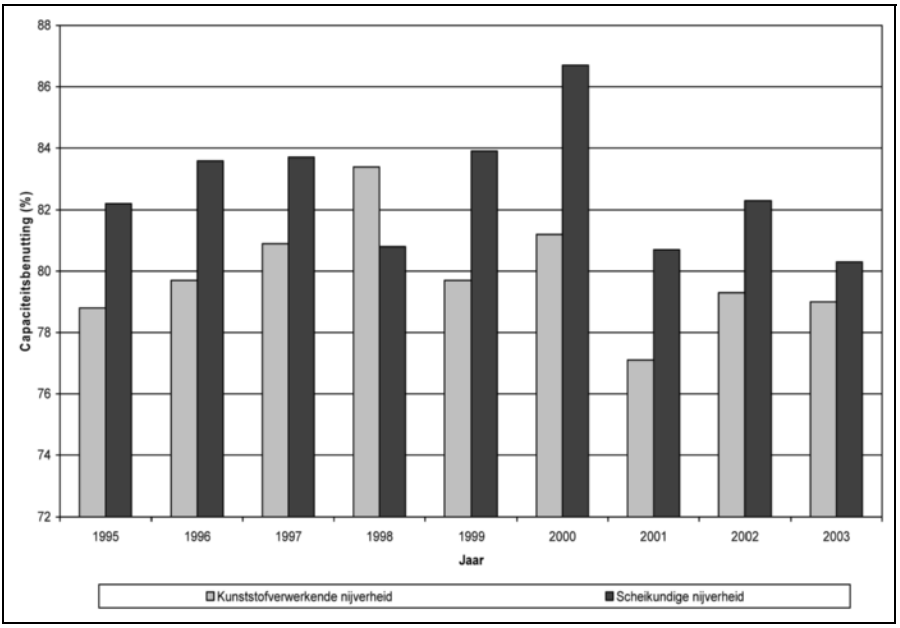
In Figuur 11 worden verschillende kunststofverwerkende landen gerangschikt op basis van de hoeveelheid kunststof die per inwoner verwerkt wordt. De Belgische kunststofindustrie is wereldleider wat betreft de productie en verwerking van kunststoffen. In 2001 werd er in België 172 kg kunststof verwerkt per inwoner;in 2002 169 kg per inwoner en in 2003 180 kg per inwoner (Febelplast, "Economisch jaarrapport 2004"). Hierbij dient opmerkt te worden dat de hoeveelheid kunststof die per inwoner verwerkt wordt geen fysische betekenis heeft en enkel een indicatie geeft van de grootte-orde. Er kan geen evolutie op korte termijn afgeleid worden uitgaande van voornoemde hoeveelheden.



Figuur 11: Hoeveelheid kunststof verwerkt per inwoner (2003)
Bron: Febelplast.

In onderstaande figuur (Figuur 12, p. 23) wordt voor de periode 1995-2003 een overzicht gegeven van de benuttingsgraad van de productiecapaciteit van de kunststofverwerkende en scheikundige nijverheid in België. De capaciteitsbenutting voor de kunststofverwerkende nijverheid kent tot en met 1998 een stijgend verloop. Na het herstel in 2000 en 2002, was er opnieuw een terugval van de capaciteitsbenutting in 2001 en 2003. De benuttingsgraad van de productiecapaciteit van de kunststofverwerkende nijverheid ligt iets lager dan die van de scheikundige nijverheid in België.

Zoals reeds aangehaald in paragraaf 2.2.1a, kan de trend naar schaalvergroting in de Belgische kunststofverwerkende nijverheid mede verklaard worden door de overcapaciteit in bepaalde segmenten (o.a. PE folie, PE flacons, PVC raamprofielen, buizen en comfortschuim).



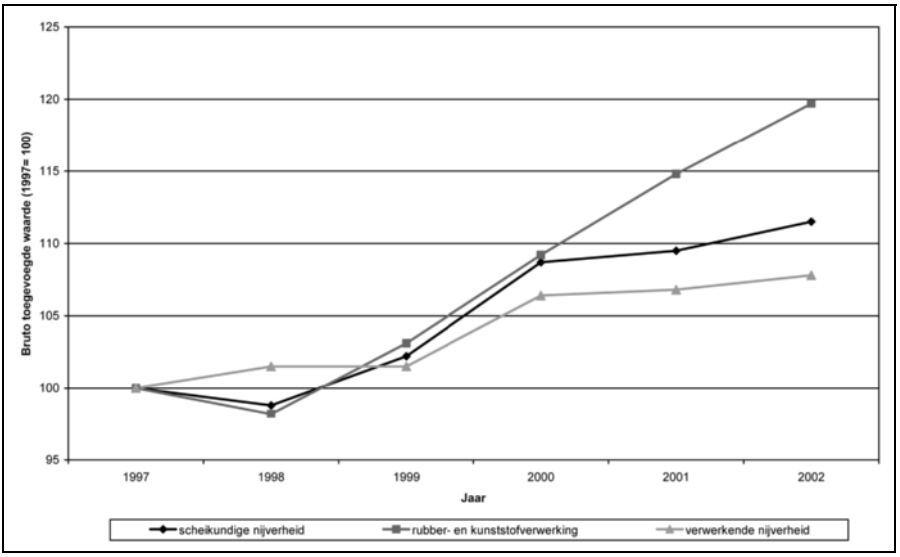
Figuur 12: Benuttingsgraad productiecapaciteit kunststofverwerkende en scheikundige nijverheid, België (1995-2003)
Bron: Fedichem, 2004.

c. *Toegevoegde waarde*

In Figuur 13, p. 24, wordt voor de periode 1997-2002 een overzicht gegeven van de bruto toegevoegde waarde[9] voor de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid enerzijds en de scheikundige en totaal verwerkende nijverheid anderzijds (basisjaar 1997). De bruto toegevoegde waarde van de scheikundige nijverheid en de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid neemt toe sinds 1998 en groeit sneller dan die van de totale verwerkende nijverheid[10] in België. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze stijging niet veralgemeend kan worden naar alle segmenten van de kunststofverwerkende nijverheid (b.v. kunststof verpakkingen).

[9] De *bruto toegevoegde waarde* is het verschil tussen de waarde van de geproduceerde goederen (of productie) en de kosten van grondstoffen en andere inputs die gebruikt worden voor de productie van deze goederen (of intermediair gebruik).

[10] De *totale verwerkende nijverheid* omvat volgende sectoren: textielnijverheid, voedingsnijverheid, ijzer- en staalnijverheid, non-ferro nijverheid, metaalverwerkende en elektrotechnische nijverheid, papier- en kartonnijverheid, grafische nijverheid, houtverwerkende nijverheid, productie van bouwmaterialen, plastiek- en rubbernijverheid en chemische nijverheid.

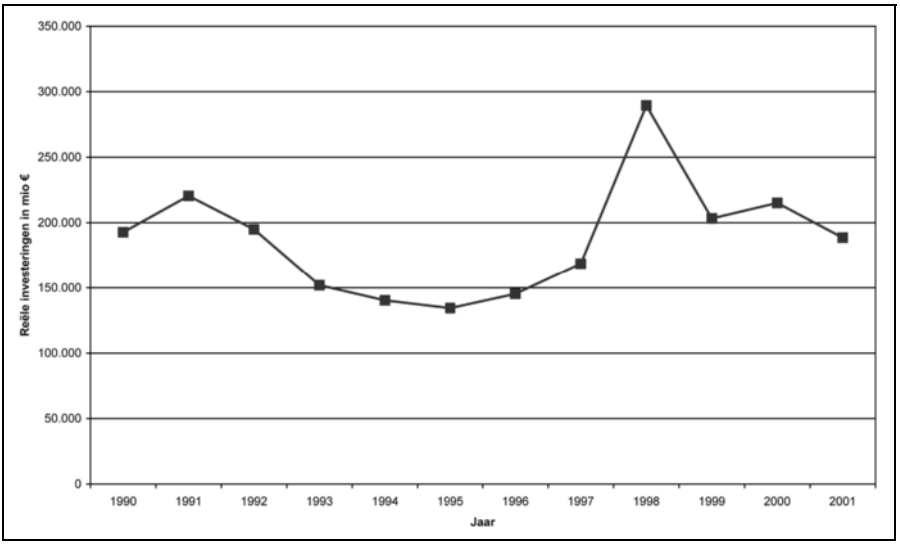


Figuur 13: Bruto toegevoegde waarde rubber- en kunststofverwerkende nijverheid, scheikundige nijverheid en totale verwerkende nijverheid, België (1997-2002) (1997= 100)
Bron: Fedichem, 2004.

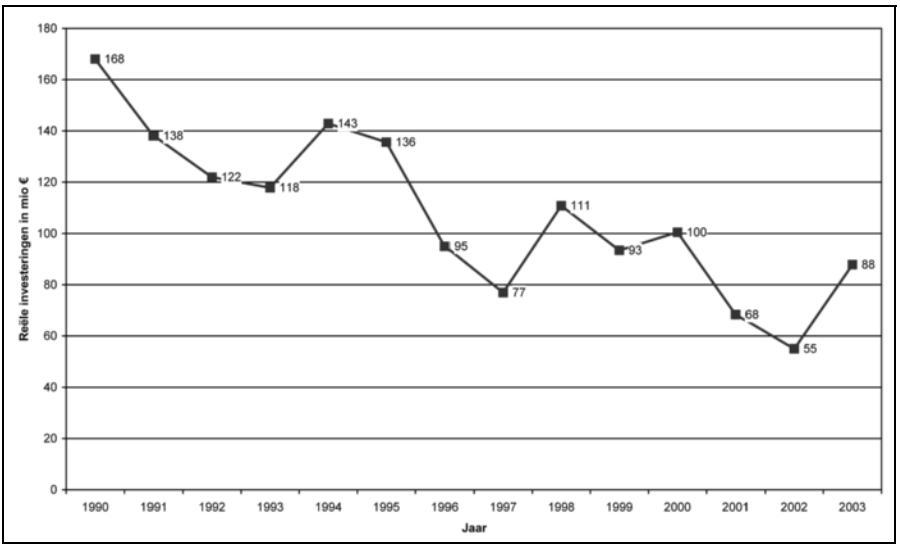
2.2.4. Investeringen

In Figuur 14, p. 25, wordt een overzicht gegeven van de investeringen in de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid in België (volgens **BTW-aangiften**). De investeringen worden uitgedrukt in reële prijzen voor het basisjaar 1990. De (reële) investeringen kennen een wisselvallig verloop: in de periode 1992-1996 namen de investeringen af; daarna namen de investeringen toe met een piek in 1998 (+72% ten opzichte van 1997); vanaf 2001 namen de investeringen opnieuw af. De piek in 1998 is het gevolg van een éénmalige hoge investering in september 1998.

In het rapport 'Facts and Figures of the chemical industry in Belgium' (Fedichem, 2004) wordt eveneens de evolutie gegeven van de investeringen voor de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid in België. Deze cijfers zijn afkomstig van de **Nationale Bank van België** (NBB) en wijken af van de absolute cijfers in Figuur 14. In Figuur 15, p. 25, wordt een overzicht gegeven van de (reële) investeringen voor de periode 1990-2003 (basisjaar 1990). Uitgaande van de gegevens van de NBB kan gesteld worden dat de investeringen een wisselvallig verloop vertonen met hoogten en laagten. Deze trend stemt overeen met de algemene achteruitgang van kapitaalvorming in het Vlaamse Gewest en in Europa (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, april 2004). De zwakke trend van de totale investeringen is voornamelijk te wijten aan het zeer lage peil van de investeringen in de rubberverwerking (Centrale Raad voor het Bedrijfsleven, augustus 2004).

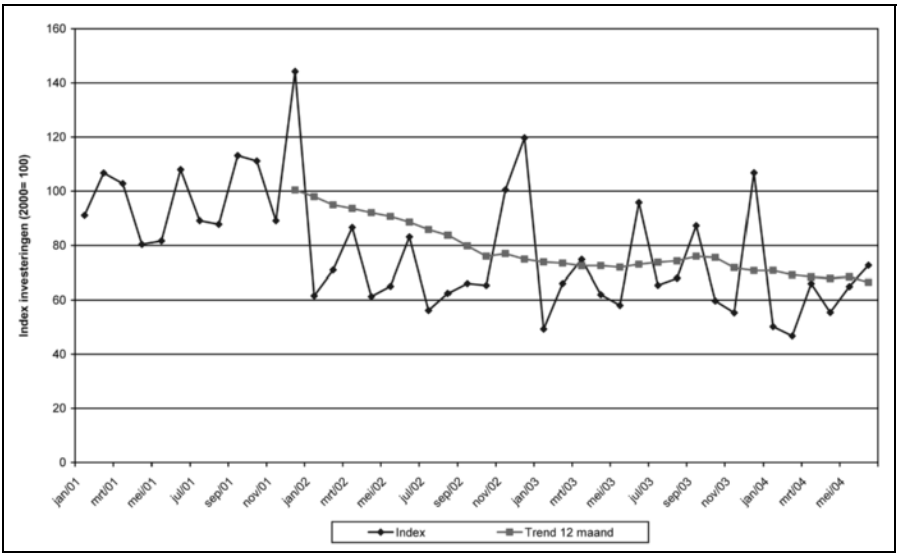


Figuur 14: Investeringen NACE 25, België (1990-2001) (reële termen, basisjaar 1990)
Op basis van: Nationaal Instituut voor de Statistiek.



Figuur 15: Investeringen NACE 25, België (1990-2003) (reële termen, basisjaar 1990)
Bron: Fedichem, 2004.

Op basis van de gegevens van het **Nationaal Instituut voor de Statistiek** (NIS) wordt in Figuur 16 een overzicht gegeven van de evolutie van de maandelijkse investeringen in de rubber- en kunststofverwerkende nijverheid in België (d.i. NACE 25) ten opzichte van het jaar 2000. De algemene trend kent een negatief verloop. De meeste maanden worden gekenmerkt door een investeringsniveau dat lager is dan de inspanningen die in 2000 geleverd werden. De evolutie wordt gekenmerkt door een piek in de investeringen op het einde van elk jaar.



Figuur 16: Index investeringen NACE 25, België (2001-2004) (2000= 100)
Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek.

De (reële) investeringen van de Belgische leden van **Agoria Kunststoffen** (basisjaar 1996) vertonen een wisselend verloop. De sterke groei van de investeringen in de loop van 1999 en 2000 bracht het investeringsniveau boven de piek die in 1997 bereikt werd. De prognose voor 2001 geeft opnieuw een daling van de investeringen ten opzichte van 2000.

Tabel 5: Overzicht investeringen Belgische leden Agoria Kunststoffen (reële termen, basisjaar 1996)

Jaar	Type	Investeringen
1996	Mat.	80,50
	Immat.	3,50
	Totaal	83,90
1997	Mat.	82,95
	Immat.	4,43
	Totaal	87,47
1998	Mat.	65,76
	Immat.	0,10
	Totaal	65,95

Tabel 5: Overzicht investeringen Belgische leden Agoria Kunststoffen (reële termen, basisjaar 1996) (vervolg)

Jaar	Type	Investeringen
1999	Mat.	68,71
	Immat.	3,18
	Totaal	71,89
2000 (raming)	Mat.	85,79
	Immat.	1,32
	Totaal	87,11
2001 (prognose)	Mat.	71,99
	Immat.	0,83
	Totaal	72,81

Bron: Agoria Kunststoffen, 2001.

Deze sterke groei van de investeringen kan verklaard worden door het feit dat in de periode 1997-2000 de benuttingsgraad van de beschikbare capaciteit bijzonder hoog was. Bovendien waren de productievooruitzichten gunstig en werden uitbreidingsinvesteringen noodzakelijk. Deze tendens werd verder in de hand gewerkt door een gunstige evolutie van de liquide middelen: de cashflow steeg van minder dan 65 mio € in 1997 tot bijna 80 mio € in 1999. Daardoor konden de investeringen grotendeels (75%) met eigen middelen worden gefinancierd (cf. Tabel 6).

Tabel 6: Aandeel type investeringen en financieringsstructuur (2000)

Aard van investeringen	% totaal
Vervanging	17
Uitbreiding	75
Andere (o.a. rationalisatie)	8
Financieringsstructuur	**% totaal**
Eigen middelen	75
Leningen	1
Leasing	6
Coördinatiecentra	18

Bron: Agoria Kunststoffen, 2001.

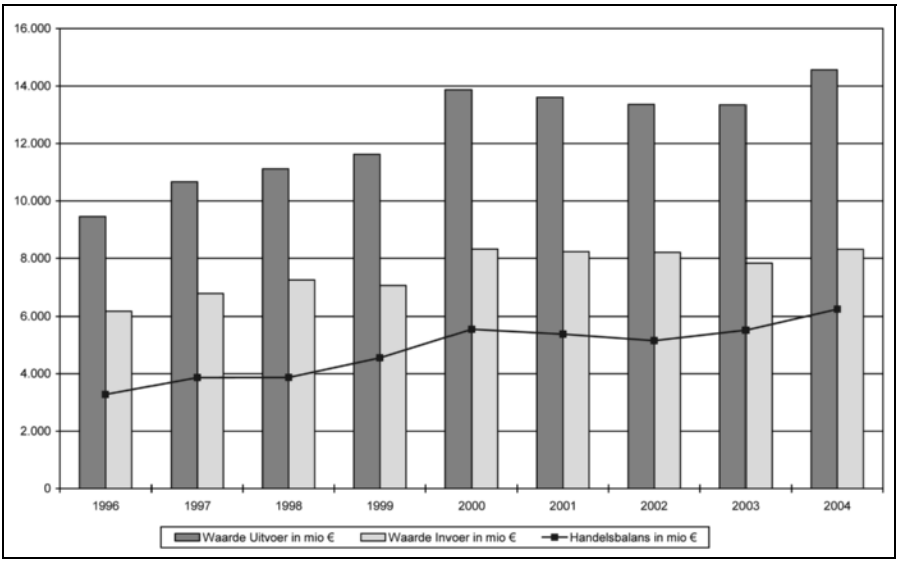
De Belgische leden van Agoria Kunststoffen spendeerden in 2003 voor 66 mio € aan investeringen. Dit is een toename van de investeringsinspanningen met ongeveer 16% ten opzichte van de investeringen in 2002 (57 mio €) ("Kerncijfers Agoria Kunststoffen"). Gegeven een inflatievoet van 1,59% in 2003 (http://mineco.fgov.be/), was er een reële groei van de investeringen met ongeveer 14,41%.

2.2.5. Exportgerichtheid

De kunststofindustrie is de belangrijkste sector in de handelsbalans van België. Op basis van de gegevens van het **Nationaal Instituut voor de Statistiek** (ECODATA[11]) wordt in onderstaande figuur voor de periode 1996-2004 een overzicht gegeven van de evolutie van de handelbalans voor de kunststofindustrie (d.i. productie en verwerking) in België. De cijfers worden weergegeven in reële termen met als basisjaar 1996.

Met uitzondering van de periode 2001-2002, heeft de handelsbalans een positieve trend. Door een reële afname van de export met 0,08% en een reële afname van de import met 5%, nam de handelsbalans in 2003 opnieuw toe met 7% ten opzichte van 2002. In 2004 werd er een reëel handelssaldo van 6 248 mio € gerealiseerd: er werd voor 14 559 mio geëxporteerd en voor 8 311 mio € geïmporteerd.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat het aandeel van de kunststofverwerkende nijverheid in de handelsbalans beperkt is ten opzichte van het aandeel van de kunststofproductie: in 2004 vertegenwoordigde de kunststofverwerkende nijverheid een aandeel van 15% in de handelsbalans van de Belgische kunststofindustrie (communicatie Dhr. Scheys).



Figuur 17: Evolutie handelbalans kunststoffen, België (in reële termen, basisjaar 1996)
Bron: Nationaal Instituut voor de Statistiek.

In 2004 vertegenwoordigden de landen van de Europese Unie 83% van de export van de Belgische kunststofindustrie met als koplopers: Duitsland (22%), Frankrijk (16%), Italië (10%), Verenigd Koninkrijk (9%) en Nederland (8%) (Febelplast, "Economisch jaarrapport 2004"). Wat de invoer betreft vertegenwoordigden de landen van de Europese Unie een aandeel van 77%, met als koplopers: Duitsland (24%), Nederland (20%), Frankrijk (12%), Verenigd Koninkrijk (7%) en Italië (4%) (Febelplast, "Economisch jaarrapport 2004").

[11] Voor de periode januari 1996 – september 2004 zijn de cijfers definitief en voor de periode oktober 2004 – december 2004 zijn de cijfers voorlopig.

De leden van **Fechiplast** exporteerden in 2002 78% en in 2003 77% van hun omzet (Fechiplast, Jaarverslagen).

De Belgische kerncijfers van **Agoria Kunststoffen** vermelden voor haar leden een exportgraad van 68% in 2002 en 76% in 2003. Deze cijfers zijn gebaseerd op de Prodcom-statistieken van het Nationaal Instituut voor de Statistiek.

2.2.6. Grafische nijverheid

De socio-economische kenmerken van de grafische sector in België werden in voorgaande paragrafen niet uitvoerig beschreven omdat het aantal drukkerijen dat onder deze studie valt (d.i. "bedrukken van kunststof"), klein is ten opzichte van de hoeveelheid kunststofverwerkende bedrijven.

De grafische sector in België is eveneens een uitgesproken KMO-sector: 95% van de ondernemingen heeft minder dan 50 werknemers en 75% van alle ondernemingen stelt minder dan 10 werknemers tewerk. Grafische zeefdrukkerijen zijn meestal kleine bedrijven, in handen van Belgische ondernemers die zelfstandig of met een paar medewerkers werken en voornamelijk actief zijn op de Belgische markt. In 2004 heeft de sector niet kunnen genieten van de heropleving van de Belgische economie (Febelgra, "Economisch verslag 2004"): net zoals de kunststofverwerkende nijverheid werd de sector gekenmerkt door een dalende trend van het aantal bedrijven, de omzet en een sterke terugval van de tewerkstelling. In tegenstelling tot de export van kunststof(producten), was er in de grafische nijverheid een daling van het exportcijfer. Een lichtpunt was de verbetering van de capaciteitsbenutting en de verhoging van de investeringen in kostenbesparende maatregelen en nieuwe apparatuur (snelheid, prijs, kwaliteit, flexibiliteit). De belangrijkste handelspartners waren Frankrijk, Nederland, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

2.2.7. Conclusie

In deze paragraaf wordt getracht om een beknopt overzicht te geven van de belangrijkste socio-economische kenmerken van de kunststofverwerkende nijverheid. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de algemene trends niet noodzakelijk van toepassing zijn voor alle subsectoren van de kunststofverwerkende nijverheid. Echter, door een gebrek aan (statistische) informatie kon de socio-economische analyse niet uitgevoerd worden op niveau van de subsectoren.

De Belgische kunststofverwerkende nijverheid is een typische KMO-sector. Sinds 2001 wordt de kunststofverwerkende nijverheid in België gekenmerkt door een negatief verloop van het aantal bedrijven, de tewerkstelling, de capaciteitsbenutting, de omzet en de investeringen. In de kunststofverwerkende nijverheid is er een trend naar schaalvergroting als gevolg van de mondialisering in de automobielnijverheid en elektronicasector, de Europese éénmaking en de overcapaciteit in bepaalde subsectoren. In 2004 kende de Belgische kunststofverwerkende nijverheid opnieuw een beperkte reële groei van de productie. De Belgische kunststofindustrie is wereldleider wat betreft de verwerking van kunststoffen in volume per inwoner. De kunststofindustrie is de belangrijkste sector in de handelsbalans van België. De Duitse kunststofverwerkende industrie is de belangrijkste handelspartner.

2.3. Draagkracht van de bedrijfstak

In de vorige paragraaf werd een algemeen socio-economisch beeld geschetst van de sector. Daaruit blijkt dat de kunststofverwerkende nijverheid zowel gekenmerkt wordt door een aantal negatieve als een aantal positieve evoluties.

In onderstaande analyse van de draagkracht van de sector wordt getracht om de factoren te achterhalen die deze negatieve en positieve evoluties verklaren en om een algemeen beeld te geven van de economische gezondheid van de sector. De gezondheid of 'aantrekkelijkheid' van een bedrijfstak wordt bepaald door twee factoren: enerzijds de evolutie van de bedrijfstak en anderzijds de felheid van concurrentie.

2.3.1. Evolutie van de bedrijfstak

De toekomstige ontwikkeling van de bedrijfstak kan ingeschat worden door de verwachte evolutie van vraag-, aanbod- en reguleringsfactoren te bekijken. Hierbij wordt uitgegaan van de informatie die bekomen werd tijdens een overleg met Dhr. Scheys (Febelplast) en Dhr. Bos (Agoria Kunststoffen).

a. Vraagfactoren

- Het conjunctuurverloop van de sector is afhankelijk van de schommelingen in de belangrijkste marktsegmenten van de kunststofverwerkende nijverheid (b.v. automobiel- en bouwnijverheid).
- Delokalisering van het actieterrein van sommige opdrachtgevers naar lage loonlanden (b.v. elektronica- en ICT-sector).
- Metalen zullen in de komende jaren verder aan relatief belang inboeten ten voordele van keramische materialen, polymeren en composietmaterialen. Hybride materialen, die polymeren en metalen combineren, zullen doorbreken (Agoria Vlaanderen, juni 2002).
- De composieten staan in scherpe concurrentie met andere lichte constructiematerialen.
- Door de concurrentie uit de lage loonlanden neemt de druk toe om de kwaliteit te verbeteren.

b. Aanbodfactoren

- De kunststofverwerkende nijverheid bestaat uit een groot aantal kleine en middelgrote ondernemingen die actief zijn op een Europese en/of wereldmarkt.
- Sinds 2001 wordt de sector gekenmerkt door een terugval van de tewerkstelling en stabilisatie van de productie (in ton). Deze evolutie geeft aan dat de groei verdwenen is en dat de druk op de productiviteit toeneemt.
- Sinds 2001 is er een negatief verloop van het aantal bedrijven en de tewerkstelling als gevolg van de stopzetting van een tiental middelgrote bedrijven en delokalisatie. Deze evolutie vindt plaats als gevolg van de delokalisatie van sommige opdrachtgevers, het verlies aan competitiviteit van Belgische productievestigingen en schaalvergroting binnen de sector.
- Er is een trend naar schaalvergroting merkbaar onder invloed van de mondialisering in de automobielnijverheid en elektronicasector, de Europese éénmaking en de overcapaciteit in bepaalde segmenten van de kunststofverwerkende industrie (b.v. PE folie, PE flacons).

- De marges op de omzet zijn zeer laag en de druk op deze marges wordt verhoogd door stijgende petroleum-, energie- en grondstofprijzen enerzijds en hoge loon- en milieukosten anderzijds.
- Instroom op traditionele afzetmarkten van éénvoudige kunststofproducten die tegen lage loonkosten geproduceerd werden in de nieuwe EU-lidstaten, China of India ("Agoria Kunststoffen, 2004-2005").
- Teloorgang van technische kennis door continue daling van het aantal matrijs- en gereedschapsbouwers ("Agoria Kunststoffen, 2004-2005").
- Voortdurende verkorting van de productlevenscyclus en toenemende druk om sneller en drastischer te innoveren ("Agoria Kunststoffen, 2004-2005").

c. Reguleringsfactoren

- De marge tussen het nettoloon voor de werknemer en de brutoloonkost voor de werkgever blijft de hoogste in de wereld.
- Nieuwe wetgeving inzake terugnameplicht (b.v. landbouwfolie), afvalbeheer en recyclage, veiligheid en gezondheid, emissie en geluid.
- Schaalvergroting en harmonisering van wetgeving, normen, technische reglementeringen ten gevolge van de opening van de Europese binnengrenzen.
- Dreiging van REACH (Registratie, Evaluatie, Autorisatie van CHemische stoffen) en mogelijke onbeschikbaarheid van bepaalde essentiële grondstoffen en additieven, met herformuleringskosten tot gevolg ("Agoria Kunststoffen, 2004-2005").

2.3.2. Felheid van concurrentie

De intensiteit van de concurrentie is bepalend voor de winstgevendheid van een sector. M. Porter (1985) maakt een onderscheid tussen vijf bronnen van concurrentie:

1. interne concurrentie tussen bedrijven binnen de sector;
2. externe concurrentie: macht van de leveranciers;
3. externe concurrentie: macht van de afnemers;
4. potentiële concurrentie: dreiging van substituten;
5. potentiële concurrentie: dreiging van nieuwe toetreders.

In volgende paragrafen worden deze vijf bronnen van concurrentie gedefinieerd voor de kunststofverwerkende nijverheid. Hierbij wordt uitgegaan van de informatie die bekomen werd tijdens een overleg met Dhr. Scheys (Febelplast) en Dhr. Bos (Agoria Kunststoffen).

a. Interne concurrentie

Tendens tot fusies en overnames

De kunststofverwerkende nijverheid in Vlaanderen is een typische KMO-sector. Tot 1990 waren de Vlaamse kunststofverwerkende KMO's nog eigendom van de stichter. Begin jaren '90, met de éénmaking van de markt, was er een trend tot overnames door multinationals. Het beleid dat de multinational voert, verhoogt de concurrentiedruk voor de Vlaamse kunststofverwerkende dochterondernemingen. Omdat de meeste hoofdkwartieren in het buitenland gevestigd zijn, wordt het beleid niet in Vlaanderen of in België bepaald. De Vlaamse kunststofverwerkers worden uitgespeeld ten opzichte van andere, meer concurrentiële dochterondernemingen in Oost-Europa.

Alhoewel de grootste overnames plaatsvonden in de jaren ’90, bestaat ook vandaag nog de vrees, bijvoorbeeld door de stijgende olieprijzen, dat kleinere ondernemingen zullen opgeslorpt worden. Daarnaast vinden fusies en overnames plaats om Europese en wereldwijde toelevering mogelijk te maken en als gevolg van de Europese éénmaking en de overcapaciteit in bepaalde segmenten van de kunststofverwerkende industrie (o.a. PE folie, PE flacons, PVC raamprofielen, buizen en comfortschuim). De trend tot mondialisering in de automobielnijverheid en elektronicasector, bijvoorbeeld, zet de ‘eerste lijn’ toeleveranciers onder druk om eveneens wereldwijd aan te leveren.

Evolutie totale markt

De kunststofverwerkende nijverheid in België werd tot 2000 gekenmerkt door een constante groei van de tewerkstelling en de productie (in ton). De snelle groei van de sector ten opzichte van de algemene economisch groei in die periode kan verklaard worden door het feit dat kunststof voornamelijk een substituut was voor andere (niet-kunststof) materialen. Sinds 2001 wordt de sector gekenmerkt door een terugval van de tewerkstelling en stabilisatie van de productie (in ton). Deze evolutie geeft aan dat de groei verdwenen is en dat de druk op de productiviteit toeneemt. Bovendien bestaat voor bepaalde subsectoren de vrees dat de activiteiten (en de groei) naar Oost-Europa verdwijnen (b.v. door lagere kosten).

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de conjunctuurgevoeligheid kan verschillen per subsector en afhankelijk is van de conjunctuur op de markt van de afnemers (b.v. automobielnijverheid, bouwnijverheid).

Financiële situatie en onzekerheid

De kunststoffabrikanten hebben te maken met een cyclisch prijsverloop (grote schommelingen die lange tijd duren) ten gevolge van overcapaciteit (lage prijzen) enerzijds en schaarste (hoge prijzen) anderzijds. Deze prijsschommelingen van de grondstof worden door de kunststofverwerkers met vertraging doorgerekend aan de klant. Op die manier kunnen er kasproblemen ontstaan voor subsectoren die gebruik maken van een groot aantal grondstoffen zoals bijvoorbeeld de verpakkingssector.

De stijging van de grondstofprijzen en de vertraagde doorrekening aan de afnemers, heeft een negatief effect op de liquiditeit en de rendabiliteit. Aangezien gemiddeld 50% van de omzet in de grondstoffen zit, zijn de marges op de omzet zeer laag. De druk op de marges wordt verhoogd door stijgende petroleum- en energieprijzen (ondanks de vrijmaking van de energiemarkt) en hoge loon- en milieukosten. De kunststofverwerkende nijverheid staat voor de uitdaging om competitief te zijn met concurrenten uit lage loonlanden.

Bovendien zorgen nieuwe, strenge wetgeving en de schaalvergroting en harmonisering van de wetgeving voor bijkomende onzekerheid.

Impact milieumaatregelen op omzet en gemiddelde prijs

Zoals reeds vermeld werd, zijn de marges op de omzet zeer laag en wordt de druk op deze marges verhoogd door stijgende petroleum-, energie- en grondstofprijzen enerzijds en hoge loon- en milieukosten anderzijds. De marge tussen het nettoloon voor de werknemer en de brutoloonkost voor de werkgever blijft de hoogste in de wereld. Omdat de kunststofverwerkende nijverheid zeer sterk afhankelijk is van de export naar de buurlanden, zorgt deze ‘loon-

handicap' voor een bijkomende druk op de marges. De impact van de implementatie van milieumaatregelen op de omzet en de gemiddelde prijs is afhankelijk van de betreffende subsector.

Voor bepaalde subsectoren komen de kosten van milieumaatregelen bovenop de kosten ten gevolge van REACH (Registratie, Evaluatie, Autorisatie van CHemische stoffen). REACH zal voornamelijk de producenten treffen die zelf compounderen. Omdat de markt voor deze producten te beperkt is, bestaat het gevaar dat de REACH-procedure niet doorlopen wordt en bepaalde substanties niet meer beschikbaar zullen zijn op de markt van de kunststofverwerkers. Dergelijke evolutie kan leiden tot hoge herformuleringskosten bovenop de milieukosten.

Prijs of (kwaliteits)differentiatie

Afhankelijk van de subsector is er sprake van concurrentie op basis van prijs of (kwaliteits)differentiatie.

De automobielnijverheid eist bijvoorbeeld als afnemer maximale kwaliteit aan steeds lagere prijzen. De toeleveranciers van de automobielnijverheid worden verwacht om jaarlijks hun prijs te laten dalen met ongeveer 3% (leercurve). Deze situatie kan problematisch worden in geval van een vast toeleveringscontract en een stijging van de grondstofprijzen.

Door de concurrentie uit de lage loonlanden neemt wel de druk toe om de kwaliteit te verbeteren. Echter, de klant moet ook bereid zijn om hiervoor een meerprijs te betalen.

Bereidheid tot samenwerking

De kunststofverwerkende nijverheid bestaat uit een groot aantal kleine en middelgrote bedrijven die actief zijn op een Europese en/of wereldmarkt. De bereidheid tot samenwerking wordt dan ook beperkt door een toenemende concurrentiedruk.

Overcapaciteit

De kunststofverwerkende nijverheid wordt gekenmerkt door overcapaciteit. Dit wordt in de hand gewerkt door het feit dat bedrijven ná faillissement overgekocht worden en de capaciteit behouden blijft.

Zoals reeds eerder vermeld, kan de trend naar schaalvergroting ondermeer verklaard worden door de overcapaciteit in bepaalde segmenten van de kunststofverwerkende industrie.

Toetredings- en uittredingsdrempels

De kunststofverwerkende nijverheid is kapitaalintensief. Om een bepaalde omzet per werknemer te kunnen garanderen worden hoge investeringen gemaakt, bijvoorbeeld matrijzen, gemiddeld om de vijf jaar vernieuwing machinepark. Deze investeringen zijn een belangrijke toetredings- en uittredingsdrempel. De sociale wetgeving (hoge loonkosten, beperkte flexibiliteit) werkt dit in de hand, bijvoorbeeld: om de machines rendabel te houden ten opzichte van de lage loonlanden, moeten ze meer uren draaien.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de verwerking van composieten minder kapitaalintensief is en een subsector is met zeer lage toetredingsdrempels (lage initiële investeringen). De toetredingsdrempel ligt het laagst voor "open mal"-technieken ("hand-lay up", "spray-up"), ligt heel wat hoger voor de gemechaniseerde en "gesloten mal"-technieken, en ligt meestal het hoogst voor de "high tech"-technieken.

Internationale concurrenten

Voor de leden van Febelplast zijn de belangrijkste concurrenten gevestigd in de buurlanden (b.v. producenten van buizen en raamprofielen – Duitsland; producenten van EPS-schuim – Nederland). Immers, de producten worden niet over een grote afstand getransporteerd (omwille van de lage marges).

Wat de verwerking van composieten betreft, zijn de lage loon-concurrenten gevestigd in de "nieuwe" EU-Lidstaten (Polen, Hongarije en Tsjechië) en China. De verwerkers van composieten bevinden zich in een fase van technologische vernieuwingen, die voortdurend aanpassing van kennis en het productie-apparaat vergen. Omdat deze sector zeer arbeidsintensief is (en minder kapitaalintensief), wegen de transportkosten niet op tegen de loonkosten. De subsector composieten staat zeer sterk onder druk vanuit de lage loonlanden. Heel wat bedrijven verplaatsen hun productie naar b.v. de nieuwe EU-lidstaten of kunnen niet meer op tegen de lage dumpingprijzen vanuit b.v. China, zelfs voor hoogwaardige koolstofvezelversterkte epoxyhars composieten.

De concurrenten worden niet altijd geconfronteerd met de wetgeving die geldt voor de Vlaamse kunststofverwerkers. De "nieuwe" EU-lidstaten, bijvoorbeeld, zullen moeten voldoen aan dezelfde eisen met betrekking tot arbeidshygiëne en milieu. Echter, hierbij hebben ze het concurrentieel voordeel dat een overgangstermijn gerespecteerd wordt. Ook al worden de concurrenten geconfronteerd met strengere wetgeving, het toezicht op de wetgeving is in Vlaanderen meestal strenger.

Export

Uit een jaarlijkse bevraging van de leden van Febelplast blijkt dat 76% van hun omzet in de export wordt gerealiseerd (communicatie Dhr. Scheys), voornamelijk naar Duitsland, Nederland en Frankrijk. Op deze markten is de Duitse kunststofverwerkende industrie de belangrijkste concurrent. De concurrentiepositie ten aanzien van de Duitse kunststofverwerkende nijverheid is van het hoogste belang voor de verdere evolutie van de Belgische kunststofverwerkende nijverheid.

Delokalisatie

Voor de leden van Febelplast vindt delokalisatie plaats als gevolg van de verhuis van de afnemers naar lage loonlanden enerzijds en de zoektocht naar andere groeimarkten (groei activiteiten) anderzijds. Voor de verwerkers van composieten vindt delokalisatie plaats naar de 'nieuwe' EU-Lidstaten (b.v. lage loonkosten). Milieuwetgeving en milieukosten zijn niet dé reden voor delokalisatie van de kunststofverwerkende nijverheid uit Vlaanderen maar kunnen wel een extra stimulans zijn.

b. Macht van de leveranciers

De kunststofverwerkende nijverheid wordt gekenmerkt door een zwakke onderhandelingspositie ten aanzien van multinationale toeleveranciers van grondstoffen.

Door het verschil in "opgelegde" betalingscondities van zeer grote leveranciers van grondstoffen komt de financieringsstructuur en het beschikbaar werkkapitaal van de kunststofverwerkende KMO's onder druk te staan.

Het gemiddeld aantal toeleveranciers per kunststofverwerkend bedrijf en de gebondenheid met deze toeleveranciers is afhankelijk van de subsector en het type product (b.v. grondstof of machines). Zo heeft een spuitgieter een grote waaier toeleveranciers, terwijl een verwerker van PVC slechts een beperkt aantal toeleveranciers heeft. Aangezien er wereldwijd slechts drie grote fabrikanten van glasvezel zijn, is de gebondenheid met deze toeleveranciers groot. Ook het aantal toeleveranciers van hars is beperkt en neemt verder af.

Het aantal toeleveranciers per type grondstof daalt omwille van de talrijke fusies die plaatsvinden tussen de grondstofproducenten. Per type grondstof en per kunststofverwerkend bedrijf zijn er gemiddeld 5 à 6 lokale toeleveranciers. Bovendien bieden deze lokale producenten de garantie dat de Belgische markt bevoorraad zal worden; niet-lokale producenten leveren enkel zolang er een overschot is. De overschakeling naar andere grondstofleveranciers brengt geen hoge kosten met zich.

Er staan maar een beperkt aantal machinetypes bij elke kunststofverwerker die gemiddeld bij 2 à 3 toeleveranciers aangekocht worden. Deze grote gebondenheid biedt een aantal voordelen zoals bijvoorbeeld wisselstukken, dezelfde besturingssystemen, beperkte opleiding werknemers. Er wordt dan ook enkel van toeleverancier veranderd in geval van problemen of ontwikkeling van nieuwe technieken. De kosten van deze overschakeling zijn redelijk hoog.

In de kunststofverwerkende nijverheid is er eerder de trend tot “outsourcen” dan tot verticale integratie.

Door de sterke positie van de toeleveranciers kunnen bijkomende kosten (b.v. milieu-investeringen) moeilijk afgewenteld worden.

c. Macht van de afnemers (klanten)

De kunststofverwerkende nijverheid wordt gekenmerkt door een zwakke onderhandelingspositie ten aanzien van multinationale klanten in de distributie- en consumptiegoederensector.

Zoals reeds vermeld werd, komt de financieringsstructuur en het beschikbaar werkkapitaal van de kunststofverwerkende KMO’s onder druk te staan door het verschil in “opgelegde” betalingscondities van grote klanten.

Het gemiddeld aantal afnemers per kunststofverwerkend bedrijf is afhankelijk van de subsector. De sector wordt in het algemeen gekenmerkt door een groot aantal afnemers (b.v. producenten van flacons tot kleine afvullers). Uitzonderingen hierop zijn de toeleveranciers van de automobielnijverheid en de elektronicasector die in de meeste gevallen maar één afnemer hebben. Recente sluitingen van automobielbedrijven (b.v. Renault Vilvoorde) hebben ertoe geleid dat ook deze toeleveranciers trachten om hun levering te spreiden over meerdere afnemers.

Het percentage van de omzet dat per bedrijf gerealiseerd wordt bij de vier grootste afnemers, is afhankelijk van de subsector en kan gaan van 100% (b.v. automobielnijverheid) tot 0% in het geval van consumentengoederen.

Afhankelijk van de subsector (klein of groot aantal afnemers) zijn de kosten al dan niet hoog om over te schakelen op een andere afnemer. In het geval van de automobielnijverheid, bijvoorbeeld, vraagt klantenbinding heel wat tijd en zijn de kosten om van afnemer te veranderen heel hoog.

Afhankelijk van het type product en het aantal afnemers kunnen bijkomende kosten (b.v. milieu-investeringen) al niet afgewenteld worden. De kunststofverwerkers die eindproducten op de

markt brengen, kunnen binnen bepaalde grenzen zelf de prijs bepalen. De kunststofverwerkers die onderworpen zijn aan de terugnameplicht en een groot aantal afnemers hebben, worden geconfronteerd met hoge milieukosten. De verwerkers van composieten hebben machtige afnemers zoals de automobielnijverheid, de bouwnijverheid, de elektronica- en transportsector.

d. Dreiging substituten

Bepaalde producten kunnen enkel in kunststof gemaakt worden maar meestal zijn er alternatieven op de markt beschikbaar. Deze alternatieven zijn afhankelijk van de subsector, bijvoorbeeld plastic draagtas versus karton en jutte; raam in PVC versus aluminium. De substituutproducten kunnen een ander product, een andere grondstof of een ander productieproces zijn. De kosten die verbonden zijn aan de overschakeling naar substituutproducten van afnemers kunnen verschillen per subsector (b.v. verschillende stukken uit metaal die nog geassembleerd moeten worden ten opzichte van één stuk uit kunststof).

Metalen zullen in de komende jaren verder aan relatief belang inboeten ten voordele van keramische materialen, polymeren en composietmaterialen. Hybride materialen, die polymeren en metalen combineren, zullen doorbreken (Agoria Vlaanderen, juni 2002).

De composieten staan in scherpe concurrentie met andere lichte constructiematerialen.

e. Dreiging nieuwe toetreders

De kunststofverwerkende nijverheid in Vlaanderen ondervindt weinig problemen ten gevolge van nieuwe toetreders. In tegenstelling tot enkele jaren geleden (nieuwe toeleveringsparken voor de automobielnijverheid trokken nieuwe toetreders aan) verdwijnen in Vlaanderen meer kunststofverwerkende bedrijven dan dat er nieuwe bedrijven toetreden. Er wordt geen verbetering verwacht voor de komende vijf jaar.

2.3.3. Grafische nijverheid

De draagkracht van de grafische sector in Vlaanderen werd in voorgaande paragrafen niet uitvoerig beschreven omdat het aantal drukkerijen dat onder deze studie valt (d.i. “bedrukken van kunststof”), klein is ten opzichte van de hoeveelheid kunststofverwerkende bedrijven. Toch moet opgemerkt worden dat de draagkracht van deze sector lager ligt dan deze van kunststofverwerkende nijverheid in Vlaanderen.

In 2004 heeft de sector niet kunnen genieten van de heropleving van de Belgische economie (Febelgra, “Economisch verslag 2004”): door de verhoging van loon-, energie- en milieukosten, door de structurele overcapaciteit, door de voorzichtige houding van de adverteerders, moesten de bedrijven in de eerste plaats kostenbesparingen realiseren om de grafische activiteit te vrijwaren. De concurrentiestrijd tussen binnenlandse en buitenlandse bedrijven leidde opnieuw tot een scherpe daling van de verkoopprijzen en de verkoopsmarge. In de toekomst zal het verloop van de vraag naar drukwerk in het binnen- en buitenland onzeker blijven. De opmars naar België van producenten uit lageloonregio’s zoals Oost-Europa en Azië (voornamelijk China) zal blijven doorgaan. De bedrijven moeten voldoende oog hebben voor vernieuwing van het aanbod via een aangepast innovatiebeleid en/of via het opzetten van partnerschappen die de toegevoegde waarde verhogen. Investeren in menselijk kapitaal (b.v. bijscholing) kan tevens een belangrijke weerslag hebben op de productiekost.

2.3.4. Conclusie inschatting draagkracht sector

In deze paragraaf wordt getracht om de draagkracht van de kunststofverwerkende nijverheid in Vlaanderen in te schatten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de algemene beoordeling niet noodzakelijk van toepassing is voor alle subsectoren van de kunststofverwerkende nijverheid. Echter, door een gebrek aan (statistische) informatie kon de inschatting van de draagkracht niet uitgevoerd worden op niveau van de subsectoren.

Sinds 2001 is de groei van de kunststofverwerkende nijverheid verdwenen en neemt de druk op de productiviteit toe. Er is een negatief verloop van het aantal bedrijven en de tewerkstelling als gevolg van delokalisatie naar lageloonlanden en andere groeimarkten, het verlies aan competitiviteit van Belgische productievestigingen en de trend naar schaalvergroting binnen de sector. De marges op de omzet zijn zeer laag. De druk op deze marges wordt verhoogd door stijgende petroleum-, energie- en grondstofprijzen enerzijds en hoge loon- en milieukosten anderzijds. Bovendien zorgen nieuwe wetgeving en de schaalvergroting en harmonisering van de wetgeving voor bijkomende onzekerheid. De dreiging van substituten en de macht van multinationale toeleveranciers en klanten drukken op de winstgevendheid van de sector. Hieruit kan afgeleid worden dat de draagkracht van de kunststofverwerkende nijverheid voor zware milieu-investeringen beperkt is.

De kunststofverwerkende industrie zal moeten overschakelen van een sterke positie in halffabrikaten, met grote volumes en hoge productiviteit, naar een meer gedifferentieerd aanbod van producten, een hogere toegevoegde waarde en grotere flexibiliteit om in te spelen op trends en evoluties in de markt (Fechiplast, “Jaarverslag 2003”). Een voortdurende productvernieuwing en -ontwikkeling is onmisbaar geworden.

2.4. Milieu-juridische aspecten

2.4.1. Algemeen

De kunststofverwerkende sector in het Vlaamse Gewest is onderworpen aan een reeks voorschriften, die hoofdzakelijk vervat zijn in VLAREM I (besluit van de Vlaamse regering houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning) en VLAREM II (besluit van de Vlaamse regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne). Daarnaast leggen ook het VLAREBO, VLAREA, afvalstoffendecreet, Interregionaal Samenwerkingsakkoord Verpakkingsafval en dergelijke verplichtingen op die moeten nageleefd worden.

Een aantal Europese Richtlijnen en Verordeningen hebben ook betrekking op activiteiten die in de kunststofverwerkende bedrijven (kunnen) plaatshebben. De belangrijkste zijn de VOS-richtlijn, die reeds in de Vlaamse wetgeving werd omgezet, de NEC-richtlijn, die emissieplafonds oplegt, en de IPPC-richtlijn die aanleiding heeft gegeven tot verschillende BREF.

2.4.2. Vlaamse wetgeving

a. Vlarem I

VLAREM I regelt de milieuvergunning en melding van hinderlijke inrichtingen. De als hinderlijk beschouwde inrichtingen zijn door VLAREM I (Vlarem I, 1991) ingedeeld in 3 klassen, naargelang de graad van belasting ervan voor mens en milieu, met klasse 1 het meest belastend. De

ingedeelde hinderlijke inrichtingen zijn opgenomen in de zogenaamde indelingslijst van VLAREM I, bijlage I.

Bijlage 3, p. 389, geeft een opsomming van de rubrieken van hinderlijke inrichtingen die in de kunststofverwerkende sector kunnen voorkomen. Hierbij worden ondermeer de klasse, het type milieucoördinator en de verplichting tot indienen van een milieujaarverslag vermeld.

Relevante rubrieken van toepassing voor de sector zijn
– rubriek 23: kunststoffen, met subrubrieken 23.2. en 23.3.;
– rubriek 4: aanbrengen bedekkingsmiddelen (4.6: oppervlaktebehandeling: lijmen);
– rubriek 11: drukkerijen en grafische industrie;
– rubriek 17: opslag gevaarlijke stoffen;
– rubriek 59: gebruik van solventen;
– rubriek 2: afvalstoffen;
– rubriek 3: afvalwater en koelwater.

Indien een bedrijf een afvalstof verwerkt/recycleert, is rubriek 2 van toepassing en is het bedrijf onderworpen aan de sectorale voorwaarden voor de verwerking van afvalstoffen (Hoofdstuk 5.2. van Vlarem II). Dit is bijvoorbeeld het geval indien een bedrijf verontreinigde solventen destilleert.

Een recent OVAM standpunt maakt een uitzondering hierop mogelijk. Indien een afvalstof (bv. een verontreinigd solvent) uit de eigen productie voortkomt, verwerkt wordt (bv. zuivering door destillatie) en opnieuw in de eigen productie ingezet wordt, is rubriek 2 niet van toepassing op het bedrijf op voorwaarde dat zowel het ontstaan van de afvalstof, de recyclage/verwerking ervan als het opnieuw inzetten van de afvalstof op dezelfde lokatie (dezelfde exploitatiezetel) plaatsvindt, ongeacht de grootte van de verwerkings/recyclage/destillatie-eenheid.

b. Vlarem II

VLAREM II (Vlarem II, 1995) legt de milieuvoorwaarden vast voor de ingedeelde inrichtingen en ook voor enkele niet-ingedeelde richtingen. Voor de ingedeelde inrichtingen wordt onderscheid gemaakt tussen algemene en sectorale milieuvoorwaarden.

De algemene milieuvoorwaarden die voor ingedeelde inrichtingen gelden zijn:
- algemene voorschriften zoals toepassing BBT, milieucoördinator, etc. (hoofdstuk 4.1);
- beheersing van oppervlaktewaterverontreiniging (hoofdstuk 4.2);
- beheersing van bodem- en grondwaterverontreiniging (hoofdstuk 4.3);
- beheersing van luchtverontreiniging (hoofdstuk 4.4);
- beheersing van geluidshinder (hoofdstuk 4.5).

Behoudens afwijkende bepalingen in de sectorale milieuvoorwaarden zijn de algemene milieuvoorwaarden geldig. De sectorale voorwaarden hebben dus steeds voorrang op de algemene voorwaarden.

In onderstaande tekst worden per milieudomein de algemene voorwaarden en de sectorale voorwaarden van de voor de kunststofverwerkende sector relevante rubrieken samengevat.

c. Beheersing van waterverontreiniging

Waterverontreiniging door een gemiddeld kunststofverwerkend bedrijf is veelal beperkt, zowel wat de aard als de hoeveelheid van het geloosde water betreft. Enerzijds is er sanitair afvalwater en anderzijds is er soms bedrijfsafvalwater.

Water wordt bij een aantal processen gebruikt als koelmiddel. Daarbij ontstaat thermisch verontreinigd water, maar in de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van een gesloten koelsysteem en is er geen lozing.

Voor een inrichting die volgens een Vlarem I-rubriek ingedeeld is, gelden de algemene Vlarem II-voorwaarden, eventueel aangevuld met sectorale (bv. voor lozingen door bedrijven uit rubriek 11) en/of bijzondere voorwaarden.

– Algemene Vlarem II-normen voor afvalwaterlozingen

Voor de kunststofverwerkende bedrijven gelden meestal de algemene lozingsvoorwaarden gesteld in Afdeling 4.2.2. voor bedrijfsafvalwater dat geen gevaarlijke stoffen bevat. In subafdeling 4.2.2.1. worden de voorwaarden aangegeven die gelden voor lozing in gewone oppervlaktewateren.

Tabel 7: Emissiegrenswaarden voor lozing in gewone oppervlaktewateren van bedrijfsafvalwater dat geen gevaarlijke stoffen bevat

Parameter	Grenswaarde
pH	tussen 6,5 en 9
BZV in 5 dagen bij 20°C	≤ 25 mg/l
Temperatuur	≤ 30°C
Bezinkbare stoffen	≤ 0,5 mg/l
Zwevende stoffen	≤ 60 mg/l
Apolaire kwst. extraheerbaar met CCl_4	≤ 5 mg/l
Anionische, kationische en niet-ionische oppervlakte actieve stoffen	≤ 3 mg/l

In subafdeling 4.2.2.2. worden de voorwaarden aangegeven die gelden voor lozing in de openbare riolering.

Tabel 8: Emissiegrenswaarden voor lozing in openbare riolering van bedrijfsafvalwater dat geen gevaarlijke stoffen bevat

Parameter	Grenswaarde
pH	tussen 6-9,5
Temperatuur	≤ 45°C
afmetingen van aanwezige zwevende stoffen	≤ 1 cm
Zwevende stoffen	≤ 1 g/l
Stoffen extraheerbaar met petroleumether	≤ 0,5 g/l

Indien het bedrijfsafvalwater één of meer gevaarlijke stoffen van bijlage 2C uit Vlarem I bevat, moeten de voorwaarden uit Afdeling 4.2.3 gevolgd worden. Voor de gevaarlijke stoffen worden emissiegrenswaarden vastgesteld in de milieuvergunning.

– Sectorale lozingsvoorwaarden voor de grafische industrie

Sommige bedrijven vallen onder de subrubrieken 11.1, 11.2 of 11.3 van de indelingslijst omwille van het bedrukken van kunststoffen. Hiervoor gelden volgende sectorale lozingsvoorwaarden (Vlarem II bijlage 5.3.2.16.):

a) lozing in oppervlaktewateren:

ondergrens pH	6,5	Sörensen
bovengrens pH	9,0	Sörensen
temperatuur	30,0	°Celsius
zwevende stoffen	60,0	mg/l
bezinkbare stoffen	0,50	ml/l
CCl_4 extraheerbare stoffen	5,0	mg/l
detergent	3,0	mg/l
olie en vet	n.v.w.b.	
ammoniakale stikstof	100,0	mg N/l
aromatische koolwaterstoffen	1,0	mg/l
BZV	25,0	mg/l
chroom VI	0,50	mg Cr/l
CZV	120,0	mg/l
lozing fixeerbad en inktresten	verbod	
sulfiet	1,0	mg SO3/l
T.O.X.	verbod	mg/l
totaal CADMIUM	0,60	mg Cd/l
totaal chroom	2,0	mg Cr/l
totaal koper	1,0	mg Cu/l
totaal lood	1,0	mg Pb/l
totaal selenium	0,10	mg Se/l
totaal zilver	1,0	mg Ag/l
totaal zink	5,0	mg Zn/l
gehalogeneerde koolwaterstoffen	verbod	

b) lozing in riolering:

ondergrens pH	6,0	Sörensen
bovengrens pH	9,5	Sörensen
temperatuur	45,0	°Celsius
afmeting zwevende stoffen	10,0	mm
zwevende stoffen	1000,0	mg/l
petroleum ether extr. stoffen	500,0	mg/l
ammoniakale stikstof	v.g.t.g.	mg N/l
lozing fixeerbad en inktresten	verbod	
organohalogeenverbindingen	5,0	mg/l
totaal cadmium	0,60	mg Cd/l
totaal chroom	2,0	mg Cr/l
totaal koper	2,0	mg Cu/l
totaal lood	1,0	mg Pb/l
totaal selenium	0,20	mg Se/l
totaal zilver	1,0	mg Ag/l

c) de emissiegrenswaarden vermeld in sub a) en sub b), behoudens voor wat de parameter "totaal zilver" betreft, gelden voor een specifiek referentievolume van het effluent van 17 m^3 per werknemer per maand.

– het beleid met betrekking tot verwerking van bedrijfsafvalwater

Aansluitend bij deze voorwaarden willen we ook verwijzen naar de randvoorwaarden in het beleid m.b.t. de afvalwaterlozingen, die vastgelegd zijn in de Ministeriële Omzendbrief LNW 2005/01 van 23 September 2005[12] en het besluit van de Vlaamse regering d.d. 21.10.05 houdende vaststelling van de regels inzake contractuele sanering van bedrijfsafvalwater op een openbare RWZI. Deze vormen één van de uitgangspunten bij het vastleggen van bijzondere voorwaarden voor de lozing van afvalwater.

Hieronder zijn de belangrijkste uitgangspunten vermeld:
Algemene uitgangspunten zijn:

- Het voorkomen van vervuiling en het maximaal vermijden van bedrijfsafvalwater door ondermeer een optimale bedrijfsvoering staat voorop.
- Bedrijfsafvalwater kan in principe op RWZI geloosd worden via een openbare riolering. Dit mag evenwel geen aanleiding geven tot een minder goed functioneren van de RWZI en het rioleringsstelsel.

Het besluit maakt onderscheid tussen situaties waarbij het bedrijfsafvalwater zonder enig voorbehoud op een RWZI kan verwerkt worden en situaties waarbij afhankelijk van de lokale situatie (bedrijf, rioleringsnet, RWZI, ontvangend oppervlaktewater, enz.) een oordeel moet worden gevormd of, en onder welke randvoorwaarden, deze verwerking mogelijk is.

Bedrijfsafvalwater van kleine bedrijven en huishoudelijk afvalwater:
Het bedrijfsafvalwater van kleine bedrijven evenals het huishoudelijk afvalwater van alle bedrijven wordt gesaneerd binnen de noodzakelijke minimale RWZI-zuiveringscapaciteit voor huishoudelijk afvalwater berekend op basis van het aantal aangesloten en aan te sluiten inwoners – hierna RWZI-basiszuiveringscapaciteit genoemd – voor zover het voldoet aan de in de milieuvergunning opgelegde lozings-voorwaarden. Dit geldt sowieso ook voor het afvalwater van ziekenhuizen, verzorgings-instellingen, gevangenissen, onderwijsinstellingen kantoorgebouwen, zwembaden, horeca, campings, ... tenzij in het vergunningenadvies andersluidend wordt gemotiveerd.

Het besluit definieert "kleine bedrijven" als bedrijven die:

- onder de N-drempels vallen N1 < 600 en N2 < 200 en N3 < 400[13];
- én die geen grote hoeveelheid verdund afvalwater lozen (niet meer dan 200 m^3/dag met een gemiddelde BZV van minder dan 100 mg/l);
- én die geen andere stoffen lozen in hoeveelheden die de werking van de RWZI kunnen verstoren.

---

[12] Deze heeft betrekking op de verwerking van bedrijfsafvalwater via de openbare zuiveringsinfrastructuur en op de verenigbaarheid van de lozingen van bedrijfsafvalwater op de openbare riolering met de beleidsaanpak inzake RWZI-exploitatie.

[13] Voor de berekening van de afvalwaterheffing wordt de vuilvracht van een afvalwater uitgedrukt in vervuilingseenheden (N) die vermenigvuldigd worden met het bedrag van een eenheidstarief. Voor de berekening van de heffing op basis van meet- en bemonsteringsresultaten is N = N1 + N2 + N3 + Nk.
N1 = vuilvracht veroorzaakt door lozing van de zuurstofbindende stoffen en de zwevende stoffen
N2 = vuilvracht veroorzaakt door lozing van de beschouwde zware metalen
N3 = vuilvracht veroorzaakt door lozing van de beschouwde nutriënten (stikstof en fosfor)
Nk = vuilvracht veroorzaakt door het lozen van koelwater.

Bedrijfsafvalwater van deze kleine bedrijven wordt in principe vergelijkbaar geacht met huishoudelijk afvalwater en kan dus normaliter op riool worden geloosd.

Bedrijfsafvalwater van bedrijven met een kleine impact:
Indien het bedrijfsafvalwater, dat boven deze N-drempels uitkomt en voldoet aan de andere criteria onder 2.2 van het besluit. (dit zijn hogervermelde criteria), slechts een relatief klein deel uitmaakt van de capaciteit van de RWZI, kan het normaal gezien eveneens verwerkt worden op RWZI.

Een ad hoc benadering voor het bedrijfsafvalwater van de andere bedrijven die maximaal tot een win-win situatie moeten leiden:
Bij het evalueren van de impact van een bedrijf staat de goede werking – de naleving van de Vlarem-effluentnormen van de RWZI en de overige zuiveringsinfrastructuur centraal.

Indien de werking van de zuiveringsinfrastructuur niet gehypothekeerd wordt, is er geen reden om bedrijven niet aan te sluiten op of af te koppelen van de RWZI.

Indien de werking van openbare zuiveringsinfrastructuur niet voldoet of in de toekomst niet meer dreigt te voldoen aan de opgelegde normen dient de aansluitbaarheid van elk bedrijf binnen het zuiveringsgebied dat niet aan de hogervermelde categorie beschreven onder 2.2. of 2.3. voldoet, onderzocht te worden. Naast de ecologische toezichthouder dient de N.V. Aquafin hierover te waken en hiertoe de nodige initiatieven te nemen. Ook het transport van het bedrijfsafvalwater van deze bedrijven mag hierbij geen toewijsbaar negatief effect hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater door het veelvuldig overstorten van grote hoeveelheden ongezuiverd afvalwater.

De mogelijkheden tot verwerking van het afvalwater met een belangrijke impact op de RWZI hangt dus van diverse factoren en actoren af. Een integrale benadering van de problematiek is hierbij essentieel. De verschillende mogelijke oorzaken van de slechte werking van de openbare zuiveringsinfrastructuur, dienen geëvalueerd te worden waarbij elke actor zijn verantwoordelijkheid dient te nemen. De aspecten die als toetsingsbasis gehanteerd dienen te worden om de impact van de medeverwerking te bepalen en om de al dan niet aansluitbaarheid van de bedrijven op de openbare zuiveringsinfrastructuur te evalueren, zijn:

- de goede verwerkbaarheid van de aangeboden afvalwaters op RWZI;
- de hydraulische impact;
- de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen in bedrijfsafvalwater;
- de aanwezigheid van alternatieven voor aansluiting op riolering.

Contracten op basis van het principe de vervuiler betaalt:
Er werd via het programmadecreet van 24 december 2004 een decretale basis gegeven voor een contractuele band tussen de bedrijven en de N.V. Aquafin. Onder toezicht van de economische toezichthouder zal de N.V. Aquafin contracten afsluiten met bedrijven voor de sanering van het afvalwater dat niet afkomstig is van huishoudelijke activiteiten en dat aangesloten is op een operationele RWZI.

In het decreet wordt ook vermeld dat een uitvoeringsbesluit verder vorm zal geven aan de regels inzake contractuele sanering van bedrijfsafvalwater op een RWZI.
Ook het gebruik van valoriseerbare afvalwaters als grondstof voor de RWZI wordt door middel van een contract tussen Aquafin en het bedrijf geregeld.

Vanuit zuiveringstechnische en natuurtechnische effectiviteit, economische efficiëntie en planologische beperkingen kan de mogelijkheid onderzocht worden om een gemeenschappelijke zui-

veringsaanpak van bedrijfsafvalwater te organiseren op een industriële waterzuiveringsinstallatie (IWZI).

Bij sommige bedrijven kan het aangewezen zijn om samenwerkingsverbanden te onderzoeken. De beheerder van het betrokken industrieterrein kan hierbij een belangrijke rol spelen.

Afleveren en aanpassing van vergunningen:
De vergunningverlenende overheid beslist, op basis van het advies van de advies-verlenende instanties, of een vergunning wordt verleend voor de lozing van bedrijfsafvalwater en onder welke voorwaarden mag worden geloosd.
Wanneer een vergunningsaanvraag of lopende vergunning niet overeenkomstig de bepalingen van dit besluit is, zullen de bevoegde administraties maximaal overleg plegen met het betrokken bedrijf om te komen tot een wijziging van de vergunningsvoorwaarden waarbij de goede werking van de RWZI wordt verzekerd. Zowel de bevoegde administraties als het bedrijf kunnen deskundigen afvaardigen voor het overleg.
Bij eventuele wijzigingen zullen alleszins redelijke overgangstermijnen voorzien worden.

– het beleid met betrekking tot het lozen van hemelwater

Het is verboden hemelwater te lozen in de openbare riolering wanneer het technisch mogelijk of noodzakelijk is dit hemelwater te hergebruiken, te infiltreren, te bufferen of het gescheiden van het afvalwater te lozen in een oppervlaktewater hetzij rechtstreeks, hetzij via een gescheiden riolering, een effluentleiding of een kunstmatige afvoerweg voor hemelwater of een riolering gelegen in een zuiveringszone C.

Algemeen uitgangspunt is dat hemelwater afkomstig van verharde oppervlakken zoveel mogelijk nuttig moet worden gebruikt. De daartoe vereiste voorzieningen moeten worden gebouwd en uitgebaat overeenkomstig de Code van goede praktijk (momenteel in herziening) voor de afkoppeling van hemelwater van bedrijfsgebouwen en verharde bedrijfsterreinen. Bij lozing van hemelwater in een gemengde riolering moet dit tot aan de grens met het openbaar domein gescheiden van het afvalwater worden aangevoerd teneinde latere aansluiting op een hemelwaterriolering te vrijwaren.

d. Beheersing van luchtverontreiniging

Bij verschillende processen binnen de kunststofverwerkende bedrijven kunnen gassen, dampen of nevels en stofdeeltjes vrijkomen, waardoor luchtverontreiniging kan ontstaan. Hieronder volgt de regelgeving in Vlaanderen. De Europese wetgeving in wordt in 2.4.3. toegelicht. Onder rubriek a. worden de emissieplafonds van de NEC-richtlijn aangegeven en de emissies van ozonafbrekende stoffen worden in rubriek c. behandeld.

– Algemene Vlarem II-normen voor luchtemissies

Voor Vluchtige Organische Stoffen:

Voor een inrichting die volgens een Vlarem I-rubriek ingedeeld is, gelden de algemene Vlarem II-voorwaarden tenzij voor deze sector specifieke sectorale voorwaarden gedefinieerd zijn zoals b.v. voor de bedrijven uit rubrieken 11, 23 en 59. Deze laatste rubriek 59 is aan Vlarem II toegevoegd om de Europese richtlijn 1999/13/EG omtrent gebruik van oplosmiddelen, te implementeren. Enkel de activiteiten die onder deze rubriek opgesomd worden, en het gebruik van middelen die onder de definitie van organisch oplosmiddel (in het kader van hoofdstuk 5.59) vallen, zijn verplicht de sectorale voorwaarden van hoofdstuk 5.59 te respecteren.

Wanneer een ingedeelde inrichting VOS-houdende producten gebruikt en er voor de rubriek in kwestie geen sectorale voorwaarden opgenomen zijn in Vlarem II of het gaat om middelen die niet voldoen aan de definitie van organisch oplosmiddel volgens hoofdstuk 5.59, dan zijn de algemene emissiegrenswaarden geldig (zie Bijlage 4.4.2.-10° en 11° bij Vlarem II).

Dit is onder andere het geval voor de reactieve solventen die gebruikt worden bij de productie van composieten (vb. styreen bij polyesterverwerkende bedrijven). Dit solventgebruik wordt niet in rubriek 23 noch in rubriek 59 vernoemd. Bij de productie van composieten is het gebruik van styreen bijgevolg onderworpen aan de algemene emissiegrenswaarde (Bijlage 4.4.2. Vlarem II) voor styreen en deze is 100 mg/m³ bij een massastroom boven 2 000 g per uur.

Ook komen bij sommige lijmen VOS-emissies vrij die niet onder de oplosmiddelenwetgeving vallen, maar onderworpen zijn aan de algemene voorwaarden in Bijlage 4.4.2. tabel 9°. Het meest relevante voorbeeld hiervan is formaldehyde. Lijmen op formaldehyde- of isocyanaatbasis bevatten weliswaar VOS, doch vallen niet onder Afd. 5.59. Deze VOS zijn immers actieve ingrediënten en zijn niet bestemd als oplosmiddel. In Vlarem II wordt een emissiegrenswaarde voor formaldehyde (Algemene Emissiegrenswaarden Bijlage 4.4.2. Vlarem II) opgelegd van 20 mg/m³ bij een massastroom boven 100 g per uur.

Voor stof:

De emissies van stof die ontstaan bij (de afzuiging van machines voor) kunststofverwerking zijn geregeld via de algemene voorwaarden (Vlarem II, Bijlage 4.4.2. 1°). De grenswaarde is afhankelijk van de massastroom (g per uur).

Tabel 9: Emissiegrenswaarden voor stof zoals vermeld in Bijlage 4.4.2. 1°

parameter	Emissiegrenswaarde mg/Nm³
stofdeeltjes totaal bij een massastroom van:	
a) ≤ 500 g per uur	150
b) > 500 g per uur:	50

– *Sectorale normen*

Tenzij anders vermeld in de milieuvergunning en in afwijking van de algemene emissiegrenswaarden bepaald in hoofdstuk 4.4, zijn voor verschillende sectoren sectorale normen van kracht.

Sectorale normen voor rubriek 23: kunststoffen

Voor de bedrijven die ingedeeld zijn in de rubriek 23 gelden de hierna genoemde emissiegrenswaarden, uitgedrukt in mg/Nm^3 (Art. 5.23.1.1.). Ze hebben betrekking op de geleide emissies in de volgende omstandigheden: temperatuur 0°C, druk 101,3 kPa, droog gas.

De luchthoeveelheden die naar een onderdeel van de installatie worden toegevoerd om het afvalgas te verdunnen of af te koelen, blijven bij de bepaling van de emissiegrenswaarden buiten beschouwing.

Parameter	Emissiegrenswaarde
Organische stoffen:	
In geval van toepassing van met water verdunbare lijmen die als oplosmiddel uitsluitend ethanol met een massagehalte van ten hoogste 25% bevatten, emissie aan ethanol:	500 mg/Nm^3
Bij gebruik van oplosmiddelenhoudende lijmen, bij een massastroom van 3000 g/u of meer, emissie aan totaal organische stoffen:	150 mg/Nm^3
Bij gebruik van oplosmiddelenhoudende lijmen, lossingsmiddelen en blaasmiddelen voor de productie van soepel polyurethaanschuim, bij een massastroom van 3000 g/u of meer, emissie aan dichloormethaan:	150 mg/Nm^3
Bij gebruik van blaasmiddelen (drijfgassen) voor de productie van geëxtrudeerd polystyreenschuim, bij een massastroom van 3.000 g/u of meer, emissie aan totaal organische stoffen:	150 mg/Nm^3

De emissiegrenswaarden vermeld in punten a, b en c van artikel 5.23.1.1 voor organische stoffen gelden niet voor de activiteit 16 (het aanbrengen van een lijmlaag) van bijlage 5.59.1 als de inrichting voor deze activiteit voldoet aan de eisen van het in bijlage 5.59.2 beschreven reductieprogramma. In dat geval moet:

1. de in bijlage 5.59.2 vermelde beoogde emissie voor nieuwe installaties onmiddellijk bereikt zijn;
2. de in bijlage 5.59.2 vermelde 1,5 x beoogde emissie voor bestaande installaties uiterlijk op 1.1.2003 bereikt zijn;
3. de in bijlage 5.59.2 vermelde beoogde emissie voor bestaande installaties uiterlijk op 31.10.2007 bereikt zijn.

Deze rubriek werd afgesteld op de toepassing van rubriek 59 voor activiteiten die gebruikmaken van organische oplosmiddelen.

Sectorale normen voor rubriek 11: drukkerijen en grafische industrie

Voor de bedrijven die ingedeeld zijn in de rubriek 11 gelden de emissiegrenswaarden gesteld in Art. 5.11.0.5. van Vlarem II.

Tenzij anders vermeld in de milieuvergunning en in afwijking van de algemene emissiegrenswaarden bepaald in hoofdstuk 4.4., zijn de hierna genoemde emissiegrenswaarden, uitgedrukt in mg/Nm^3 geldig. Deze hebben betrekking op de volgende omstandigheden: temperatuur 0° C, druk 101,3 kPa, droog gas, van toepassing op de in afvalgassen.

De luchthoeveelheden die naar een onderdeel van de installatie worden toegevoerd om het afvalgas te verdunnen of af te koelen, blijven bij de bepaling van de emissiewaarden buiten beschouwing.

parameter	emissiegrenswaarde
1° [...]	
2° organische stoffen: voor installaties voor het bedrukken van baan- of plaatvormige materialen met rotatiedrukmachines met inbegrip van de bijhorende drooginstallaties,	
a) in geval van toepassing van met water verdunbare drukinkten die als organisch oplosmiddel uitsluitend ethanol met een massagehalte van ten hoogste 25% bevatten, emissie aan ethanol	500,0 mg/Nm^3

parameter	emissiegrenswaarde
b) [bij gebruik van oplosmiddelen en/of harshoudende drukinkten op rotatiedrukpersen (andere dan typo en coldsetoffset-rotatie) met een nominaal verbruik van meer dan 5 kg organische oplosmiddelen per uur, wordt de emissie aan totaal organisch koolstof beperkt tot:	
– bij thermische naverbranding:	50,0 mg/Nm^3
– bij katalytische naverbranding:	100,0 mg/Nm^3]
– bij solventrecuperatie door condensatie of met een actief-koolfilter:	150,0 mg/Nm^3]
3° de volgende stoffen, bij een massastroom per stof van 5g/u of meer:	
– chroom VI-verbindingen (in inadembare vorm), zoals calciumchromaat	1,0 mg/Nm^3
– chroomIII-, strontium- en zinkchromaat, uitgedrukt in Cr	1,0 mg/Nm^3
4° de volgende damp- of gasvormige anorganische stoffen, bij een massastroom per stof van 5kg/u of meer:	
– SOx (als SO_2)	500,0 mg/Nm^3
– NOx (als NO_2)	500,0 mg/Nm^3
5° de volgende stofvormige anorganische stoffen, bij een massastroom per stof van 25g/u of meer:	
– lood en zijn verbindingen uitgedrukt in Pb	5,0 mg/Nm^3
– chroom en zijn verbindingen uitgedrukt in Cr	5,0 mg/Nm^3

De emissiegrenswaarden voor organische stoffen, vermeld in bovenstaande tabel en in de rubrieken 10°, 11° van bijlage 4.4.2, gelden niet voor de activiteiten 1, 2 en 3 van bijlage 5.59.1, (dit zijn heatsetrotatie-offsetrotatie, illustratiediepdruk en andere rotatiediepdruk, flexografie, rotatiezeefdruk, lamineer- of lakeenheden of rotatiezeefdruk op textiel/karton) als de inrichting voor deze activiteiten voldoet aan de bepalingen van hoofdstuk 5.59.
In dat geval moeten:

1. de emissiegrenswaarden van bijlage 5.59.1 of de in bijlage 5.59.2 vermelde beoogde emissie voor nieuwe installaties onmiddellijk bereikt zijn;
2. de emissiegrenswaarden van bijlage 5.59.1 of de in bijlage 5.59.2 vermelde 1,5 x beoogde emissie voor bestaande installaties uiterlijk op 1.1.2003 bereikt zijn;
3. de emissiegrenswaarden van bijlage 5.59.1 of de in bijlage 5.59.2 vermelde beoogde emissie voor bestaande installaties uiterlijk op 31.10.2007 bereikt zijn.

Deze regeling geldt ook voor inrichtingen waarvoor het oplosmiddelverbruik van de betrokken activiteiten kleiner is dan de drempelwaarde van bijlage 5.59.1. In dat geval zijn de hoogste emissiegrenswaarden van toepassing, voor de betrokken activiteit opgenomen in bijlage 5.59.1.

Sectorale normen voor rubriek 59: activiteiten die gebruik maken van organische oplosmiddelen

Installaties met een groot solventgebruik worden ingedeeld in rubriek 59 en hiervoor is bovendien Afdeling 5.59 van toepassing. Via deze afdeling wordt de Europese Oplosmiddelenrichtlijn van 1999 geïmplementeerd in de Vlaamse milieuwetgeving.

Het solventverbruik is de som van alle solventen die bij de betrokken activiteit gebruikt worden (Vlarem II, bijlage 5.59.1).

	Activiteit (drempelwaarde voor verbruik oplosmiddelen in ton/jaar)	**Drempelwaarde** (verbruik oplosmiddelen ton/jaar)	**Emissiegrenswaarde in afgassen** (mg C/Nm³)	**Diffuse emissiegrenswaarde** (% oplosmiddelen-input)	**Totale emissiegrenswaarde**	**Bijzondere bepalingen**
1	Heatsetrotatie-offsetdruk (> 15)	15-25 > 25	100 20	30 (1) 30 (1)		1. Resten oplosmiddelen in eindproduct worden niet als onderdeel van de diffuse emissie beschouwd
2	Illustratiediepdruk (> 25)		10	15		
3	Andere rotatie-diepdruk, flexografie, rotatiezeefdruk, lamineer- of lakeenheden, (> 15) rotatiezeefdruk op textiel/karton (> 30)	15-25 > 25 > 30 (1)	100 100 100	25 20 20		1. Drempel voor rotatiezeefdruk op textiel en karton
4	Oppervlakte-reiniging(1) (> 1)	1-5 > 5	20 (2) 20 (2)	15 10		1. Met de in artikel 5.59.2.2,§ 1 en § 3, vermelde stoffen. 2. Grenswaarde in massa van de verbindingen in mg/Nm3; en niet in totale massa koolstof.
5	Overige oppervlakte-reiniging (> 2)	2-10 > 10	75 (1) 75 (1)	20 (1) 15 (1)		1. Overeenkomstig artikel 5.59.2.1, § 2, kan een afwijking worden verleend van deze emissiegrenswaarden indien in de afwijkingsaanvraag wordt aangetoond dat het gemiddelde gehalte aan organische oplosmiddelen van al het in een installatie gebruikte reinigingsmateriaal niet hoger ligt dan 30 gewichtsprocenten. In dergelijk geval kan in de afwijking worden bepaald dat de emissiegrenswaarden niet gelden voor die installatie.
8	Andere coating-processen, waaronder metaal-, kunststof-, textiel-(5), film- en papiercoating (> 5)	5-15 > 15	100 (1)(4) 50/75 (2)(3)(4)	20(4) 20(4)		1. Deze emissiegrenswaarde geldt voor coating- en droogprocessen in een gesloten systeem. 2. De eerste emissiegrenswaarde geldt voor droogprocessen en de tweede voor coatingprocessen. 3. Voor installaties die genitrogeneerde oplosmiddelen gebruiken met technieken waarbij hergebruik van teruggewonnen oplosmiddelen mogelijk is, geldt een gecombineerde grenswaarde voor coatingen droogproces van 150. 4. Voor coatingwerk dat niet kan worden uitgevoerd in een gesloten systeem (zoals in de scheepsbouw, schilderen van vliegtuigrompen) kan overeenkomstig artikel 5.59.2.1,§ 2, b), van deze waarden worden afgeweken. 5. Rotatiezeefdruk op textiel valt onder sector 3.
15	Lamineren van hout en kunststof (> 5)				30 g/m²	
16	Het aanbrengen van een lijmlaag (> 5)	5-15 > 15	50(1) 50(1)	25 20		1. Als technieken worden gebruikt waarbij hergebruik van teruggewonnen oplosmiddelen mogelijk is, geldt een emissiegrenswaarde voor afgassen van 150.

Bedrijven kunnen ook kiezen om in plaats van de gestelde grenswaarden voor geleide en diffuse emissies te voldoen aan een "equivalent reductieprogramma" (Vlarem II bijlage 5.59.2.). In dat geval moet de solventemissie lager zijn dan een bepaalde grensvracht. Deze is functie van de het gehalte aan vaste stof in het solventhoudend product, van het solventgebruik en van het tijdstip (zie berekeningsmethode in Vlarem II Bijlage 5.59.2).

e. Beheersing van afval

Het afvalstoffendecreet (02/07/81 zoals gewijzigd bij decreet van 20/04/94 en zijn uitvoeringsbesluiten) regelt onder meer de meldingsplicht: producenten moeten alle bedrijfsafvalstoffen in een afvalstoffenregister bijhouden en jaarlijks melden aan OVAM.

Het Vlaams reglement voor afvalvoorkoming en -beheer (VLAREA) bundelt de uitvoeringsbesluiten bij het afvalstoffendecreet.

De Europese wetgeving over verpakkingsafval wordt in 2.4.3. onder rubriek f toegelicht.

f. Beheersing van bodemverontreiniging

Het Bodemsaneringsdecreet (29/04/95, in werking getreden op 29/10/95) werd ondertussen vertaald in een aantal uitvoeringsbesluiten (in werking vanaf 1/10/96), gegroepeerd in het Vlaams reglement betreffende de bodemsanering (VLAREBO). Inmiddels zijn reeds verschillende vernieuwde uitvoeringsbesluiten in werking getreden.

Doel van het decreet is om de verwerver van een grond tegen bodemverontreiniging te beschermen via de plicht tot aanvraag van bodemattest en uitvoering van een (oriënterend) bodemonderzoek. In VLAREBO is een lijst opgenomen van inrichtingen en activiteiten die hieraan onderworpen zijn en die gekoppeld is aan de indelingslijst binnen VLAREM I. Hiervoor dient bij sluiting of overdracht van de inrichting, of bij stopzetting van de activiteit, een oriënterend bodemonderzoek te worden uitgevoerd.

De mate waarin periodieke of eenmalige onderzoeken nodig zijn, is voor de kunststofverwerkende sector vooral afhankelijk van de aanwezigheid van bepaalde nevenrubrieken (b.v. bedrukken, opslag gevaarlijke stoffen, …). Voor de eigenlijke kunststofverwerking wordt geen oriënterend bodemonderzoek opgelegd, wel voor de kunststofproductie.

g. Beheersing van geluidshinder

VLAREM stipuleert in Hoofdstuk 2.2. de milieukwaliteitsnormen en richtwaarden voor geluid in open lucht. Voor nieuwe inrichtingen van klasse 1 en 2 gelegen in industriegebieden gelden algemeen de richtwaarden van 60 dB(A) overdag en 55 dB(A) 's avonds en 's nachts voor het specifiek geluid van de inrichting. Hierbij moet verder rekening gehouden worden met de aard van het geluid dat een fluctuerend, intermitterend, incidenteel of impulsachtig karakter kan hebben. Voor bestaande inrichtingen en voor inrichtingen van klasse 3 zijn de voorwaarden anders gedefinieerd.

Naargelang de zone op het gewestplan worden verschillende geluidsnormen opgelegd. Voor woongebieden zijn deze waarde 45 dB(A) overdag, 40 dB(A) 's avonds en 35 dB(A) 's nachts. Er zijn voorwaarden voor inrichtingen voor geluidshinder die zowel binnenshuis (wanneer de activiteiten plaatsvinden in gebouwen die een gemene muur en/of vloer hebben met de bewoonde vertrekken, d.i. met gesloten vensters en deuren) als buitenshuis kan optreden. Deze normen zijn in een woonzone strenger dan in een industriezone. Verder kan de vergunnings-

verlenende overheid strengere grenswaarden opleggen voor inrichtingen van klasse 1 of 2 die gelegen zijn in de nabijheid van stiltebehoevende instellingen (ziekenhuizen, scholen, natuurreservaten, bejaardentehuizen, …). Deze waarden kunnen ofwel binnenshuis ofwel buitenshuis gelden, dit laatste indien het aanpalende woningen betreft. Ze kunnen zowel overdag, 's avonds als 's nachts worden opgelegd.

Ten aanzien van bestaande inrichtingen wordt er pas opgetreden indien er ernstige klachten wegens geluidshinder komen en indien een beperkt akoestisch onderzoek een overschrijding van de opgelegde normen vaststelt. In dat geval kan de toezichthoudende ambtenaar de exploitant verplichten om een volledig akoestisch onderzoek te laten uitvoeren. Indien hieruit blijkt dat het geluid van de vaste inrichting de normen met 10 dBA of meer overschrijdt, dan moet er een saneringsplan opgesteld en uitgevoerd worden.

Indien de norm met minder dan 10 dBA overschreden zou worden, dan kan er tevens een saneringsplan opgelegd worden. Indien de vaste inrichting de bijzondere milieuvergunningsvoorwaarden overtreedt, kan de overheid die de vergunning verleende, een saneringsplan opleggen.

2.4.3. Europese wetgeving

a. NEC (National Emission Ceilings)-richtlijn

Richtlijn 2001/81/EG[14] (ook wel NEC-richtlijn genoemd) is opgesteld door de Europese Unie en heeft als doel de grensoverschrijdende milieuproblemen verzuring en troposferische ozonvorming aan te pakken. Er werd immers vastgesteld dat grote delen van de Europese Gemeenschap bloot staan aan deposities van verzurende stoffen in hoeveelheden die voor het milieu schadelijke gevolgen hebben, en dat de door de WGO vastgestelde richtwaarden ter bescherming van de menselijke gezondheid en vegetatie tegen fotochemische verontreiniging (ozon) in alle lidstaten overschreden worden.

De Belgische emissieplafonds worden opgesplitst in 4 subplafonds: één Belgisch cijfer voor de emissies van de transportsector en drie plafonds voor de overige bronnen van elk van de gewesten. Tegen 2010 dient België zich te beperken tot de maximale waarden en de reducties ten opzichte van 1990 die in Tabel 10 weergegeven zijn.

Tabel 10: Emissieplafonds voor de drie gewesten en de transportsector (in kton) en procentuele reductie ten opzichte van 1990 voor de NEC-richtlijn tegen 2010

parameter	Transport	Vlaanderen	Wallonië	Brussel	België (tot)
NO_x	68 kton (-71,9%)	58.3 kton (-41.1%)	46 kton (-38,4%)	3 kton (-35,4%)	176 kton (-48.1%)
NMVOS	35,6 kton (-71,9%)	70.9 kton (-50.0%)	28 kton (-43,3%)	4 kton (-34,8%)	139 kton (-58.1%)
SO_2	2 kton (-87,9%)	65.8 kton (-73.4%)	29 kton (-71,8%)	1,4 kton (-75%)	99 kton (-73.4%)
NH_3		45.0 kton (-42.4%)	28,7 kton (-1,2%)		74 kton (-31.0%)

[14] Richtlijn 2001/81/EG van 23 oktober 2001 betreffende de nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen (NEC-Richtlijn) (Publicatieblad Nr. L 309/22 van 27/11/2001).

De richtlijn werd omgezet in Vlaamse wetgeving door het Besluit van de Vlaamse Regering van 14 maart 2003 (gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad van 14 april 2003). In dit besluit worden de Vlaamse emissieplafonds vastgesteld, worden de doelstellingen van de richtlijn onderschreven en worden verantwoordelijke instanties voor de implementatie van de richtlijn in Vlaanderen aangeduid (VMM voor de emissie-inventarissen en -prognoses en AMINAL voor de reductieprogramma's).

b. IPPC-richtlijn

De Europese richtlijn 96/61/EG[15], beter gekend als de IPPC- of GPBV-richtlijn (IPPC: Integrated Prevention and Pollution Control, GPBV: Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging), vormt de juridische grondslag voor het voeren van een geïntegreerd beleid ter preventie en bestrijding van verontreiniging door industriële activiteiten met een groot verontreinigingspotentieel. In bijlage 1 van de richtlijn worden de activiteiten opgesomd waarop de richtlijn van toepassing is. In de indelingslijst van hinderlijke inrichtingen (bijlage 1 van Vlarem I) zijn deze activiteiten aangeduid als GPBV-inrichtingen (GPBV: Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging).

Geïntegreerde vergunningen zijn vergunningen waarbij maatregelen voorzien zijn voor een globale bescherming van de verschillende milieucompartimenten zoals lucht, water en bodem. De vergunningverlenende overheid dient deze maatregelen te baseren op de BBT enerzijds en de milieukwaliteitsnormen anderzijds. Een dergelijke geïntegreerde aanpak is in Vlaanderen reeds van toepassing als gevolg van de Vlarem-reglementering, en dit voor meer activiteiten dan opgesomd in bijlage 1 van de IPPC-richtlijn.

Voor nieuwe installaties dient het afleveren van de milieuvergunning sinds 30 oktober 1999 te gebeuren conform de vereisten van de IPPC-richtlijn. Bestaande installaties dienen uiterlijk tegen 30 oktober 2007 geëxploiteerd te worden in overeenstemming met de vereisten van de IPPC-richtlijn.

De kunststofverwerkende bedrijven zijn niet expliciet opgenomen in de bijlage 1 van de IPPC-richtlijn. Bepaalde kunststofverwerkende bedrijven kunnen echter specifieke activiteiten uitvoeren die wel opgenomen zijn in de bijlage 1 van de richtlijn. Dit is onder andere het geval voor de oppervlaktebehandeling gebruik makend van solventen en de oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen. Voor deze activiteiten is momenteel een referentie document, BREF (BAT Reference Document) in voorbereiding. In de voorliggende BBT-studie wordt beroep gedaan op deze gegevensbron. De kandidaat Beste Beschikbare Technieken die in de BREF aangegeven worden, zijn ook in deze studie aangehaald als mogelijke milieuvriendelijke maatregelen. Ze worden samen met de andere voorgestelde maatregelen van hoofdstuk 4 geëvalueerd in hoofdstuk 5.

c. Emissies van ozonafbrekende stoffen

Mondiaal worden de stoffen die de ozonlaag aantasten sedert 1987 gefaseerd teruggedrongen op grond van het Protocol van Montreal. Vanaf die periode zijn via enkele EU-verordeningen verbodsdata afgesproken voor de productie, import en handel in stoffen zoals CFK's, halonen en 1,1,1-trichloorethaan.

[15] Richtlijn 1996/61/EG van 24 september 1996 betreffende de geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (IPPC-richtlijn) (Publicatieblad Nr. L 257 van 10/10/1996 p. 0026 – 0040).

Per 1 oktober 2000 is in alle lidstaten van de Europese Unie een nieuwe `Verordening betreffende stoffen die de ozonlaag aantasten'[16] in werking getreden. Deze verordening gaat verder dan de afspraken die gemaakt zijn in het kader van het Montrealprotocol. De verordening is verbindend in al haar onderdelen en treedt rechtstreeks in werking in de lidstaten. Daarmee is ze ook van belang voor alle Vlaamse kunststofverwerkende bedrijven die stoffen gebruiken die de ozonlaag kunnen aantasten.

De productie, het op de markt brengen en het gebruik van CFK's (chloorfluorkoolstoffen), andere volledig gehalgeneerde chloorfluorkoolstoffen, HBFK's (broomfluorkoolwaterstoffen), halonen, tetrachloorkoolstof en 1,1,1-trichloorethaan is verboden met uitzondering van het gebruik in enkele essentiële toepassingen. De verordening brengt onder meer met zich mee dat vanaf 1 januari 2001 het gebruik van alle, dus ook van de gerecycleerde, CFK´s verboden is. Het verbod is een aanvulling op het productieverbod, dat in 1995 van kracht werd.

Het gebruik van HCFK´s, die in eerste instantie als vervangers voor de CFK´s op de markt zijn gekomen, wordt in fasen beëindigd. Voor de kunststofverwerkende industrie is vooral de toepassing voor de productie van schuimen relevant. Hiervoor geldt dat het gebruik vanaf oktober 2000 elk jaar steeds verder wordt ingeperkt, en vanaf 1 januari 2004 geldt een totaalverbod voor het gebruik van HCFK's voor de productie van schuimen (zie artikel 5, lid 1d van de verordening).
(Zie ook: http://www.emis.vito.be/ozon/default.asp)

d. Gevaarlijke stoffen in kunststof eindproducten

Richtlijn 76/769/EEC (Limitations Directive) van 27 juli 1976 is een Europese richtlijn, die beperkingen oplegt betreffende het op de markt brengen en het gebruik van gevaarlijke stoffen en preparaten. Alle stoffen die in de bijlage van deze richtlijn voorkomen mogen ofwel niet meer gebruikt worden, ofwel enkel nog gebruikt worden met inachtname van de in de richtlijn opgelegde beperkingen.

Op deze richtlijn werden en worden zeer regelmatig amendementen en wijzigingen ingediend en goedgekeurd. Telkens wanneer wetenschappelijk bewijs aantoont dat een bepaalde stof gevaar oplevert voor mens en milieu, wordt de lijst uit de bijlage van deze richtlijn aangevuld met de betreffende stof. Zo verbiedt de Europese cadmiumrichtlijn (91/338/EEG) het gebruik van cadmiumpigmenten en cadmiumstabilisatoren in de meeste toepassingen van kunststof. Ook deze stoffen werden toegevoegd aan de lijst in de bijlage van de richtlijn 76/769/EC. De vlamvertragers penta- en octaDBDE werden eveneens aan deze lijst toegevoegd (zie ook rubriek e.).

Verder zijn er nog verschillende Europese richtlijnen die het gebruik van zware metalen aan banden leggen, b.v. 88/378/EEG (en EN 71-3) verbiedt drastisch het gebruik ervan in speelgoed, 94/62/EG in verpakkingen, 2000/53/EG in onderdelen voor automobiel en 2002/95/EG verbiedt het gebruik van lood, kwik, cadmium, zeswaardig chroom en de vlamvertragers PBB en PBDE in elektrische en elektronische apparaten vanaf 1 juli 2006. Inzake het gebruik van ftalaten in speelgoed en kinderverzorgingsartikelen werd met het oog op de aanneming van een Europese richtlijn reeds een gemeenschappelijk standpunt ingenomen op 4 april 2005.

[16] Verordeningnummer 2037/2000, EU-publikatieblad L244 d.d. 29 juni 2000. De verordening behandelt ondermeer het verbod op de productie, het op de markt brengen en het gebruik van chloorfluorkoolstoffen (CFK's), halonen, tetrachloorkoolstof, 1,1,1-trichloorethaan, broomfluorkoolwaterstoffen (HBFK's) en de geleidelijke uitfasering van chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK's) en methylbromide.

In de volgende rubrieken (e en f) zal verder ingegaan worden op de Europese wetgeving over het gebruik van vlamvertragers enerzijds en de beperkingen voor verpakkingen van levensmiddelen, anderzijds.

e. Vlamvertragers

Recentelijk werd op Europees niveau aandacht geschonken aan de regulering van het gebruik van vlamvertragers. Voor een aantal stoffen, zoals gechloreerde, gebromeerde (pentaBDE, octaBDE en decaBDE, HBCD en TBBP-A), fosforhoudende en minerale vlamvertragers zijn risico-analyses beschikbaar of in voorbereiding.

Het gebruik van PBB's (polybroombifenylen) werd al verboden door Richtlijn 83/264/EEC. Vanaf 15 augustus 2004 werden ook pentaBDE en octaBDE verboden (Richtlijn 2003/11/EC) in het kader van de richtlijn 76/769/EC (zie ook onder rubriek d. gevaarlijke stoffen). Voor decaBDE, dat 75% van alle PBDE's vertegenwoordigt, stelt de risico-analyse, die werd afgerond in mei 2004, dat het verdere gebruik van dit product geen risico's inhoudt. Volgend op de vele rapporten die wijzen op de aanwezigheid van deca-BDE in verschillende matrices, werd daarentegen wel overeengekomen dat een monitoringprogramma voor decaBDE zou moeten worden opgestart. Bovendien heeft de Europese Commissie een richtlijn uitgebracht (richtlijn 2002/95/EC), die de aanwezigheid van PBB's en PBDE's (alsook lood, kwik, cadmium en zeswaardig chroom) in nieuw elektrisch en elektronisch materiaal verbiedt vanaf 1 juli 2006. In de Beschikking 2005/618/EC van 18 augustus 2005 werden wel maximum concentraties toegevoegd voor lood, kwik, zeswaardig chroom, PBB's en PBDE's van 0,1 gewichtsprocent in homogene materialen en voor cadmium een maximale concentratie van 0,01 gewichtsprocent in homogene materialen.

De criteria voor het toekennen van Europese milieukeuren (ecolabelling) voor bijvoorbeeld textielproducten, computers, koelapparaten en televisietoestellen bevatten beperkende bepalingen inzake het gebruik van sommige gebromeerde vlamvertragers. De kunststof onderdelen mogen geen vlamvertragende stoffen op basis van polybroombifenylen (PBB's) of polybroomdifenylethers (PBDE's) bevatten. Een beslissing (2005/717/EC) van de Europese Commissie heft dit verbod op voor het gebruik van deca-BDE in elektrisch en elektronisch materiaal. Verder mogen geen vlamvertragende stoffen op basis van chloorparafine gebruikt worden met een ketenlengte van 10-17 (of soms ook 10-13) koolstofatomen en een chloorgehalte van meer dan 50 gewichtsprocent (zie o.a. de Beschikking 2005/341/EG en 2005/343/EG van de Commissie, beide van 11 april 2005 voor toepassingen in draagbare en personal computers).

Gebromeerde vlamvertragers zijn opgenomen in de OESO-lijst van potentieel hormoonverstorende stoffen. Er bestaat een rapporteringsplicht voor gebromeerde difenylethers in het kader van het European Pollutant Emission Register (IPPC-EPER): vanaf een lozing van 1 kg/jaar dienen de gebromeerde difenylethers gerapporteerd te worden. Binnen de OESO is sinds 1995 een vrijwillig initiatief operationeel met de industrie van de gebromeerde vlamvertragers. De Conventie voor de bescherming van het mariene milieu van de Noord-Oost Atlantische Oceaan (OSPAR) beschouwt gebromeerde vlamvertragers als prioritair te behandelen stoffen. Op de vierde Noordzeeconferentie te Esbjerg in 1995 werd besloten dat de nodige aandacht moest geschonken worden aan de vervanging van deze stoffen. De PBDE's zijn als groep opgenomen in de lijst van prioritaire stoffen van de Kaderrichtlijn Water (KRLW).
(VMM, 2004)

f. Verpakking van levensmiddelen

Sedert 3 december 2004 is de Europese Verordening 1935/2004 inzake materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen in werking getreden. Deze nieuwe verordening vervangt de oude kaderrichtlijn 89/109/EEG en Richtlijn 80/590/EEG.

De belangrijkste nieuwigheden zijn:
- Het opnemen van 'actieve en intelligente materialen en voorwerpen' in de regelgeving. Deze zullen ook specifiek moeten geëtiketteerd worden.
- Materialen en voorwerpen dienen traceerbaar te zijn (art. 17) en dit vanaf 17 oktober 2006. Dit moet het gemakkelijk terugroepen van de markt bij problemen verzekeren.
- Aanvragen voor het gebruik van een nieuwe stof die niet in een positieve lijst is opgenomen, dient steeds via de Autoriteit (Europese Autoriteit voor voedselveiligheid) te gebeuren. De bevoegde autoriteit per lidstaat treedt als tussenpersoon op.
- De aanbeveling voor het opstellen van specifieke regelgeving om het gebruik van gerecycleerde materialen en voorwerpen een duidelijker juridisch kader te geven en aan te moedigen.

Actieve materialen en materialen worden gedefinieerd als: "materialen en voorwerpen die bedoeld zijn om de houdbaarheid te verlengen of de toestand van verpakte levensmiddelen te handhaven of te verbeteren". Intelligente materialen en voorwerpen wordt gedefinieerd als: "materialen en voorwerpen die de toestand van de verpakte levensmiddelen of de omgeving daarvan aangeven". Per type materiaal is er de mogelijkheid om specifieke regelgeving op te stellen.

Op EU niveau is voor de meeste materialen geen geharmoniseerde wetgeving aanwezig. Voor kunststoffen is een speciale richtlijn opgesteld (2002/72/EG), welke positieve lijsten van monomeren en additieven bevat. Ook voor het monomeer vinylchloride (78/142/EEG), geregenereerde cellulose (93/10/EEG), keramische materialen (84/500/EEG) en epoxy deklagen (2002/16/EG) zijn dergelijke richtlijnen opgesteld.

Verpakkingen welke bestemd zijn om rechtstreeks in contact te komen met levensmiddelen dienen volgens de Belgische warenwetgeving, de Europese kaderrichtlijn 2004/1935/EC, de specifieke richtlijn voor kunststoffen (2002/72/EG), de FDA (Food and Drug Administration) en het BGVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin) op hun globaal migratiegedrag onderzocht te worden. De Europese richtlijn stelt dat de migratie van bestanddelen van materialen en voorwerpen uit kunststof in levensmiddelen niet hoger mag zijn dan 10 mg/dm² van het oppervlak van het materiaal of voorwerp (totale migratielimiet). In sommige gevallen is deze limiet echter 60 mg van de bestanddelen per kg levensmiddel (mg/kg). De richtlijn somt in bijlage II ook de monomeren en andere uitgangsstoffen op die gebruikt mogen worden voor het vervaardigen van de materialen en voorwerpen. In bijlage III wordt een onvolledige lijst additieven weergegeven die gebruikt kunnen worden voor de vervaardiging van de materialen en voorwerpen uit kunststof. Daarnaast worden ook beperkingen en/of specificaties aangegeven voor materialen en voorwerpen van kunststof. Voor bepaalde stoffen worden specifieke migratielimieten toegepast.

In de testmethode worden de verpakkingsmaterialen in contact gebracht met simulatievloeistoffen, nl. bigedistilleerd water, 3% azijnzuur, 10% ethanol, olijfolie (of 95% ethanol). Simulatievloeistoffen worden gebruikt ter vervanging van specifieke voedingsproducten. De migratie wordt uitgevoerd gedurende wettelijke vastgelegde periodes. Na de contactperiode wordt de residuwaarde van de gemigreerde stoffen bepaald, waarde welke lager dan 10 mg/dm² dient te

zijn. De gebruikte verpakkingsmaterialen mogen bovendien geen kleur, geur en smaak afwijkingen veroorzaken.
(website bvi: http://www.ibebvi.be).

g. Verpakkingsafval

Richtlijn 94/62/EG[17] bepaalt dat lidstaten preventieve maatregelen ter voorkoming van het ontstaan van verpakkingsafval moeten treffen, die kunnen bestaan uit nationale programma's. Hergebruik van verpakkingen moet bevorderd worden door systemen voor terugname, inzameling en terugwinning van verpakkingsafval in te zetten. De richtlijn stelt maatregelen vast die op de eerste plaats gericht zijn op preventie van verpakkingsafval en daarna op het hergebruik van verpakkingen en op de recyclage en terugwinning van verpakkingsafval, teneinde de definitieve verwijdering van dergelijk afval te verminderen.

De richtlijn bepaalt aan welke essentiële eisen verpakkingen en verpakkingsafval moeten voldoen. Deze hebben zowel betrekking op de samenstelling van de verpakking, als op het hergebruik en de terugwinning van het verpakkingsafval.

De Richtlijn stelt volgende streefwaarden:
- tegen 30 juni 2001 moet
  - min. 50 max. 65 gewichtsprocent van het verpakkingsafval teruggewonnen of verbrand worden in verbrandingsinstallaties met terugwinning van energie;
  - min 25 max. 45 gewichtsprocent van het totale aandeel van verpakkingsmaterialen in verpakkingsafval gerecycleerd worden (met min. 15 gewichtsprocent voor elk verpakkingsmateriaal).
- tegen 31 december 2008 moet
  - min. 60 gewichtsprocent van het verpakkingsafval teruggewonnen of verbrand worden in afvalverbrandingsinstallaties met terugwinning van energie;
  - min. 55 max. 80 gewichtsprocent van het verpakkingsafval gerecycleerd worden;
  - een recyclage percentage van 22,5% van kunststof verpakkingsafval gehaald worden:

Om de terugwinnings- en recyclagedoelstellingen in België te realiseren werd een Interregionaal Samenwerkingsovereenkomst voor de preventie en het beheer van verpakkingsafval gesloten tussen de 3 Gewesten (21 januari 1997). Het legt eenieder die producten heeft verpakt of doen verpakken de verplichting op om de verpakkingsmaterialen terug te nemen en te recycleren of terug te winnen. Dit kan op individuele basis gebeuren of door het afsluiten van een overeenkomst met een erkend organisme. Fost Plus werd erkend voor verpakkingsafval van huishoudelijke oorsprong. Val-I-Pack werd erkend voor verpakkingsafval van bedrijfsmatige oorsprong. Aldus moeten de kwantitatieve doelstellingen gehaald worden.

Het samenwerkingsakkoord heeft zich momenteel volgende quota's voor nuttige toepassing en recyclage gesteld:
- recyclage: 50%
- totale nuttige toepassing: 80%
- per verpakkingsmateriaal een minimaal recyclage percentage van 15%.

De Richtlijn 94/62/EG beperkt tevens de concentratie van zware metalen in verpakkingen. De concentraties aan Pb, Cd, Hg, Cr(VI) mogen niet meer dan 100 ppm bedragen sinds 30 juni 2001. Uitzonderingen kunnen gemaakt worden in geval van gerecycleerd materiaal en produc-

[17] In Richtlijn 2004/12/EG (waarbij Richtlijn 94/62/EG wordt gewijzigd) zijn criteria opgenomen om de definitie van de term "verpakking" te verduidelijken.

ten die zijn opgenomen in een gesloten en gecontroleerde keten. Zo mag volgens beschikking 1999/177/EG bij kunststofkratten en -paletten de som van de concentraties van Pb, Cd, Hg, Cr(VI) het niveau van 100 ppm-gewicht overschrijden onder bepaalde voorwaarden.

2.4.4. Buitenlandse wetgeving over luchtemissies

a. Emissies van VOS

Algemene norm voor formaldehyde

Net als in Vlaanderen wordt ook in Nederland een emissiegrenswaarde voor formaldehyde opgelegd van 20 mg/m³ bij een massastroom boven 100 g per uur. Volgens TA-Luft mag ofwel de massastroom niet hoger zijn dan 0,1 kg per uur ofwel de concentratie niet boven 20 mg/m³ uit stijgen.

b. Emissies van stof

Ter vergelijking met de algemene emissiegrenswaarden voor stof in Vlaanderen, worden in volgende tabel de emissiegrenswaarden voor stof aangegeven die geldig zijn in Nederland (NeR, 2003) en Duitsland (TA-Luft, 2003):

Tabel 11: Emissiegrenswaarden voor stof in Nederland (NeR, 2003) en Duitsland (TA-Luft, 2003)

	Nederland	Duitsland
Algemene emissiegrenswaarden voor stof	massastroom < 200 g per uur: 50 mg/m_o^3	bij < 200 g per uur of bij stoppen of onderbreken: max. 150 mg/m^3
	massastroom ≥ 200 g per uur max. 5 of 20 mg/m_o^3	massastroom ≥ 200 g per uur: 20 mg/m^3

In Nederland wordt de algemene emissie-eis bij massastromen boven 200 g per uur versoepeld naar 20 mg/Nm^3, wanneer het niet mogelijk is om filterende afscheiders[18] toe te passen.

Indien het vanwege specifieke afgasparameters[19] niet mogelijk is om filterende afscheiders toe te passen, kunnen niet filterende stofbestrijdingstechnieken worden gebruikt (b.v. elektrostatische afscheiders, natte stofvangers of roterende deeltjesscheiders).

[18] Onder filterende afscheiders worden verstaan: doekenfilters (mouwenfilters), lamellenfilters en andere filtersystemen waarbij gebruik wordt gemaakt van een medium waar het afgas doorheen wordt gevoerd.

[19] Afgasparameters die een knelpunt kunnen vormen bij het toepassen van filterende afscheiders zijn:
- hoge temperatuur van het afgas
- plakkerig stof, stof met ongunstige hygroscopische eigenschappen
- hoge vochtgehaltes in het afgas
- kans op brandbare of chemisch reactieve deeltjes in het afgas
- sterk wisselende condities van het afgas
- negatieve effecten van het filtersysteem op de bedrijfsvoering

Als verschillende van de genoemde effecten tegelijk kunnen optreden, is de toepassing van filterende afscheiders vaak niet meer mogelijk.

Hoofdstuk 3 PROCESBESCHRIJVINGEN

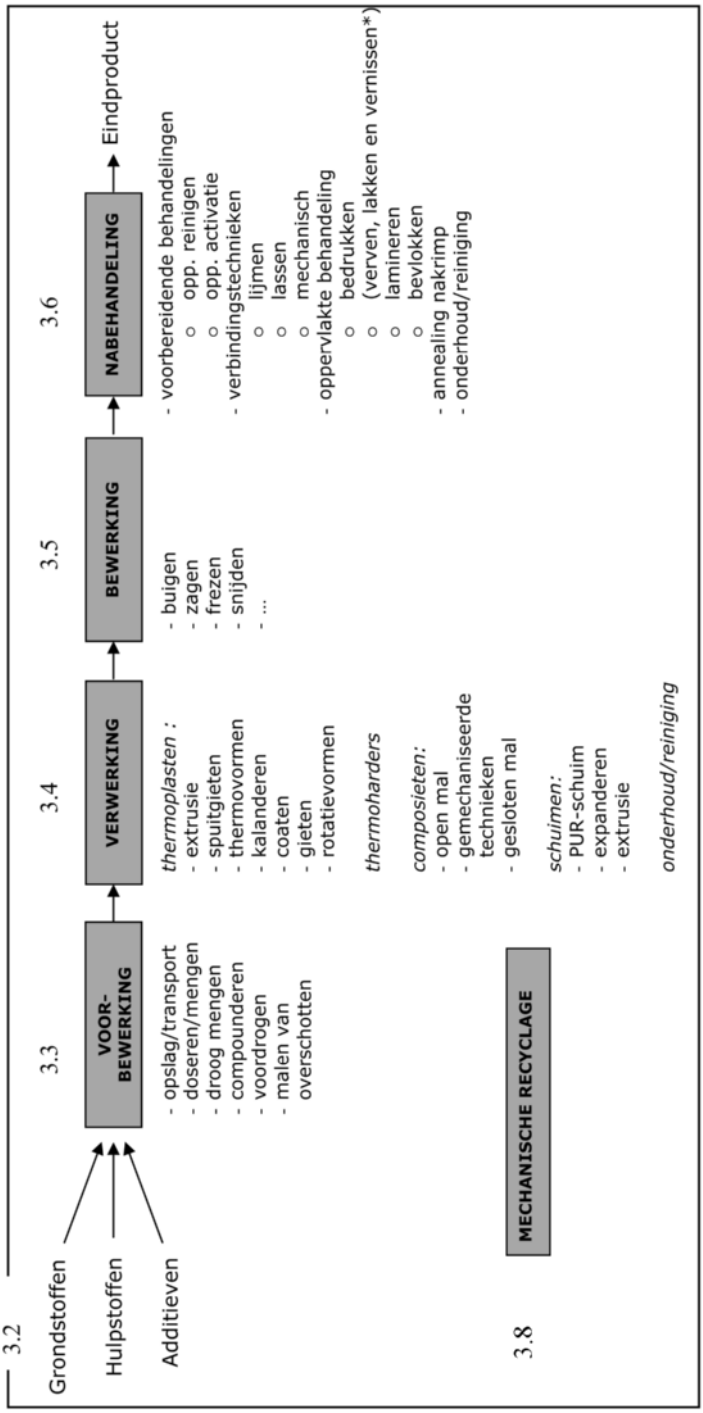
3.1. Algemeen processchema

De verwerking van kunststoffen, zoals behandeld in deze BBT-studie, wordt in Figuur 18 op algemene, schematische wijze voorgesteld.

De synthese van de kunststoffen gebeurt bij de kunststofproducenten. Het toevoegen van additieven en hulpstoffen en het aanmaken van de kunststofkorrels vindt meestal ook in deze bedrijven plaats. Soms gebeurt de compounding in afzonderlijke bedrijven. Kunststofverwerkende bedrijven kopen hun grondstof meestal verwerkingsklaar aan zodat ze geen bijkomende compounding hoeven uit te voeren. Enkel grote verwerkers van PVC voeren deze activiteit zelf uit. In deze studie wordt de compounding bondig beschreven.

Dit hoofdstuk bespreekt eerst de grondstoffen, hulpstoffen en additieven. Nadien komen de verschillende processen en processtappen met de gerelateerde milieuaspecten aan bod.

Cf. Figuur 18, p. 58.



Figuur 18: Overzicht van de verwerkingsprocessen van een kunststof, zoals behandeld in deze BBT-studie

3.2. Grondstoffen, hulpstoffen en additieven

3.2.1. Polymeren

Kunststoffen zijn materialen die gebaseerd zijn op polymeren. Een polymeer is een organische, macromoleculaire, chemische verbinding die opgebouwd is uit een aaneenschakeling van repeteereenheden, zogenaamde monomeren. Deze worden op hun beurt voor het grootste gedeelte geproduceerd uit aardolie, aardgas of steenkool. Er zijn echter ook kunststoffen die gemaakt worden door wijziging van natuurlijke macromoleculaire producten, b.v. gemodificeerde cellulose.

“Kunststof” en “polymeer” zijn geen synoniemen. Polymeren zijn de grondstoffen voor kunststoffen, maar ook voor rubbers, vezels, oppervlakte coatings, adhesieven, ionenuitwisselaars en dergelijke. Dezelfde polymeren kunnen gebruikt worden in verschillende toepassingen. Door fysische samenvoeging en/of chemische uitharding van één of meer polymeren met bepaalde vulstoffen, pigmenten, stabilisatoren en andere additieven verkrijgt men een kunststof met specifieke eigenschappen. (Ullmann, 2003).

Kunststoffen worden meestal als korrel- (granulaat) of poedervormige of vloeibare grondstof aangeleverd bij de kunststofverwerker en kunnen bestaan uit één soort polymeren of uit een mengsel van verschillende polymeren.

Op grond van fysische eigenschappen zijn kunststoffen in te delen in thermoplasten en thermoharders.

a. Thermoplasten

Thermoplasten zijn kunststoffen die gekenmerkt worden door de fysische eigenschap dat ze bij verwarming boven een bepaalde temperatuur op reversibele wijze verwerkings- en smeltverschijnselen vertonen.

De thermoplasten kunnen onderverdeeld worden in twee grote categorieën: de amorfe en de (semi)kristallijne. Amorfe thermoplasten worden gekarakteriseerd door een glasovergangstemperatuur. Vanaf deze temperatuur en erboven neemt de vormstabiliteit snel af en vertoont het polymeer vloeistofachtige eigenschappen. Amorfe thermoplasten worden meestal verwerkt boven deze glasovergangstemperatuur. Semikristallijne thermoplasten kunnen verschillende kristalliniteitsgraden hebben gaande van 50% tot 95%. Ze worden meestal verwerkt boven het smeltpunt van de kristallijne fase (Kirk-Othmer, 1996).

De meest gebruikte thermoplasten zijn:
- PE: polyetheen (LDPE lage densiteit PE, HDPE hoge densiteit PE)
- PP: polypropyleen
- PS: polystyreen
- PVC: polyvinylchloride
- PET: polyethyleentereftalaat
- ABS acrylonitril-butadieen-styreen
- PA: polyamides
- PC polycarbonaat.

Het grootste deel van de verwerkte kunststoffen zijn thermoplasten. De grondstoffen voor thermoplasten worden meestal in korrelvorm (granulaten, pellets) of in poedervorm aangeleverd. Aan de grondstof is in de meeste gevallen door de producent reeds een aantal hulpstoffen/

additieven toegevoegd. Ook gekleurde thermoplasten zijn beschikbaar, maar om praktische en economische redenen wordt de voorkeur gegeven aan het toevoegen van kleurconcentraten aan een ongekleurde kunststof. Dit zijn masterbatchen die de kleur van het product bepalen.

b. Thermoharders

Bij thermoharders worden visceuze vloeistoffen of laagmoleculaire vaste stoffen of macromoleculaire materialen, vlak voor de verwerking gemengd met een aantal reagentia. Deze brengen een onomkeerbare chemische reactie (polymerisatie of vernettingsreactie) op gang die de laagmoleculaire stof omvormt tot een rigide macromoleculaire netwerkstructuur. Door de chemische reactie worden namelijk permanente, chemische crosslinks gevormd tussen de verschillende polymeermoleculen zodat een netwerk ontstaat dat niet meer ontbonden kan worden. Hierdoor harden de materialen uit in hun definitieve vorm. Het product is dan niet meer smeltbaar of oplosbaar en heeft een uitstekende thermische en dimensionele stabiliteit. Thermoharders blijven – in tegenstelling tot thermoplasten –bij verhitting hard en ontbinden bij verhitting boven een bepaalde temperatuur (vandaar hun naam). Ze zijn uitgehard door een chemische vernettingsreactie die onomkeerbaar is omdat hun structuur is opgebouwd uit driedimensionele macromoleculen.

Merk hierbij op dat bij thermoharders de kunststofproductie (polymerisatie) en de kunststofverwerking (vormgeving) in éénzelfde proces gerealiseerd worden. Tot de groep thermoharders behoren onder meer polyester (UP), epoxyharsen, fenolformaldehyde, melamineformaldehyde en ook thermohardende polyurethaan. Polyurethanen op basis van polyolen en isocyanaten wordt in deze studie besproken bij de schuimen.

Als grondstof worden meestal vloeibare onverzadigde polyester-, epoxy- of fenolharsen gebruikt in combinatie met uithardingsmiddelen:

- katalysatoren of verharders (voornamelijk peroxiden) die het hardingsproces op gang brengen
- versnellers (bv. cobalt en amine versnellers) die het uithardingsproces versnellen en bij kamertemperatuur mogelijk maken
- inhibitor (vb. teriair-butyl catechol en hydrochinon) die de uithardingsreactie remt om een langere verwerkingstijd te krijgen.

Voor het verbeteren van de eigenschappen of de verwerking kunnen ook hulpstoffen aan de harsen toegevoegd worden zoals: vulstoffen, brandvertragers, pigmenten, UV-absorbers enz.

– polyesterharsen

Polyesterhars is een polycondensatieproduct van een zuur en een alcohol. Composietfabrikanten maken zelf geen polyesterhars, doch kopen het onverzadigd polyesterhars van harsfabrikanten. Bij hen vindt enkel de uitharding (vernettingsreactie) plaats.

Om de uithardingsreactie van onverzadigde polyesters mogelijk te maken, wordt het onverzadigde polyesterhars opgelost in styreenmonomeer. Styreen vervult hier de rol van reactief solvent. Het is één van reagentia van de vernettingsreactie bij de uitharding van polyesterhars, maar werd tevens door de harsfabrikant toegevoegd als oplosmiddel voor het hars om de vereiste viscositeit te bereiken. Het styreengehalte in het hars varieert tussen 25-50%.
Door toevoegen van een katalysator aan het hars worden bindingen gevormd tussen de onverzadigde groepen in de polyesterketens en de onverzadigde groep in het styreen, waardoor vernetting optreedt. Het styreen vormt de dwarsverbinding tussen de verschillende polyesterketens,

waardoor een harde, driedimensionele structuur ontstaat. De uithardingsreactie wordt gestuurd door een katalysator, zoals MEK-peroxide, en een versneller, vaak een zout van cobalt. De vernettingsreactie gaat gepaard met een grote warmteontwikkeling, waardoor zich en significante temperatuursstijging in het uithardende mengsel voordoet. Bij het gebruik van polyesterharsen treden styreenemissies op zowel tijdens het aanbrengen van het hars als bij het uitharden. De styreenemissies zijn afhankelijk van het hars, de eventueel toegevoegde componenten (bv. paraffine bij LSE-harsen), de gebruikte verwerkingsmethode, enz.

Het styreen monomeer heeft in polyesterhars dus een dubbele functie:
– als verdunner om het hars op verwerkingsviscositeit te brengen
– als monomeer om het hars (polyester, vinylester, …) te vernetten met de reactieve groepen van het polyestermolecuul tijdens de uitharding.

– *epoxyharsen*

Epoxyhars is een polyadditieproduct van een epoxyde en een amine. Voor de verharding van epoxyhars wordt het hars met een epoxyharder (een katalysator) gemengd. Verharders zijn meestal primaire of secundaire polyamides (vb. aromatische polyamides, anhydrides of dicyandiamide). Verder kunnen reactieve verdunners toegevoegd worden om de viscositeit van het systeem te verlagen. Epoxyharsen onderscheiden zich ten opzichte van polyesterharsen door het feit dat ze minder reactief zijn.

– *fenolharsen*

Fenolharsen zijn in leveringstoestand meestal opgelost in een solvent op alkoholbasis. Ze worden op verhoogde temperatuur gepolycondenseerd. Hierbij doet zich een reactie voor tussen de hydroxylgroepen van de fenolen en de aldehydegroep, waardoor vernetting optreedt. In het algemeen zijn fenolharsen tweecomponentsystemen. Het hars moet gemengd worden met een katalysator. Dit is meestal een zuur of een mengsel van zuren. Emissies bij de verwerking van fenolharsen doen zich hoofdzakelijk voor tijdens het mengen, impregneren van de vezels en het drogen. Een bekend voorbeeld van een fenolformaldehyde is bakeliet dat ontstaat door polycondensatie van fenol en formaldehyde en dat toegepast wordt in schakelaars.

Andere organische harsen zijn vinylesterharsen, polyureaumharsen, acrylaatharsen, polyimideharsen, vubonite harsen op basis van inorganisch fosforzuur, enz.

c. Schuimen

Schuimen zijn thermoplasten of thermoharders waarbij de vormgeving gebeurt door middel van toevoegen van blaasmiddel, waardoor schuimvorming optreedt. Hierdoor ontstaat een eindproduct dat gekenmerkt wordt door een celstructuur.

De meest toegepaste soorten schuim zijn geëxpandeerd PS, zacht en hard PU-schuim en in mindere mate geëxtrudeerd PS, geëxtrudeerd PE-schuim, en gecrosslinkt of lineair PVC-schuim.

d. Elastomeren

Elastomeren worden gekenmerkt door een hoge elasticiteit. Het zijn in feite vernette macromoleculen waarvan de netwerkstruktuur zodanig grote mazen vertoont, dat ze nog gemakkelijk uitgerokken kunnen worden, maar zodra de vervormingsactie stopgezet wordt, bekomen ze weer hun originele vorm.

Enkele elastomeren:
- polyisopreen
- polybutadieen
- polychloropreen

e. Composieten

Wanneer bij de verwerking van een kunststofhars, -poeder of -granulaat een versterking in de vorm van een vezel, mat, non woven of een roving gebruikt wordt, bekomt men een vezelversterkte kunststof of een composiet.

De productie van composieten kan zowel op basis van thermoplasten, thermoharders als schuimen gebeuren. Voor de vormgeving van composietmaterialen worden specifieke technieken toegepast, die beschreven worden in het gedeelte over de verwerking van composieten (zie 3.4.2.)

3.2.2. Hulpstoffen en additieven

Aan de polymeren worden hulpstoffen en additieven toegevoegd om er kunststofvoorwerpen uit te vervaardigen. Deze stoffen moeten tal van functies vervullen en worden zorgvuldig uitgekozen op basis van
- performantie
- toepasbaarheid bij de beoogde verwerkingstechnieken
- compatibiliteit met andere additieven en hulpstoffen
- behoud van performantie tijdens de gebruiksfase
- prestaties op lange termijn
- veiligheid voor het milieu (ook na de gebruiksfase, vb. bij verbranding)
- kwaliteit/prijs verhouding

Hulpstoffen worden toegevoegd om het verwerkingsproces goed te laten verlopen. Enkele voorbeelden:
- schuim- en blaasmiddelen
- smeermiddelen (vetzuren, paraffinen)
- anti-oxidanten (fenolische verbindingen, aminen, fosfieten)
- warmtestabilisatoren (organotinverbindingen, barium-, lood-, zink-, en calciumzouten van vetzuren)
- lossingsmiddelen (siliconenolie, stearinezuur, PTFE (teflon) coatings, een waslaag, PVA of loswas)

Additieven worden toegevoegd om de gewenste producteigenschappen te verkrijgen. Enkele voorbeelden:
- weekmakers (ftalaten, fosfaten)
- anti-statica (quaternaire ammoniumverbindingen)
- UV-stabilisatoren (organonikkel-verbindingen)
- vulmiddelen en verstevigers
- kleurmiddelen (pigmenten, kleurstoffen)
- conserveringsmiddelen (gechloreerde fenolen)
- brandvertragers (organobroomverbindingen, zinkboraat, antimoonoxide, aluminium trihydraat)
- schimmelwerende middelen

- ontluchtingsmiddelen
- oppervlakteactieve stoffen

Afhankelijk van de aard van de chemische component, kan de tussenkomst van de hulpstof of het additief van chemische, fysicochemische of fysische aard zijn. De concentratie ervan kan variëren van enkele promillen tot meer dan 100 gewichtsprocent van het basispolymeer.

a. Stabilisatoren

De belangrijkste oorzaken van degradatie van kunststoffen zijn warmte, licht, onzuiverheden, micro-organismen en thermomechanische veroudering. Stabilisatoren en anti-oxidantia kunnen deze degradatieprocessen vertragen of verhinderen. Deze stoffen worden slechts in geringe hoeveelheden toegevoegd.

– Temperatuurstabilisatoren

Om de thermische ontbinding of degradatie van polymeren tijdens de verwerking tegen te gaan, of om de temperatuurstabiliteit bij lagere toepassingen te verhogen, worden temperatuurstabilisatoren toegevoegd (concentratie tussen 0,25 en 3 gew.%).

Ze worden voornamelijk toegepast in PVC kunststoffen om de dehydrochlorering tegen te gaan, omdat hierdoor verkleuring van het polymeer optreedt. Als stabilisatoren kunnen zowel organische als anorganische verbindingen gebruikt worden. Deze stabilisatoren zijn meestal mengsels van metaalzouten en zepen op basis van Pb, Sn, Ba, Zn, Ca en K, ondersteund door bepaalde organische verbindingen zoals geëpoxydeerde oliën en antioxidantia. Momenteel wordt de voorkeur gegeven aan Ca/Zn verbindingen om het de milieuschade door zware metalen als Pb te voorkomen.

– UV-stabilisatoren

Polymeren kunnen eveneens ontbinden onder invloed van UV-licht, dat de chemische bindingen in het polymeer doorbreekt. Dit leidt tot verkleuring en verlies aan mechanische eigenschappen.

Daarom worden UV-stabilisatoren toegevoegd zoals benzofenonen, nikkelcomplexen, roetzwart, titaandioxide,… (concentratie < 1 gew.%).

– Anti-oxidantia

Anti-oxidantia zijn stabilisatoren die de veroudering van de kunststoffen vertragen of verhinderen. Deze veroudering komt tot stand door inwerking van zuurstof of polluenten in de lucht die de bindingen van de polymeerketen verbreken. Vooral polymeren met een gemakkelijk afsplitsbaar waterstofatoom zijn gevoelig voor deze degradatie.

Omdat de aantasting door zuurstof verloopt via een radicalaire kettingreactie, worden anti-oxydantia toegevoegd die reageren met het gevormde kettingradicaal. Ze worden in kleine hoeveelheden (< 1 gew.%) toegevoegd vooral aan koolwaterstof polymeren (vb. PE, PP en diverse copolymeren).

– Milieuaspecten

Het gebruik van stabilisatoren op basis van toxische stoffen kan het risico inhouden dat deze stabilisatoren en hun afbraakproducten tijdens de productie, de verwerking of het gebruik, vrijgesteld worden in het milieu met schadelijke effecten tot gevolg.

Cadmium en cadmiumverbindingen zijn verboden (91/338/EEG) in de meeste toepassingen van kunststoffen en mogen dus niet meer gebruikt worden als stabilisatoren. Ook het gebruik van andere zware metalen wordt door de Europese wetgeving beperkt (zie ook 2.4.3.).

Stabilisatorsystemen op basis van *lood* zijn de meest verkochte in Europa. Eens de Pb-stabilisator in een PVC-matrix opgenomen is, wordt deze geïmobilliseerd en is het gevaar op diffuse emissie naar het milieu niet betekenisvol meer. Na het compounderen kan PVC verder verwerkt worden via extrusie, spuitgieten en andere verwerkingstechnieken. Pb zal niet migreren uit de kunststof en de uitloogbaarheid is extreem laag (Vinyl 2010, 2002). Volgens een (nog goed te keuren) vrijwillige risico beoordeling zijn bij het gebruik van Pb-stabilisatoren geen nieuwe risicobeperkende maatregelen meer nodig (buiten diegene die nu reeds genomen worden) om de milieu-impact te beperken. Niettemin hebben de Europese producenten van stabilisatoren (ESPA European Stabiliser Producers Association) vrijwillig besloten om de verkoop van loodstabilisatoren tegen 2005 met 15% terug te dringen ten opzichte van de verkoop in 2000. Deze streefwaarde werd reeds in 2004 gerealiseerd. Intussen wordt het onderzoek naar alternatieve stabilisatoren aangemoedigd. Momenteel zijn het vooral de Ca-stabilisatoren die een toename kennen (Vinyl 2010, 2005).

De toxiciteit van *tin*-componenten is afhankelijk van de specifieke chemische samenstelling. Tin zelf heeft een lage toxiciteit. Mehtyltin- en butiyltin-verbindingen zijn minder toxisch dan octyltin-verbindingen. De migratie van de Sn-stabilisatoren uit PVC-voedingsverpakkingen blijft echter binnen de gestelde limieten (TNO, 1995). Organotin stabilisatoren krijgen dan ook de toestemming voor toepassingen die in contact komen met levensmiddelen (met beperkingen in het geval van de octyltin-verbindingen).

b. Weekmakers

Weekmakers worden gebruikt om het materiaal soepeler en meer buigzaam te maken. Het zijn verbindingen met een relatief laag molecuulgewicht (200 tot 400) die weinig vluchtig en weinig in water oplosbaar zijn. Ze plaatsen zich tussen de macromoleculaire ketens in, zodat interactie tussen de ketens vermindert en het materiaal plastisch wordt. Naarmate de concentratie aan weekmaker stijgt, wordt het polymeer elastischer.

Het merendeel van de weekmakers is te vinden in elektriciteitstoepassingen, meer bepaald in PVC voor kabelisolatie. De toegepaste weekmakers voor PVC zijn doorgaans esters van ftaalzuur (zoals dioctylftalaat DOP, di-isononylftalaat DINP en di-isodecylftalaat DIDP). Esters van adipinezuur en fosforzuur komen alleen voor in bijzondere, specialistische toepassingen. In kunststoffen kunnen ze een even grote gewichtsfractie innemen als het polymeer zelf, zoals bv. bij de productie van zacht PVC.

Weekmakers mogen zoals andere additieven gebruikt worden in verpakkingen voor voedingswaren, wanneer de wettelijk bepaalde migratielimieten gerespecteerd worden. Deze migratielimieten verschillen naargelang het type weekmaker.

Milieuaspecten:

De weekmakers kunnen naar het oppervlak van kunststofvoorwerp migreren en gedeeltelijk verdampen of in water opgenomen worden indien het product in contact komt met water of een andere vloeistof. De vrijstelling van weekmaker in het milieu kan plaatsvinden bij de productie, tijdens de distributie of na het gebruik van de kunststof en tenslotte bij de verwijdering als afval. De emissie van weekmakers bij de verwerking van de kunststof is één van de belangrijkste

verliezen. De emissie hangt af van het type weekmaker en het vormgevingsproces en kan gaan van 0,03% bij spuitgieten tot 2% voor kalanderen en coating.

De milieuschadelijke eigenschappen van weekmakers zijn beperkt omdat zij niet bioaccumuleren in water, bodem of lucht van wege hun foto- en biodegradeerbaarheid. De acute watertoxiciteit neemt toe met de ketenlengte van het veresterde alcohol, doch hiermee neemt de wateroplosbaarheid juist af.

De milieu-effecten van weekmakers zijn sterk afhankelijk van de chemische samenstelling van de weekmaker in kwestie. Er werden reeds verschillende risico beoordelingen gepubliceerd. Voor di-isononylftalaat DINP en di-isodecylftalaat DIDP bleek geen milieu-risico te bestaan bij de huidige gebruikswijze. Voor di-butylftalaat DBP is een bijkomende blootstellingslimiet toegevoegd om het arbeidsrisico te verlagen. Bij het gebruik in speelgoed zijn echter alledrie de ftalaten aan beperkingen onderworpen. De risico beoordelingen van voor di-(2-ethylhexyl)ftalaat DEHP en butyl benzylftalaat (BBP) zijn nog niet gepubliceerd.

c. Vulmiddelen en verstevigers (composietmateriaal)

Vulmiddelen zijn minerale, organische, plantaardige of synthetische substanties die in grote hoeveelheden toegevoegd worden aan het polymeer om de kostprijs te verlagen. Hiermee kunnen ook specifieke fysische, thermische, mechanische of elektrische eigenschappen verkregen worden. De verworven eigenschappen hangen af van de aard van het vulmiddel zelf en van de vorm (poeder, vezel, filament, …) waarin het toegevoegd wordt.

Vulstoffen als mica, talk, calciumcarbonaat, grafiet en dergelijke, verlagen dankzij hun geringe kostprijs, de kostprijs van de verwerking. Bovendien verminderen ze de krimp en verbeteren ze het oppervlakte-aspect.

Versterkingsvezels worden specifiek toegevoegd om betere mechanische eigenschappen te bekomen.

Milieuaspecten:

De vulmiddelen zijn onschadelijk voor het milieu en migreren niet.

d. Pigmenten en kleurstoffen

De kleurende substanties kunnen geklasseerd worden in twee groepen: kleurstoffen en pigmenten. Kleurstoffen zijn organische verbindingen die “oplosbaar” zijn in de kunststoffen die de transparantie of de doorschijnendheid van het materiaal bewaren. Pigmenten zijn niet oplosbaar en worden als dispersie toegevoegd. Zij geven niet enkel kleur aan de kunststof, maar maken ze ook opaak. Het kunnen anorganische (oxiden en zouten van Ti, Pb, Cr, Mn, Co, Cd, Fe), organische of gemengde verbindingen (zouten van organische zuren) zijn.

De kleurmiddelen worden uiteindelijk slechts in lage concentraties gedoseerd (0,1 tot 5%).

Tabel 12: Pigmenten gebruikt bij de verwerwerking van thermoplasten (KU Leuven)

Color	Organic	Inorganic
Yellow	quinoftalon, isoindoline	nickeltitanium, cadmiumyellow, chromium
Orange	benzimideazolon	cadmiumorange, cersulfide
Red	pyrrol, peryleen	ironoxide red, molybdenium red, cadmium red
Violet	disoxazine, quinacridon	cobalt violet
Green	ftaalcyanine	cobalt green, chromium oxide green
Blue	ftaalcyanine, quinacridon	cobalt blut

Er bestaan twee methodes om kunststoffen te kleuren.

Ofwel kan men kleuren in de massa waarbij de polymeren en het kleurmiddel onmiddellijk gemengd worden bij de kunststofproducent vooraleer de granulatie gebeurt (concentratie 1-10%). De gekleurde korrels worden aldus aangeleverd aan de verwerker.
Ofwel gebeurt de kleuring pas bij de verwerker. In dit geval wordt vooraf een geconcentreerde "master-batch" (concentratie 20-75%) aangemaakt of een pastavormige suspensie van het kleurmiddel in een vloeistof (concentratie 15-70%). Eén van deze geconcentreerde producten wordt nadien toegevoegd aan een natuurlijk, niet gekleurd polymeer bij de kunststofverwerker. Verder kan de verwerker ook een voormenging maken van pigmentpoeder met natuurlijk polymeer vooraleer het in de transformatiemachine te gebruiken.

Verwerkers gebruiken steeds minder pigmentpoeder. De voorkeur wordt gegeven aan het gebruik van een master-batch waarbij zich minder homogenisatieproblemen voordoen en waar minder pollutie optreedt. De suspensie kleuring wordt enkel gebruikt voor grote series, omdat het schoonmaken tussen verschillende kleuringen veel tijd vereist.

Milieuaspecten:

Het milieugevaar van pigmenten en kleurstoffen schuilt vooral in het gebruik van zware metalen die op het ogenblik van de afvalfase in het milieu terecht kunnen komen, met name tijdens de afvalverbranding. De zware metalen concentreren zich dan in het vaste residu, de luchtemissies en de asse. Vandaar dat men het gebruik van deze metalen, met name Cd, Pb, Hg en Cr(IV) terugdringt.

Tijdens de verwerking van de kunststoffen stellen de pigmenten en kleurstoffen geen milieuproblemen.

e. Oplosmiddelen en verdunners

Solventen worden soms gebruikt bij de productie van kunststofvezels en bij de productie van thermoharders.
Verdunners worden ingezet om de viscositeit te verlagen. Zo wordt bv. bij het verwerken van PVC-pasta verdunners gebruikt. Er zijn verschillende soorten verdunners, sommige zijn minder vluchtig dan andere. Zij moeten een minimaal vlampunt hebben uit veiligheidsoverwegingen.

Milieuaspecten:

Het gebruik van oplosmiddelen kan aanleiding geven tot VOS-emissies.

f. Katalysatoren en acceleratoren

Katalysatoren worden gebruikt bij de synthese van polymeren en blijven in het eindproduct achter. Dit kunnen bv. hydroxyden en zuren van de polycondensatie zijn of organische peroxides van de polymerisatie.

g. Brandwerende middelen, vlamvertragers en rookonderdrukkende additieven

Omdat polymeren voornamelijk opgebouwd zijn uit koolstof en waterstof, zijn ze van nature brandbaar.

Er bestaan verschillende middelen die de kunststoffen minder ontvlambaar maken, de snelheid waarmee de vlam zich verspreidt verlagen en in bepaalde gevallen een spontane uitdoving veroorzaken. De concentratie aan deze verbindingen kunnen oplopen tot meer dan 10 gew.%.

De werkwijze van deze additieven is uiteenlopend. Zo zijn er brandvertragers die een remmend effect hebben op de radicalaire oxydatie in de gasfase (halogeen derivaten). Anderen hebben een “afkoelend” effect. Ze absorberen de grote exotherme energie die bij het ontbranden vrijkomt (bv. hydraten). Nog anderen benadelen de gasuitwisseling tussen polymeer en atmosfeer (fosfaten) of er worden niet-ontvlambare gassen geproduceerd die de concentratie aan brandbare gassen en zuurstof doen dalen. Er zijn ook talrijke vlamvertragers die multifunctioneel werken.

Vooral in de elektriciteitssector, de bouwsector en de automobielindustrie worden hoge eisen gesteld aan de materialen inzake zelfdovende eigenschappen. De meest gebruikte brandvertragers zijn gebaseerd op halogenen (30%) of op basis van fosfor (20%). De andere zijn anorganische verbindingen (50%, o.a. Sb_2O_3).

Sommige polymeren zoals PS ontwikkelen bij verbranding een dikke, zwarte rook; Daarom moet men aan deze polymeren ook rookonderdrukkende additieven toevoegen zoals Mo- of Fe-derivaten. Deze verminderen in geval van brand de hoeveelheid rook en verbeteren aldus de zichtbaarheid. Ook de toxiciteit en de ademhalingsproblemen worden erdoor verminderd.

Milieuaspecten:

Het gebruik van polybroombifenylverbindingen (PBB), penta- en octa-broomdifenylethers is verboden (zie 2.4.3.). Deze stoffen zijn bioaccumuleerbaar en persistent en vertonen hormoonverstorende effecten. Ze breken moeilijk af en kunnen lange tijd in het milieu verblijven. Ze worden opgenomen door levende organismen, worden doorgegeven doorheen de voedselketen en stapelen op in het vetweefsel. De gehaltes nemen toe in dieren bovenaan de voedselketen. Ze worden als prioritair te behandelen stoffen beschouwd voor het mariene milieu. Deca-BDE houdt geen risico’s in, maar monitoring blijft aangewezen.

De laatste jaren hebben de fosforverbindingen aan belang gewonnen, omdat deze geen ecologische problemen stellen en ook de mechanische eigenschappen van de kunststof niet aantasten. Bij gebruik van fosforverbindingen moeten echter de nodige voorzorgen genomen worden bij de verwerking van de kunststof opdat geen zelfontbranding zou voorkomen.

h. Smeermiddelen en lossingsmiddelen

Smeermiddelen voor *inwendig gebruik* (0,3 tot 3 gew.%) worden toegevoegd om de wrijving tussen de kunststof korrels te verminderen en de uitrekbaarheid van de kunststof te verhogen. De viscositeit wordt erdoor gereduceerd en het voorkomt onregelmatige opwarming in het materiaal. De middelen worden vooral in PVC toegepast.

Uitwendig gebruikte smeermiddelen en lossingsmiddelen moeten voorkomen dat de kunststof blijft kleven aan het metaal van de werktuigen en machines. Deze middelen spelen ook een rol in de oppervlakte-eigenschappen van de kunststofproducten. Deze middelen hebben bovendien een anticorrosieve en beschermende werking. Ze bestaan uit een aerosol of drijfgas en een actieve component. Dit is meestal een soort olie.

Milieuaspecten:

Indien het smeermiddel toxische zware metalen bevat, heeft dit nadelige gevolgen wanneer het middel in het milieu terecht komt.

i. Antistatische additieven

Door contact met een fase van een andere chemische samenstelling zoals lucht, kunnen polymeren elektrisch opladen aan het oppervlak omdat elektronen van de ene naar de andere fase uitgewisseld worden. Aangezien kunststoffen niet geleidend zijn, blijft deze lading aanwezig op de plaats waar ze ontstaat. Dit heeft volgende nadelen:
– stof wordt aangetrokken
– het brandgevaar verhoogt als gevolg van vonken
– de lading kan problemen geven bij elektronische apparatuur als bv. video- of audiotape.

Het toevoegen van antistatische additieven heeft tot doel te voorkomen dat elektrische lading zich zou ophopen aan het oppervlak. Ofwel wordt een antistatisch middel als een film aangebracht aan het oppervlak van het kunststofvoorwerp ofwel wordt een geleidend additief toegevoegd aan de polymeermassa.

j. Schimmelwerende middelen

Microbe-dodende additieven moeten de ontwikkeling van micro-organismen tegengaan die zich voeden met additieven die toegevoegd zijn aan het polymeer. Vooral bij PVC met hoge gehaltes aan weekmaker is dit nuttig. Ook PU, LDPE en polyester kunnen echter gevoelig zijn voor microbiële aantasting omwille van de aanwezigheid van mogelijke nutriënten voor microörganismen zoals vulmiddelen, pigmenten, smeermiddelen en dergelijke.

Soms worden schimmelwerende producten als actief bestanddeel aan de kunststof toegevoegd om het oppervlak hygiënisch te houden en te beschermen tegen microörganismen. Aanvankelijk werden hiervoor afseen-, zwavel, kwik- en koperverbindingen gebruikt. Tegenwoordig worden organo-tin en -zilver verbindingen en organische middelen gebruikt.

Milieuaspecten

Wanneer deze schimmelwerende producten gebruikt worden voor eindproducten die in contact met oppervlaktewater of bodem, kan de migratie ervan water- of bodemverontreiniging veroorzaken.

k. Schuim- en blaasmiddelen

Deze middelen worden op verschillende manieren toegediend om kunststofschuimen te produceren. Het kan gaan om een inert gas of een fysisch of chemisch blaasmiddel: Daarnaast kan door de reactie van de grondstoffen een gas vrijkomen zodat geen blaasmiddel toegevoegd moet worden, zoals bv. bij de productie van PU-schuim (zie verder in hoofdstuk 3: schuimen).

Milieuaspecten:

Gezien de aard van de schuim- en blaasmiddelen kan het gebruik ervan aanleiding geven tot emissies van VOS. Het gebruik van HCFK's is inmiddels verboden.

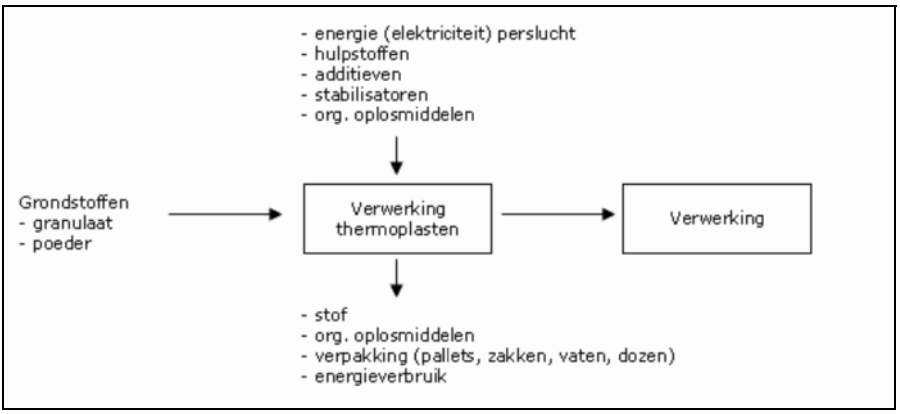
l. Middelen om schokvastheid te verbeteren

Het toevoegen van (co)polymeren zoals bv. ABS of MBS geeft aan een polymeer een betere schokvastheid. Ze worden voor enkele gew.% toegevoegd. Dit wordt vaak toegepast voor PVC.

3.3. Voorbewerking

Bij de productie van thermoharders en schuimen is nauwelijks sprake van voorbewerking.

De voorbewerkingstechnieken die bij thermoplasten kunnen voorkomen, zijn (Figuur 19):
- opslag en transport van grondstoffen
- doseren en voormengen
- (compounding)
- drogen
- malen van overschotten voor intern hergebruik



Figuur 19: De voorbewerking bij thermoplasten (InfoMil, 2002)

In de meeste gevallen is door de producent van de kunststof reeds een aantal hulpstoffen/additieven toegevoegd en worden de kunststoffen gebruiksklaar geleverd. De compounding is dan niet meer nodig.

3.3.1. Opslag en transport

a. Opslag

De grondstoffen voor thermoplasten wordt meestal in korrelvorm (granulaten) of poedervorm aangeleverd. Ze kan bestaan uit polymeren van één soort en uit mengsels van verschillende

polymeren. Afhankelijk van de grootte van de productiecapaciteit wordt de grondstof geleverd in zakken (kleine capaciteiten of speciale kwaliteiten), octabins (inhoud van 1 ton) of bulk.

– in bulk: het materiaal wordt in speciale daartoe voorziene vrachtwagens aangevoerd en bij de verwerker overgeladen in silo's;
– in kartonnen containers of octabins (inhoud van 1 ton);
– in plastic zakken van 25 kg, gestapeld op een pallet en omwikkeld met folie. de zakken zijn vaak uit PE vervaardigd, maar er zijn ook zakken, die opgebouwd zijn uit meerdere lagen van verschillende materialen. De inhoud van de zakken wordt in een octabin gebracht ofwel in daarvoor speciaal gebouwde opslagvoorzieningen (trechtervormige opslageenheden bv.).

De grondstoffen voor thermohardende kunststoffen worden meestal als vloeistof aangeleverd.

Eventuele hulpstoffen en additieven worden bewaard in zakken, vaten of opslagtanks.

b. Transport

Er zijn verschillende systemen mogelijk om de grondstof te transporteren van de opslageenheid naar het verwerkingsmachine.

- Hoppervullers zijn onafhankelijke aanzuigapparaten met ingebouwde ventilator, die geschikt zijn voor kleine transportafstanden en kleine capaciteiten. Vooral bij het gebruik van octabins die naast de machine opgesteld zijn, worden ze ingezet.
- In een collectief transportsysteem wordt de aanvoer naar de verschillende verwerkingsmachines door één centrale zuiggroep gerealiseerd. Dit duurdere alternatief is vooral efficiënt bij grote capaciteiten met aanvoer uit opslagsilo's. Het is procesgestuurd en laat doorgedreven automatisatie toe.

3.3.2. Doseren en voormengen

Via een volumetrisch of gravimetrisch doseersysteem kan men op een reproduceerbare wijze een grondstofmengsel aanmaken. Wanneer men virgin materiaal en masterbatch of productieafval tegelijkertijd wil verwerken is een voorafgaande menging aangewezen. Productieafval of afgekeurde producten die opnieuw ingezet worden, moet vooraf verkleind worden. Hierdoor is hergebruik van thermoplasten mogelijk.

3.3.3. Droog mengen

Indien de menging van additieven en thermoplasten bij kamertemperatuur gebeurt, spreekt men van droog mengen. Het mengsel wordt gehomogeniseerd in eenvoudige mengapparatuur, zoals geroerde vaten, of zogenaamde tumblers. Dit zijn afsluitbare vaten, eventueel voorzien van dwarsschotten, die worden onderworpen aan een schoksgewijze of roterende beweging.

Het merendeel van de gebruikte kunststoffen wordt verwerkingsklaar geleverd, dus inclusief hulpstoffen, zodat bij de kunststofverwerker geen menging hoeft plaats te vinden.

Menging moet wel plaatsvinden als bij productseries speciale kleuren of bestanddelen vereist zijn, die bij kamertemperatuur ingemengd kunnen worden. Zo gebeurt het inkleuren van de kunststof meestal bij de verwerker zelf. De pigmenten worden in relatief kleine hoeveelheden (0,1 tot 5% max.) of in een masterbatch toegevoegd. Dit kan op verschillende manieren gebeuren:

– Indien de pigmenten als masterbatch worden geleverd, gebeurt de toevoeging rechtstreeks in de verwerkingsapparatuur. bij deze methode is de vervuiling beperkt.

- Indien de pigmenten in poedervorm worden geleverd, worden ze op voorhand in daartoe voorziene apparatuur gemengd. In dat geval dient men rekening te houden met stofvorming en moet men speciale voorzieningen treffen.
- De pigmenten kunnen ook als vloeistof in suspensie worden gebracht en vervolgens tijdens de verwerking worden toegevoegd. Bij het overschakelen op een andere kleur dient men echter rekening te houden met de lange tijd die nodig is om de machine te reinigen. Daarom is deze methode enkel verantwoord bij zeer grote productieseries.

3.3.4. Compounding

Compounderen is het samenstellen van een mengsel van kunststof en toevoegingen, het mengen en het aansluitend klaarmaken voor verdere verwerking. Het is belangrijk dat een homogeen mengsel verkregen wordt, waarin de toegevoegde stoffen zo gelijkmatig mogelijk zijn verdeeld over de basisgrondstof. De toe te voegen stoffen moeten daarom zo fijn mogelijk verdeeld worden, bv. door het opleggen van een hoge afschuiving en bij verhoging van de temperatuur.

Het compounderen geschiedt voornamelijk via dry-blending en extrusie.
- *Dry-blending* wordt vooral toegepast bij de verwerking van PVC. Aan de kunststof worden vulstoffen, verdunners, stabilisatoren en eventueel blaasmiddel, weekmakers en pigmenten toegevoegd. Bij dry-blending vindt menging plaats zodat de weekmaker geheel in de PVC-deeltjes opgenomen wordt. De mengtemperatuur wordt zo gekozen dat de poederdeeltjes niet aan elkaar kleven. Op die manier wordt een droge compound in poedervorm bekomen.
- Bij het *compounderen via extrusie* worden een aantal draden geëxtrudeerd, die na afkoeling in granules gehakt worden.

Het mengen van de verschillende grondstoffen gebeurt ook wel eens met *warme mengers*. Deze bestaan in twee types: walsen en gesloten mengers:
- Een *wals* bestaat uit twee verwarmde rollen die horizontaal opgesteld zijn en met een verschillende snelheid in tegengestelde richting draaien. Tussen de rollen bevindt zich een nauwe spleet. De te mengen grondstoffen en bestanddelen worden tussen de rollen gebracht, zodat het geheel door wrijving door de spleet wordt geperst. Doordat de temperaturen en de omloopsnelheden van de rollen iets verschillen, loopt de massa als een dunne laag over de rol. Zo ontstaat na een zekere tijd een homogeen mengsel.
- *Gesloten mengers* bestaan uit een gesloten ruimte waarin mengbladen roteren. De randen van de balden lopen op zeer kleine afstand van de wand, zodat plaatselijk hoge afschuifsnelheden optreden. Meestal lopen twee bladen in tegengestelde richting, waarbij elk blad soms uit twee tegengestelde schroefvormen is opgebouwd, om de grootst mogelijke beweging van de massa teweeg te brengen. Na de menging wordt de massa uit de kamer verwijderd, waarna een tweede batch kan gemengd worden.

Compounderen gebeurt meestal bij de kunststofproducent, maar in sommige gevallen wordt de compound door de verwerker vervaardigd (vb. PVC-verwerkers).

3.3.5. Voordrogen

Vooral technische kunststofmaterialen (bv. PET, PC, ABS, PA en sommige toegevoegde hulpstoffen) zijn hygroscopisch en moeten gedroogd worden teneinde verwerkingsproblemen te voorkomen. Deze problemen kunnen uitmonden in zichtbare gebreken (vb. lijnen en strepen, zwakke lasnaden, onvolledige stukken) of onzichtbare gebreken (verlies aan mechanische stekte, onregelmatige krimp, e.d.).

Er zijn verschillende systemen die het materiaal kunnen drogen:
- warme lucht droging
- droge lucht droging
- drogen door straling
- drogen door convectie
- koud drogen
- vacuüm drogen
- via een ontgassingsschroef

Droge lucht droging en warme lucht droging worden het meest toegepast.

3.3.6. Malen van overschotten

Teneinde het procesafval en de afgekeurde producten te kunnen hergebruiken is het nodig deze eerst te verkleinen door vermalen. Intern- of extern hergebruik is mogelijk voor de meeste thermoplasten, indien ze niet verontreinigd zijn met zand, olie of andere onzuiverheden.

3.3.7. Milieuaspecten

Lucht

Stofemissies, VOS-emissie (weekmaker, organische oplosmiddelen).
Het doseren en afwegen van grondstoffen en additieven kan stofproblemen veroorzaken. zelfs indien het stof inert is, is dit niet zonder gevaar. De poeders bevatten immers zeer kleine deeltjes (1-10 µm), die zich verspreiden in de atmosfeer, in de kleding en in de longen dringen en het hele atelier vervuilen. Als grondstoffen in bulk worden aangevoerd, beschikt men best over gemechaniseerde en geautomatiseerde installaties, zodat de stofemissies gereduceerd worden.

Emissies die ontstaan tijdens het afwegen en doseren zijn vaak het gevolg van transportschade, nonchalant gebruik of slecht onderhoud van bepaalde apparatuur. Ten opzichte van de hoeveelheid verwerkt materiaal zijn de emissies verwaarloosbaar klein. De emissies bij het droog mengen zijn eveneens gering. Naar schatting minder dan 0,1 promille van het gewicht van het mengsel (0,1 g/kg mengsel).

Het stuifverlies bij de gehele voorbewerking (doseren, afwegen, droog mengen of compounderen van poeders) bedraagt 1% op basis van toegevoegde hulpstof. Hierbij gaat het voornamelijk om pigmenten. Momenteel worden steeds meer masterbatchen gebruikt of wordt de kunststof reeds gekleurd aangekocht, om de stofproblemen te voorkomen.

Het reinigen van gereedschap kan aanleiding geven tot solventemissies.

De voorbewerking van materialen brengt weinig emissies teweeg. Als voorbeeld beschouwen we de inkleuring van PE. Voor de inkleuring van 1000 ton PE wordt 10 ton pigment gebruikt. In de praktijk wordt 90% van dit pigment als masterbatch toegepast. Slechts 10% wordt los ingemengd, waarbij mas. 1% stuifverlies optreedt (d.i. 10 kg). Op het totaal gewicht ingekleurd PE betekent dit 10 ppm verlies.
(Presti, 1996)

Grondstoffen

Verlies aan grondstoffen door luchtemissie.
Het stuifverlies bij toevoegen van poedervormige hulpstoffen beloopt ca 0,1 gew% per hulpstof. Om dit (economisch) verlies tegen te gaan, schakelt men in toenemende mate over op stuifvrije concentraten.
De emissies bij het voormengen zijn gering, naar schatting 0,1 promille van het gewicht van het mengsel (InfoMil, 2002).

Afval

Verpakkingsafval (pallets, zakken, vaten, dozen, …).
Bij de aan- en afvoer van grondstoffen en producten worden verpakkingsmiddelen gebruikt. Na gebruik worden deze verpakkingen afval of worden ze gereinigd en gerecupereerd.

De aanvoer van bulk vermijdt het gebruik van verpakkingen, maar omwille van kost en organisatie is deze methode enkel geschikt voor verwerkers die op regelmatige basis zeer grote hoeveelheden verbruiken, zoals compoundeurs en extrudeurs.

Voor de octabins bestaan circuits voor de recuperatie en recyclage van de containers tussen de producent en de verwerker. Maar ook daarvoor is een regelmatige afname van grote hoeveelheden noodzakelijk. De rest kan naar een kartonverwerker vervoerd worden.

Het merendeel van de kleine en middelgrote verwerkers krijgen de grondstoffen toegeleverd in plastic zakken, gestapeld op een pallet en omwikkeld met folie. Deze zakken en folie worden gescheiden ingezameld en afgevoerd.

Energieverbruik

Voor het transporteren, mengen (verwarmen), drogen en malen is energie nodig.

Geluid

Het transport van de grondstoffen vanuit de voorraadsilo's naar de bedrijfshal met de verwerkingsmachines kan in sommige gevallen geluidshinder veroorzaken.

Veiligheid

Bijkomende veiligheidsproblemen zijn elektrostatische oplading en explosiegevaar. Aangezien kunststoffen isolerend zijn (geringe elektrische geleidbaarheid), kunnen ze zich elektrostatisch opladen door wrijving, bv. bij menging. De hoeveelheid opgestapelde elektriciteit kan aanzienlijk zijn; Zodra de doorslagspanning wordt bereikt, ontstaan vonken, die het geladen oppervlak ontladen. Indien deze vonken een hoge energie bezitten of indien de atmosfeer solventdampen of zelfs stofdeeltjes in suspensie bevat, is er gevaar voor explosie of brand.

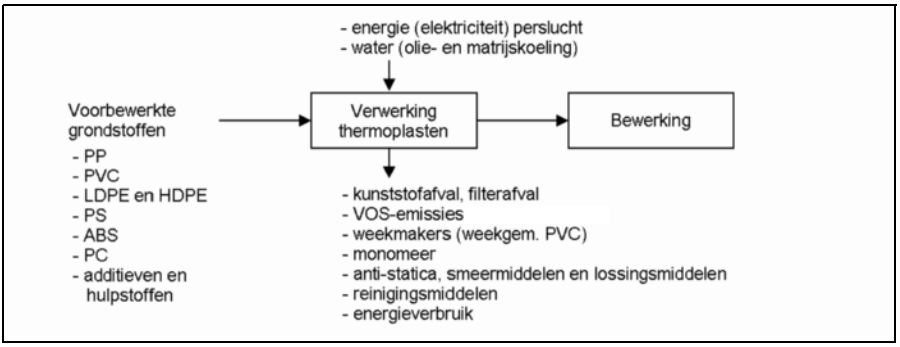
3.4. Verwerking

Het verwerken van kunststof heeft tot doel de korrels, granulaten of visceuze vloeistoffen een vorm te geven. Omdat de verwerkingsprocessen die op de kunststoffen toegepast kunnen worden, sterk bepaald worden door de thermo-mechanische eigenschappen van de kunststof in kwestie, worden deze processen ingedeeld in 3 groepen:

- verwerking van thermoplasten
- verwerking van thermoharders (polyester- en epoxyharsen)
- vormgeving van schuimen (thermoplasten en thermoharders)

3.4.1. Verwerking van thermoplasten

De verwerking van thermoplasten wordt schematisch weergegeven in Figuur 20:



Figuur 20: De verwerking van thermoplasten (InfoMil, 2002)

Voor het verwerken van thermoplasten kunnen volgende fasen onderscheiden worden:

a) Verwarmen van de kunststof:
Verwarming is nodig om de kunststof voldoende vloeibaar of plastisch te maken voor het vormgevingsproces. Het materiaal wordt in contact gebracht met wanden die langs elektrische weg, met stoom of een circulerende vloeistof verhit worden.

b) Transporteren van de warme plastische massa
De plastische massa wordt via persen of schroeven getransporteerd naar de vormgevingssectie van het verwerkingseenheid. Hierbij komt ook warmte vrij door inwendige wrijving. Tijdens het transport vindt verdere homogenisering plaats.

c) Vormgeven
De vormgeving kan op verschillende manieren gebeuren, bv. door de kunststof in een gesloten vorm (spuitgieten) of continu door een opening (extrusie) te persen. Eventueel kan ook daarna nog verdere vormgeving plaatsvinden. Het thermisch verwerkingsproces gebeurt meestal bij een hoge druk en wordt in sommige gevallen gevolgd door een lage druk trap (bv. vacuümvormen). Verschillende vormgevingstechnieken zijn mogelijk:
   - extrusie
   - spuitgieten
   - thermovormen
   - kalanderen
   - gieten
   - …

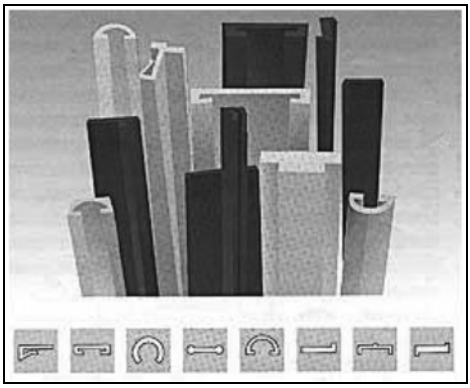
d) Fixeren van de vorm
Het fixeren van de vorm gebeurt door koelen. De afkoelsnelheid is van belang voor de eigenschappen van het eindproduct.

Om hun sterkte en stijfheid op te voeren, kunnen kunststoffen van een versterking voorzien worden zodat ze kunnen ingezet worden in toepassingen waarvoor ze anders ontoereikend zouden zijn. Deze samengestelde materialen worden vezelversterkte kunststoffen of composieten genoemd.

a. Extrusie

Extrusie is naar volume en omzet de belangrijkste verwerkingstechniek van thermoplasten in Vlaanderen. Wat het aantal bedrijven betreft, is spuitgieten sterker vertegenwoordigd dan extrusie.

Extrusie is een continu proces voor de productie van halffabrikaten. Dit kunnen bladen, platen, profielen, buizen, folie, kabel- of profielmantels zijn. Die moeten nog verder bewerkt worden tot een volledig afgewerkt product. Als basisproduct worden thermoplasten in poeder- of granulaatvorm gebruikt. Meestal wordt gebruik gemaakt van PVC, PP, weekgemaakt PVC, HDPE, PS en LDPE.

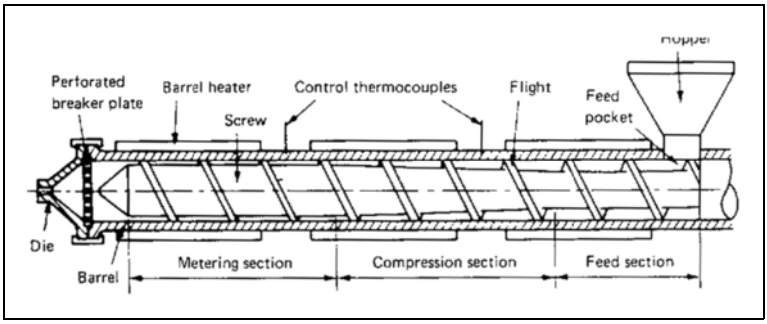


Figuur 21: Voorbeelden van geëxtrudeerde profielen

– principe

In een verwarmde cilinder draait een schroef die de grondstof vooruit stuwt. Daardoor verdicht en smelt het materiaal en wordt het homogeen gemaakt. Aan het eind van de schroef bevindt zich een spuitkop die aan de plastische massa de gewenste vorm geeft bij het verlaten van de schroef. Hierdoor ontstaat een eindeloos product (buis, profiel, plaat of film), waarvan de vorm bepaald wordt door het profiel van de spuitmond, bv.:

- een ronde opening geeft een draad of staaf
- een rechte spleet geeft een plaat, film of folie
- een ringvormige opening geeft een buis
- een profiel kan allerhande producten geven

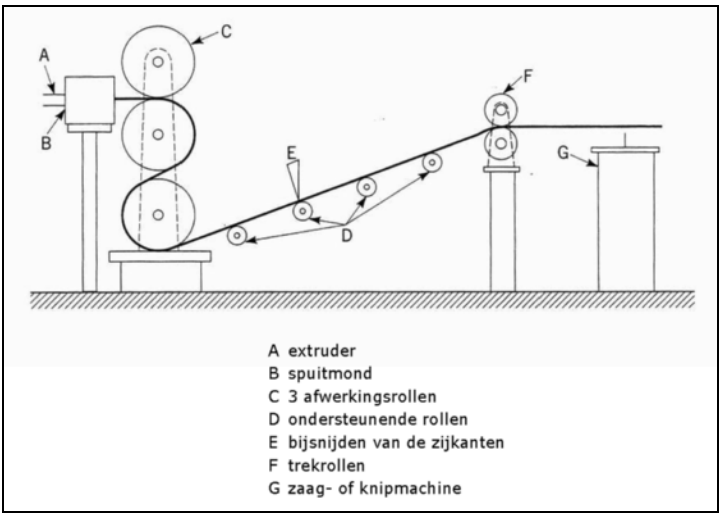


Figuur 22: Schema van een extruder

De cilinder is voorzien van elektrische verwarmingselementen en koelelementen die dankzij regelapparatuur de cilinderwand op een vooraf ingesteld temperatuursprofiel houden. Een groot gedeelte van de warmte is afkomstig van wrijving. Verder is bij de meeste extrusiemachines de mogelijkheid voorzien om een filter te plaatsen tussen de extruder en het spuitkop, zodat een homogener en zuiverder materiaal bekomen wordt ter hoogte van het spuitmond. Indien lucht of ontbindingsgassen in de smelt ingesloten geraken, moet ook een ontluchtingsopening of ontgassingszone voorzien worden.

Het materiaal dat de spuitkop verlaat is warm en week en moet daarom ondersteund en gelijkmatig gekoeld worden.

- Bij profielextrusie gebeurt die door koelkalibers. Dit zijn met water gekoelde metalen hulzen waarvan de binnenwand overeenstemt met de vorm en afmetingen van de buitenkant van het gewenste profiel.
- Bij plaat- en vlakkefilmextrusie worden gladwalsen of rollen gebruikt om het materiaal te koelen, glad te maken en eventuele dikteverschillen in de smelt of krimpverschijnselen van de koeling te corrigeren (zie Figuur 23).



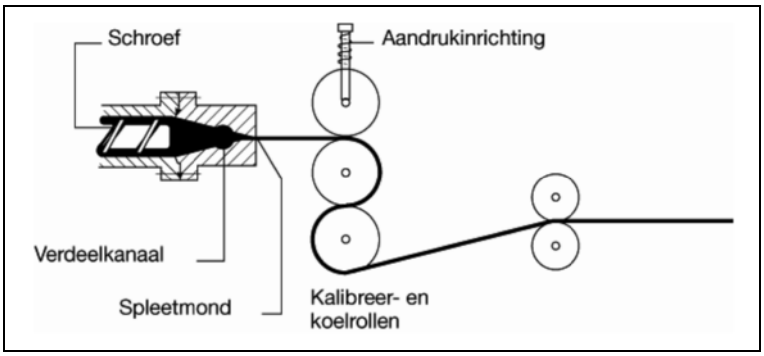
Figuur 23: Gladwalsen en rollen die de dikteverschillen corrigeren

Wanneer de platen, profielen of buizen de gewenste lengte bereikt hebben, wordt een zaag in werking gesteld die het product op de juiste lengte afzaagt. Film, dunne platen en flexibele buizen worden op een rol gewikkeld.

– soorten extrusieprocessen

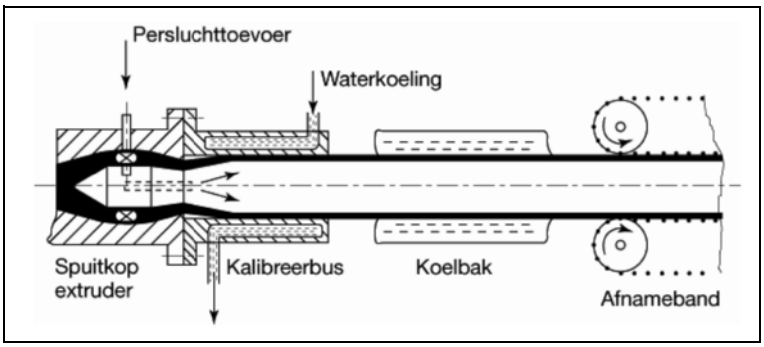
Afhankelijk van het uiteindelijke product worden verschillende subprocessen van extrusie onderscheiden.

- Plaat/vlakfolie extrusie:



Figuur 24: Plaat extrusie (Handboek Milieuvergunningen)

- Buis/profiel extrusie:

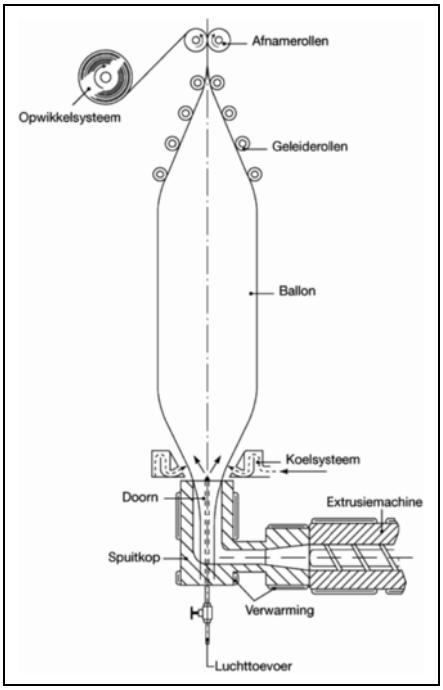


Figuur 25: Buisextrusie (Handboek Milieuvergunningen)

- Draadextrusie/vezels spinnen:
  De spuitkop bevat een aantal kanaaltjes met een ronde doorsnede en op deze wijze wordt een bundel monofilameten gevormd die in een volgende fase vijf- tot tienmaal wordt uitgerokken. Vezels worden meestal uit oplossing (in water of oplosmiddel) gesponnen. Bij natspinnen wordt het uitgangspolymeer opgelost in bv. water, vervolgens door een spindop geperst en daarna door een coagulatiebad geleid waarin het uitgangspolymeer chemisch wordt omgevormd tot een onoplosbare eindtoestand. Bij het droogspinnen wordt het uit-

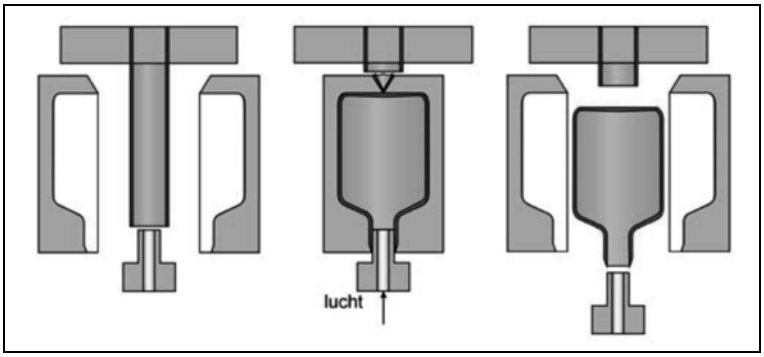
gangspolymeer opgelost in een organisch oplosmiddel (cellulose-acetaat in aceton of methyleenchloride of polyacrylonitrile in methylformamide). Na het spinnen wordt het oplosmiddel door verwarming uit de vezel verwijderd. Polymeren die niet oplosbaar zijn worden in gesmolten toestand versponnen. Smeltspinnen wordt toegepast op PA, PET en PP.

- Geblazen film extrusie:
  Hierbij verlaat een dunwandige buis de ringvormige opening van de spuitkop en wordt met perslucht opgeblazen tot een veelvoud van zijn oorspronkelijke diameter en er ontstaat een dunne buis of (buis)folie.



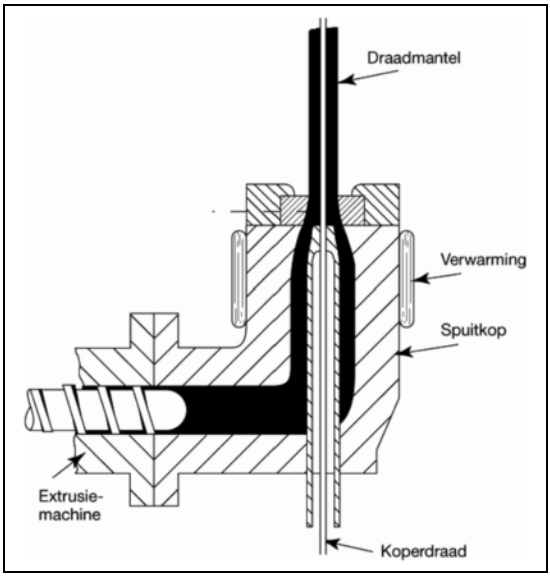
Figuur 26: Geblazen film extrusie (Handboek Milieuvergunningen).

- Extrusieblazen of blow molding (o.a. flesblazen): voor het maken van holle thermoplastische vormen zoals kunststofflessen (HDPE, PP, PVC, PC…) en brandstoftanks (HDPE).
  Via een ronde spuitmond wordt een smelt in de vorm van een pijp geëxtrudeerd. Door de extrusiekop aan te passen is een variabele wanddikte mogelijk. De pijp wordt vervolgens omsloten door een open blaasvormmatrijs. Wanneer de matrijs zich sluit, wordt bodem van de smelt afgeknepen. Via de spuitmond wordt perslucht in de plastische smelt gebracht, waardoor deze expandeert tegen de matrijswand wordt geblazen. Het voorwerp wordt afgekoeld terwijl het onder druk staat. Daarna wordt de matrijs geopend en het hol voorwerp komt vrij.



Figuur 27: Extrusieblazen (http://www.productionnavigator.nl)

- Draad/kabelmantelextrusie: een metalen draad wordt aan de spuitkop ingevoerd en verlaat de spuitmond bedekt met een plastic mantel.



Figuur 28: Draadmantelextrusie (Handboek Milieuvergunningen)

- Coextrusie:
  Hierbij kunnen verschillende soorten kunststoffen tegelijk geëxtrudeerd worden. Het resultaat is een profiel, plaat of folie die is opgebouwd uit twee of meerdere lagen materiaal afkomstig uit verschillende extruders. Door verschillende materialen naast elkaar te extruderen kunnen bijvoorbeeld profielen worden geproduceerd met een flexibel deel en een stijf deel in één productiegang. Co-extrusie wordt vooral toegepast waar de voordelen van verschillende lagen worden gecombineerd, zoals bij verpakkingen waar barrière-eigenschappen gecombineerd worden met waterafstotendheid.

- Compoundeer extrusie:
  Bij deze extrusiemachine is naast de voedingsopening voor het basispolymeer ook een toevoegopening voorzien voor een vulstof. Beide grondstoffen komen in de extrusiecilinder terecht en worden vermengd. Het eindproduct is een thermoplast die versterkt is met een vulstof.
  Verschillende additieven kunnen toegevoegd worden bij het verwerken van de thermoplasten. Hierin onderscheiden we:
  - verwerkingsadditieven
  - functionele additieven (zie Tabel 13)
  - kleurstoffen

Tabel 13: Additieven die gebruikt kunnen worden bij verwerken van thermoplasten (KU Leuven)

	glas-vezel	talk	glas-korrels	CaCO3	metaal-oxiden	koolstof
treksterkte	++		+			
schokweerstand	+-	-	-	+-	-	+
verminderde krimp	+	+	+	+	+	+
thermische geleidbaarheid						+
thermische stabiliteit		+		+	+	+
extrusie snelheid	-+			+		
prijsvoordeel	+	+	+	++		

- Extrusie van vezelversterkte thermoplasten:
  Zoals in de Tabel 13 aangegeven kunnen ook korte versterkingsvezels (tot 5 mm) als additief toegevoegd worden bij de extrusie. Voor de verdere bespreking van deze techniek wordt verwezen naar rubriek 3.4.2. Verwerking van de composieten, c. gesloten mal technieken.

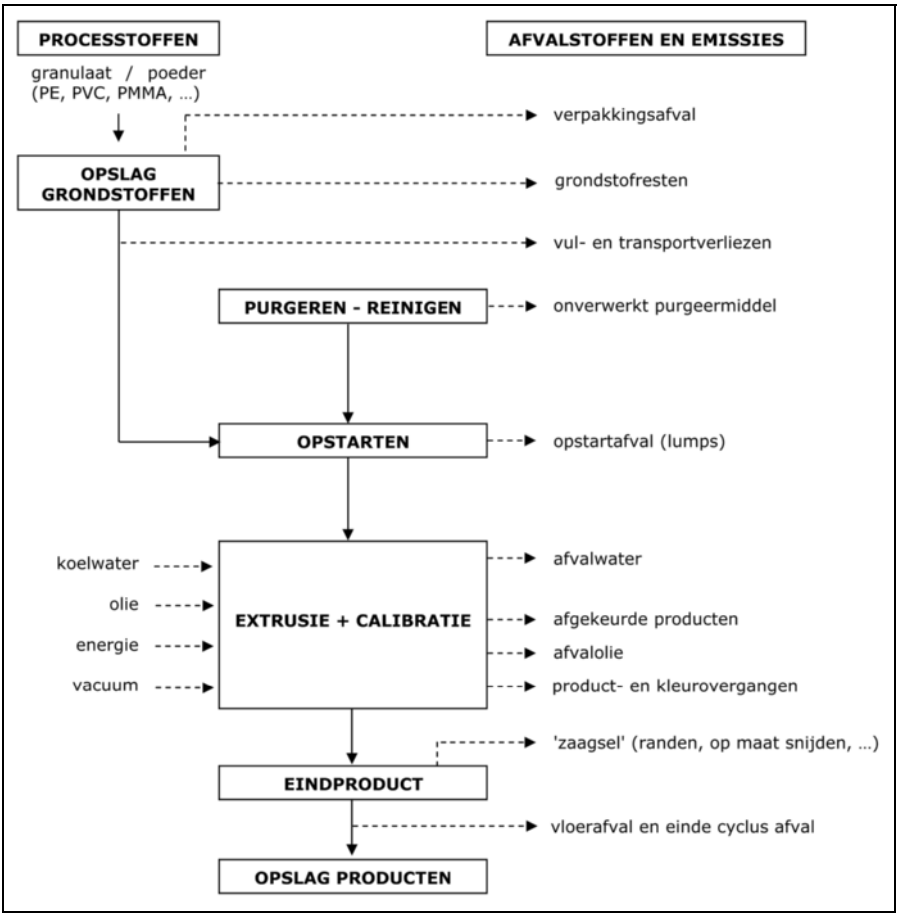
- Schuimextrusie: zie schuimen 3.4.3.c.

- Extrusie coaten:
  Coaten of lamineren van substraat (papier, karton of folie): zie kalanderen en coaten 3.4.1.d.

- Gietfilm:
  De kunststof wordt geëxtrudeerd door een smalle spleet en komt daarna op een gekoelde gietrol terecht: zie 3.4.1.e.

– milieuaspecten

In Figuur 29, p. 81, wordt een processchema weergegeven van extrusie met de processtoffen en de milieuaspecten die eraan verbonden zijn (Presti, 1996).



Figuur 29: De milieuaspecten van de extrusie van thermoplasten (Presti, 1996).

De belangrijkste milieuaspecten zijn energieverbruik en het ontstaan van kunststofreststromen.

Water

Water wordt hoofdzakelijk gebruikt bij de productiekoeling nl. oliekoeling en matrijskoeling. In enkele gevallen waar doorstroomkoeling wordt toegepast, kan een geringe uitloging van het product naar het water optreden. Indien het extrusieproduct in en waterbad wordt gekoeld, zijn de emissies naar water verwaarloosbaar klein. Bij weekgemaakte kunststoffen, zoals bepaalde soorten PVC en celluloseacetaat (CA) dringen sporen weekmaker in het koelwater.

Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Het extrusieproces van profielen en buizen is een grote verbruiker van water. De verwerkers werken dan ook best in een gesloten kringloop om het waterverbruik terug te dringen.

Lucht
Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen. Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.

Bij extrusie kunnen luchtemissies vrijkomen bij de invoerzone en ontgassingszone van de extruder en bij de spuitmond. De emissies bij de vultrechter bedragen slechts enkele procenten van de totale emissies van de extruder. Verschillende parameters kunnen de procesemissies beïnvloeden zoals extruder type en grootte, smelttemperatuur, verwerkingssnelheid, de verhouding tussen het oppervlak dat aan de lucht blootstaat ten opzichte van het volume van het product en afschuiffeffecten ten gevolge van het schroefontwerp. Extrusie geeft hogere emissies dan andere verwerkingstechnieken waar de vormgeving in een afgesloten matrijs gebeurt zoals spuitgieten bv.

Bij het reinigen van de installaties met oplosmiddelen ontstaan VOS-emissies.

Afval
Productie van belangrijke hoeveelheid afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, onverwerkt purgeermiddel, opstartafval, afgekeurde producten, afvalolie, product- en kleurovergangen, zaagsel, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) en stopafval.

– gevaarlijk afval:
Het gevaarlijk afval dat bij extrusie ontstaat bestaat grotendeels uit verpakking van gevaarlijke stoffen, olie afkomstig van lekkage van machines (olie en olie-water-mengsel), alsmede uit poetsdoeken en adsorptiekorrels die met olie vervuild zijn. Een andere belangrijke bron van gevaarlijk afval zijn restanten van grond- en vooral hulpstoffen.

– verpakkingsafval:
Volgens een enquête gehouden bij verschillende verwerkers bestaat het verpakkingsafval bij extrusiebedrijven voornamelijk uit (Presti, 1996):
- LDPE zakken: 0-0,9 gew% van de verwerkte hoeveelheid
- karton en papier: geen specifieke range
- (houten) palletten: 0,3-5 gew% van de verwerkte hoeveelheid
- big-bags: geen specifieke range

Hogere percentages LDPE zakken komen voor bij kleinere verwerkers. Bij extruders is er vanwege het verwerken van grotere hoeveelheden minder vraag naar octabins en wordt meer beroep gedaan op silo's, big-bags en plastic zakken als verpakkingsmateriaal van grondstoffen.

– productieafval:
Het percentage productie-uitval t.o.v. de verwerkte hoeveelheid bedraagt 1 à 10 gew% van de verwerkte hoeveelheid. Productie-uitval ontstaat ten gevolge van:
- opstarten en stoppen
- overgangen en purgeren
- kleur-, materiaal en matrijswisselingen
- verstoringen in het productieproces
- afgekeurde producten

- het op de juiste breedte snijden van platen en films
- het op de gewenste lengte brengen van profielen, platen en buizen.

Het productie-afval is afval dat niet meer in het proces kan ingezet worden en effectief moet afgevoerd worden. Het productie-uitval is het gedeelte van de kunststof dat niet in het eindproduct terechtkomt (vb. kleurovergangen, afgekeurde producten en dergelijke), maar deze kunnen na vermalen opnieuw als grondstof ingezet worden. De hoeveelheid afval is meetal veel kleiner dan de hoeveelheid productie-uitval.
90 à 100% van het productie-uitval wordt intern gerecycleerd. De hoeveelheid die intern gerecycleerd wordt varieert van verwerker tot verwerker en is afhankelijk van:

- het productontwerp (moeilijk te extruderen producten geven meer uitval)
- de seriegrootte en productiewissels (bij kleine series moet men meer opstarten wat meer opstartuitval geeft)
- of het materiaal al dan niet intern te recycleren is. Indien overgeschakeld wordt op een andere soort kunststof, kan het ontstane spoelmengsel onmogelijk herverwerkt worden. Indien het enkel om en kleurverandering gaat, waarbij hetzelfde basispolymeer wordt behouden, dan kan het spoelmengsel vermalen worden voor tweede keus of donkere toepassingen. Op voorwaarde echter dat het materiaal niet gedegradeerd is ten gevolge van een te lang verblijf in de cilinder. Ook het afval van een tweede productie met gerecycleerd productieafval, is niet meer recycleerbaar omwille van de degradatie van het materiaal. De hoeveelheid afval die na deze tweede stap afgevoerd moet worden is echter verwaarloosbaar klein ten opzichte van de geproduceerde hoeveelheden.
- de klant

Andere afvalstromen zijn afvalolie, afval van reinigingsactiviteiten en chemicaliën, waaronder oplosmiddelen.

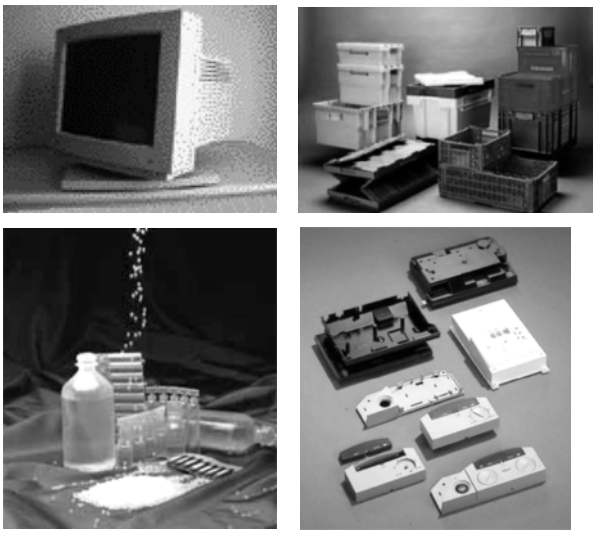
Energie
De machines en randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt ook energie verbruikt voor de koeling van het product, ventilatie en opwekking van perslucht en dergelijke.
Het energieverbruik varieert sterk met de grootte van de machine. Een machine van 400 ton bv. heeft een geïnstalleerd vermogen van 75 kW en een machine van 90 ton, 25 kW. Er is een duidelijk verschil tussen het elektriciteitsverbruik bij extrusie van platen, profielen en buizen (gem. 1,2 kWh/kg) enerzijds en de extrusie van film (gem. 0,6 kWh/kg) anderzijds. Het gemiddeld verbruik van kan geschat worden op 60 000 kWh/jaar/machine.

Geluid
Geluid is afkomstig van maalmolens en compressoren. Soms kan ook het geluid van het verpompen van de kunststofkorrels van de voorraadsilo's naar de productiehal voor geluidshinder zorgen.

b. Spuitgieten (of injection moulding)

Spuitgieten is de belangrijkste kunststofverwerkende activiteit in Vlaanderen wat het aantal machines in bedrijf betreft.

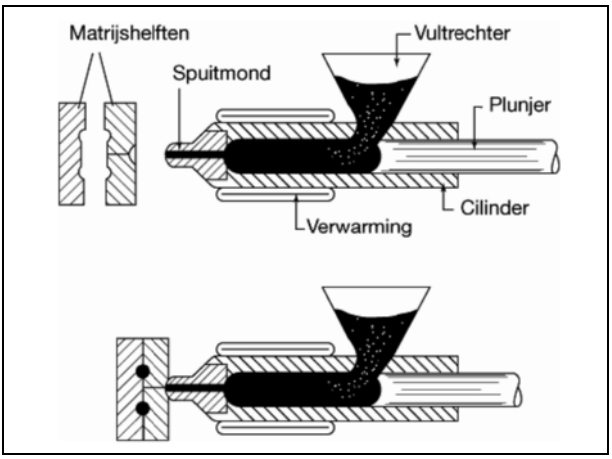
Bij spuitgieten wordt een gietvorm of matrijs gevuld met vloeibare kunststof via een spuittechniek. Als grondstoffen worden PP, PS, HDPE en in mindere mate ABS (eventueel glasvezelversterkt), PA, PC, PVC en andere technische kunststoffen gebruikt.



Figuur 30: Voorbeelden van voorwerpen geproduceerd via spuitgieten

– principe

Een spuitgietmachine kan opgedeeld worden in een spuiteenheid en een sluitgroep (zie Figuur 31). Beide delen worden hydraulisch aangedreven en het transport van het te verwerken materiaal tussen de spuiteenheid en de sluitgroep gebeurt via de spuitneus of -mond.

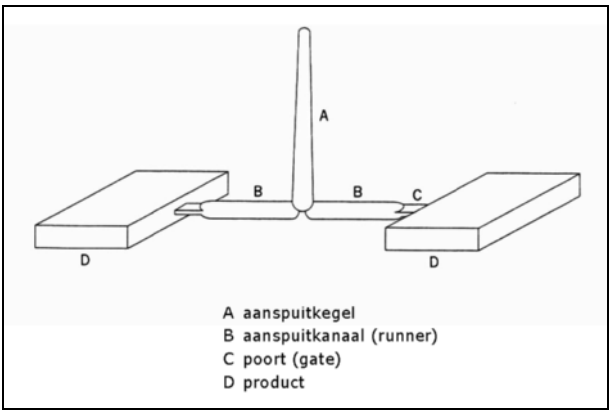


Figuur 31: Schema van een spuitgietmachine (Handboek Milieuvergunningen)

De spuiteenheid komt in principe overeen met een extruder waarin het materiaal wordt opgewarmd, gehomogeniseerd en getransporteerd naar de spuitneus. De spuitneus heeft verschillende functies. Bij het plastificeren van de kunststof zorgt de spuitneus ervoor dat de cilinder afgesloten blijft. Wanneer de gesmolten kunststof onder druk in de matrijs gespoten wordt,

wordt de spuitneus geopend en zorgt hij voor de overgang tussen de spuitcilinder en de matrijs en voor het omzetten van druk in snelheid zonder de temperatuur van de smelt teveel te beïnvloeden. Wanneer de matrijs gevuld is, zorgt de spuitneus ook voor het afdichten van de overgang matrijs-spuitcilinder.

De temperatuur van de matrijs is lager dan de stollingstemperatuur van de kunststof. Nadat het materiaal is uitgehard, wordt de matrijs geopend en wordt het product eruit gehaald. Een typische uitstoot van een matrijs wordt in Figuur 32 gegeven. De aanspuitkegels (A) en aanspuitkanalen (B en C),ook runners genoemd, vormen de aanloop van de smelt naar de matrijs en vormen nadien spuitafval dat hergebruikt kan worden.

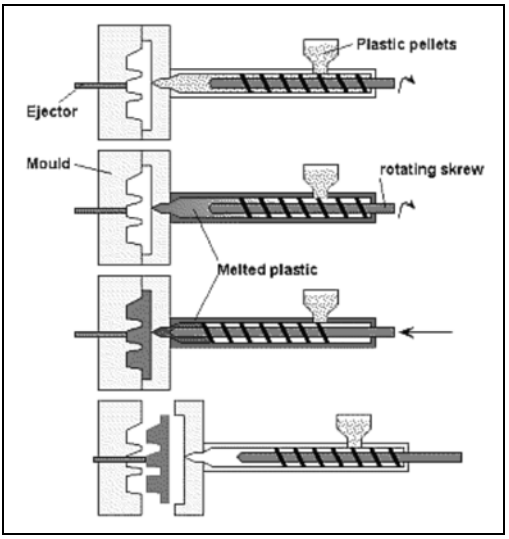


Figuur 32: Een typische uitstoot van een matrijs (Kirk-Othmer, 1996).

De matrijs is een constructie die aangepast wordt aan elk product. Het al of niet goed functioneren van de matrijs zal de productiecyclus, de kwaliteit van het product en het productierendement in belangrijke mate bepalen.

Het spuitgieten is een cyclisch proces. De spuitcyclus is de som van bewegingen in de machine die nodig zijn om een stuk (of een aantal stukken die tegelijk geproduceerd worden) te maken. Binnen die tijd moeten alle bewegingen uitgevoerd worden. De verschillende fazen van de spuitcyclus zijn (zie: Figuur 33, p. 86):

- inspuiten van het gesmolten materiaal in de gesloten matrijs;
- koelen tot het product voldoende stijf is en intussen nadrukken om te voorkomen dat bij het afkoelen krimpholten of inval op het oppervlak ontstaat Dit gebeurt door met de schroef druk uit te oefenen op het materiaal in de matrijs en materiaal bij te voegen om holten of inval te compenseren;
- Nadat de aansluitpoort volledig dichtgestold is, begint de schroef te draaien en wordt nieuw materiaal geplastificeerd voor de volgende cyclus;
- openen van de matrijs;
- uitwerpen van het spuitgegoten product;
- sluiten van de matrijs.

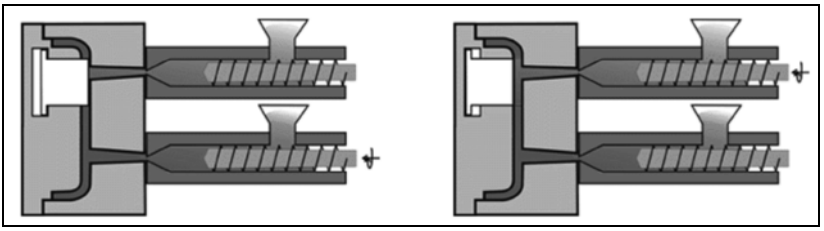


Figuur 33: Verschillende fasen bij het spuitgieten.

– soorten spuitgietprocessen

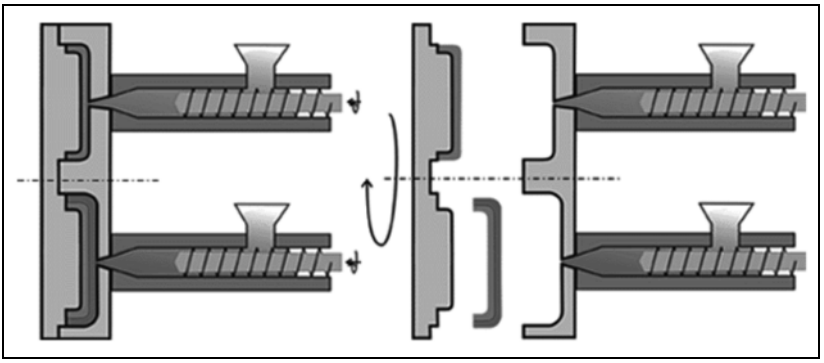
Naast het gewone spuitgieten bestaan er een aantal afgeleide spuittechnieken.

- Meercomponenten spuitgieten:
  In eenzelfde matrijs worden twee of meer soorten kunststoffen ingespoten en samen in één product verwerkt. Er zijn twee varianten mogelijk. (http://www.productionnavigator.nl)
  Een eerste mogelijkheid is om de twee componenten na elkaar te spuitgieten. Ofwel wordt eerst één component gespoten, daarna van matrijsholte veranderd en vervolgens de tweede component gespoten. De holte kan veranderd worden door:
  - het terugtrekken van een kern waardoor een extra ruimte ontstaat voor de tweede component of



Figuur 34: Meercomponenten spuitgieten via het terugtrekken van een kern

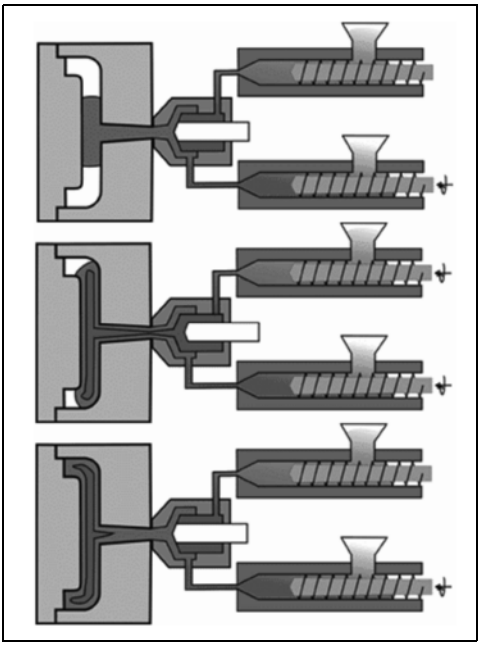
  - het verdraaien of verschuiven van één van de matrijshelften.



Figuur 35: Meercomponenten spuitgieten via het verdraaien of verschuiven van één van de matrijshelften

Een andere mogelijkheid om meercomponenten te spuitgieten is co-injectie, ook wel sandwich-spuitgieten genoemd. Hierbij wordt de caviteit niet veranderd maar worden de componenten achter elkaar in de matrijs gespoten in verschillende fasen:

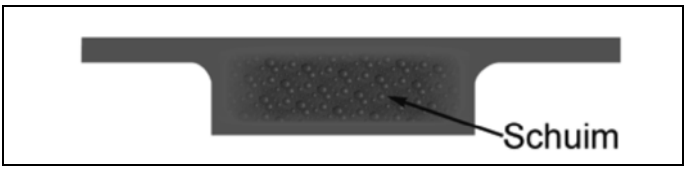
- eerste materiaal inspuiten;
- als het eerste materiaal begint te stollen op het matrijsoppervlak het tweede materiaal inspuiten;
- tot slot nogmaals spuitgieten met het eerste materiaal om het tweede materiaal in te sluiten en de spuitkop klaar te maken voor de volgende cyclus.



Figuur 36: Twee component spuitgieten continu (http://www.productionnavigator.nl).

De verdeling tussen de twee componenten is hierbij niet exact te voorspellen maar wel enigszins te sturen. Op vloeinaden kan een ongewenste menging van de componenten plaatsvinden.
Vergeleken met het spuitgieten van twee componenten apart en daarna verbinden is de hechting bij meercomponenten spuitgieten beter (afhankelijk van de materiaalcombinatie) doordat de componenten samensmelten. Bovendien zijn de kosten van de handling lager.

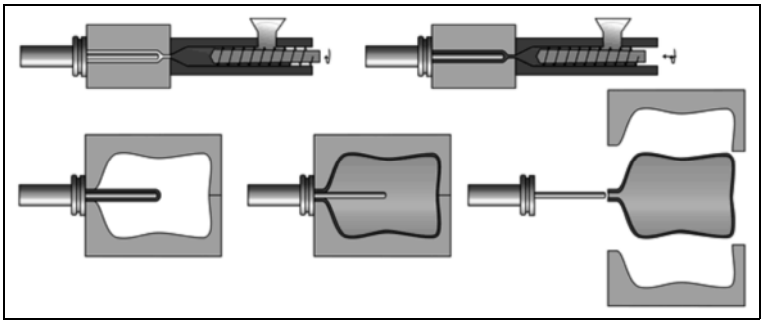
- Thermoplastisch schuimgieten voor grote producten met grote wanddiktes.
  Door het toevoegen van een blaasmiddel aan het kunststof schuimt het materiaal op als de kunststof in de matrijs wordt gespoten. Hierdoor ontstaat een product met een dichte huid (tot 2 mm dik) en een geschuimde kern (zie Figuur 37) . De dichtheid (en het gewicht) van het eindproduct is 20-50% lager dan hetzelfde product in volledig vaste vorm. Door de geschuimde wanden is de stijfheid/gewicht verhouding zeer gunstig. Thermoplastisch schuimgieten is een lage druk proces, hierdoor zijn de matrijzen veel goedkoper dan bij spuitgieten. Soms wordt dit ook toegepast om bezinking van materiaal in grotere matrijzen tegen te gaan.
  De techniek is niet geschikt voor producten waarvoor een glad oppervlak noodzakelijk is, want het blaasmiddel zorgt voor een enigszins onregelmatig oppervlak.



Figuur 37: Schema van een product bekomen via thermoplastisch schuimgieten

- Water of gas ondersteund spuitgieten
  Bij deze techniek wordt een holle kern gevormd die ofwel met water of een gas (vb. N_2) wordt gevuld om te voorkomen dat de wanden zouden invallen. Vooral waterinjectie wordt hiervoor gebruikt. Op deze wijze wordt een grondstof- en gewichtsbesparing gerealiseerd.

- Spuitgietblazen of blow molding
  Voor het produceren van holle thermoplastische producten met kleine wanddiktes zoals bijvoorbeeld kunststofflessen (PET, PVC, HDPE,…). Hierdoor kunnen onderdelen met elkaar geïntegreerd worden, bijvoorbeeld een extrusieblaasdeel met een spuitgietdeel.
  Bij spuitgietblazen wordt eerst door middel van spuitgieten een preform gemaakt. Deze wordt vervolgens opgeblazen in een blaasvormmatrijs. Het blazen kan eventueel op een andere lokatie gebeuren dan het spuitgieten. Flessen kunnen geblazen worden op de plek waar ze ook worden gevuld. Dit verlaagt de transportkosten (cf. Figuur 38, p. 89).



Figuur 38: Spuitgietblazen (http://www.productionnavigator.nl)

- EPS moulding (ook stoommoulding):
  Expandeerbare PS bolletjes die blaasmiddel bevatten worden voor-geëxpandeerd door verwarming met stoom of warme lucht tot ze ongeveer de dichtheid hebben van het gewenste eindproduct. Na deze pre-expansie worden ze 3 tot 12 uur bewaard om lucht te laten diffunderen in de cellen van het schuim. Vormgeving van de bolletjes gebeurt in speciale persen en matrijzen, waarin de bolletjes gebracht worden. Stoom veroorzaakt verdere expansie en dwingt de bolletjes de vorm van de matrijs aan te nemen.

- Spuitgieten van vezelversterkte thermoplasten:
  Bij het spuitgieten kunnen korte versterkingsvezels (tot 5 mm) als additief toegevoegd worden. Voor de verdere bespreking van deze techniek wordt verwezen naar rubriek 3.4.2. Verwerking van de composieten, c. gesloten mal technieken.

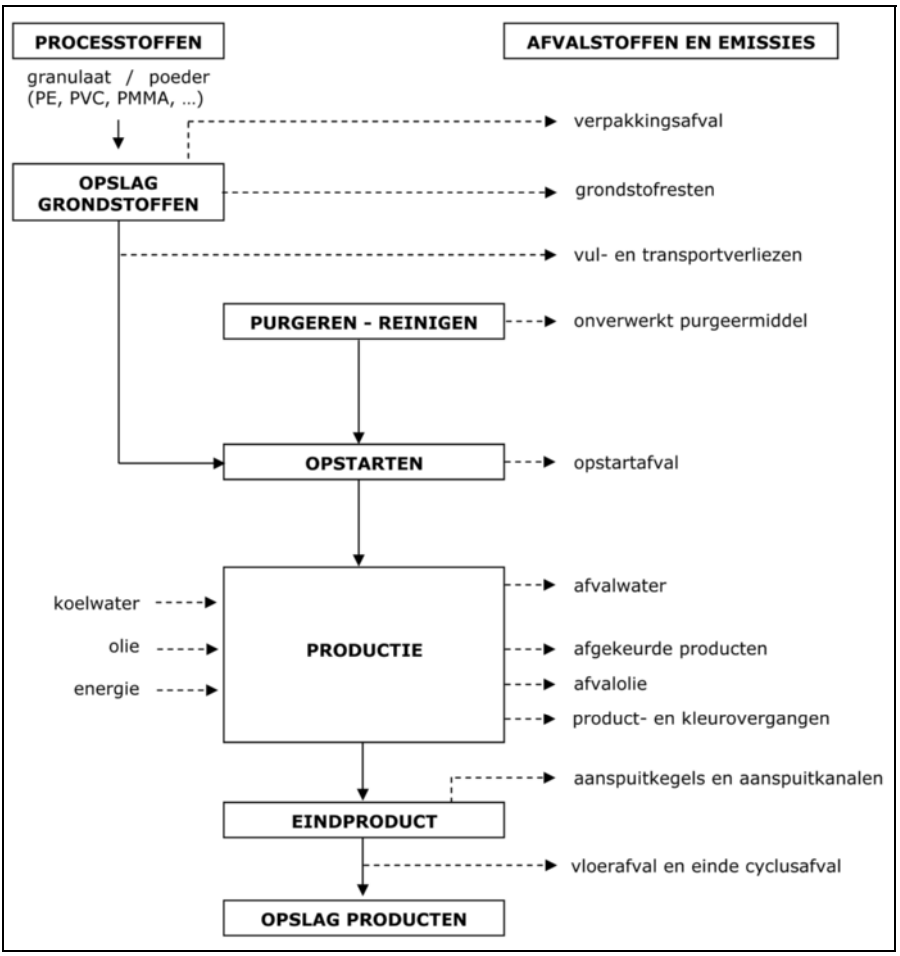
– extra's

- hot-runner
  Bij een gewone matrijs worden de aanspuitingen na of tijdens de ontmanteling van het product verwijderd. Hot-runner matrijzen voorkomen materiaalverlies in de vorm van aanspuitingen (zie ook Figuur 32, p. 85).
  Een hot-runner, die aan de spuitzijde van de matrijs wordt gemonteerd, kan men beschouwen als een verlengstuk van een spuitgietcilinder. Het hot-runnerblok wordt door middel van verwarmingselementen op de juiste bedrijfstemperatuur gehouden, die ongeveer overeen komt met de temperatuur van het gesmolten polymeer. De aanspuitingen worden gedurende de hele spuitcyclus vloeibaar gehouden, zodat er geen materiaalverlies optreedt.

- in mold labelling (IML)
  Deze techniek maakt gebruik van een etiket, d.i. een dunne kunststoffolie met teksten, foto's en/of figuren die op het eindproduct vermeld moeten worden. Het etiket wordt in de mal geplaatst voor deze gesloten wordt en het spuitgieten begint. Tijdens het spuitgieten smelt de folie samen met de kunststof die in de vorm gespoten wordt. Op het uitgeworpen product staan nu meteen de gewenste illustraties en teksten. Hierdoor hoeft de kunststofverwerker geen extra drukproces te installeren en kan hij toch een bedrukt product afleveren.

– milieuaspecten

In Figuur 39 wordt een processchema weergegeven van spuitgieten met de processtoffen en de milieuaspecten die eraan verbonden zijn (Presti, 1996).



Figuur 39: De milieuaspecten van het spuitgieten van thermoplasten (Presti, 1996).

De belangrijkste milieuaspecten zijn energieverbruik en het ontstaan van kunststof-reststromen.

Water

In het spuitgietproces worden de matrijs en het hydraulisch circuit met water gekoeld. Het water komt echter niet in contact met het verwerkte materiaal. De opwarming van het water is gering. Het bedraagt maximaal 10°C omdat het debiet steeds voldoende hoog gehouden wordt om een efficiënte afkoeling van het product te waarborgen. Vaak worden biociden toegevoegd die algengroei in het koelwatercircuit moeten tegengaan. Soms dient ook de legionellabacterie bestreden te worden.

Het waterverbruik tijdens het spuitgieten wordt geschat op ongeveer 10 m^3/jaar/ machine. Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Lucht

Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes of lossingsmiddelen kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen. Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.

Bij spuitgieten kunnen emissies vrijkomen bij de spuitneus, vanuit ontluchtingskanalen van de matrijs en bij het openen van de matrijs.

Ten opzichte van het extrusieproces zijn bij het spuitgieten volgende factoren belangrijk voor de emissies:

- vanwege de vereiste geringe smeltviscositeit wordt in het algemeen materiaal met een lagere gemiddelde moleculaire massa gebruikt;
- de verwerkingstemperaturen zijn vaak hoger;
- het is een meer gesloten procédé: pas na het afkoelen van het product wordt de matrijs geopend;
- er worden soms lossingsmiddelen gebruikt die gedeeltelijk vrijkomen bij het openen van de matrijs.

Het gebruik van lossingsmiddelen, meestal siliconenhoudend of op basis van teflon, kan geringe emissies veroorzaken. Een spuitbus met 300 g teflonspray is bij een zeer slecht lossend product voldoende voor 20 000 tot 30 000 producten met een gemiddeld gewicht van 100 g. Een schatting van de emissie van teflon- of siliconen druppeltjes die hierbij optreedt is ongeveer 100 µg/kg product; Het lossingsmiddel komt zowel in open lucht als op het product terecht.

Bij het reinigen van de installaties met oplosmiddelen ontstaan VOS-emissies.

Afval

Productie van belangrijke hoeveelheden afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, kunststof reststromen van aanspuitingen, startverliezen, afgekeurde producten, afvalolie, product- en kleurovergangen, en schoonmaak, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) van apparatuur.

– gevaarlijk afval:

Het gevaarlijk afval dat bij spuitgieten ontstaat, bestaat grotendeels uit verpakking van gevaarlijke stoffen, olie afkomstig van lekkage van machines (olie en olie-water-mengsel), alsmede uit poetsdoeken en adsorptiekorrels of -doeken die met olie vervuild zijn. Een andere belangrijke bron van gevaarlijk afval zijn restanten van grond- en vooral hulpstoffen.

– verpakkingsafval:

Volgens een enquête gehouden bij verschillende verwerkers bestaat het verpakkingsafval spuitgieters voornamelijk uit (Presti, 1996):

- LDPE zakken: 0-0,9 gew% van de verwerkte hoeveelheid
- karton en papier: geen specifieke range
- (houten) palletten: 0,3-5 gew% van de verwerkte hoeveelheid
- big-bags: geen specifieke range

Hogere percentages LDPE zakken en palletten komen voor bij kleinere verwerkers.

– productieafval:
Het percentage productie-uitval t.o.v. de verwerkte hoeveelheid bedraagt 1 à 10 gew% van de verwerkte hoeveelheid. Productie-uitval ontstaat ten gevolge van:
- opstarten en stoppen
- overgangen en purgeren
- aanspuitkegels en -kanalen
- afgekeurde producten.

De productiewisselingen zijn nog talrijker dan bij extrusie, maar de hoeveelheden productieafval die per spoelbeurt vrijkomen zijn kleiner. De belangrijkste afvalbronnen zijn echter de aanspuitkanalen en de eerste stukken die vrijkomen bij het op punt stellen van de productie. Bij het spuitgieten komt een vaste hoeveelheid afval vrij per gevormd product, namelijk de aanspuitingen.
De samenstelling van deze afvalstromen is over het algemeen goed gekend en dit materiaal kan gemakkelijk terug in het proces gebracht worden. 90 à 100% van het productie-uitval wordt intern gerecycleerd. De hoeveelheid die intern gerecycleerd wordt varieert van verwerker tot verwerker en is afhankelijk van:
- het productontwerp (moeilijk te spuitgieten producten geven meer uitval)
- de seriegrootte en productiewissels (bij kleine series moet men meer opstarten wat meer opstartuitval geeft)
- of het materiaal al dan niet intern te recycleren is
- matrijsontwerp

Andere redenen waarom verwerkers ervoor kiezen om niet al het productieafval te recycleren zijn:
- ISO gecertificeerde bedrijven herverwerken de eerste stukken van de productie niet in het kader van de kwaliteitszorg omdat hun samenstelling strikt beschouwd niet vaststaat en omdat deze eerste artikels soms bevuild zijn door olie of lossingsmiddelen; De hoeveelheid afval kan hierdoor oplopen tot 10 à 12% van de verwerkte hoeveelheid.
- Vaak is er maar een bepaald percentage gerecycleerd materiaal toegelaten in het product. Het kan gebeuren dat bij zeer kleine artikels het gewicht van de aanspuiting groter is dan het product zelf. Het is dan onmogelijk om dit materiaal terug in de eigen productie te brengen. Het wordt vaak verkocht aan secundaire verwerkers.
- Sommige toepassingen verbieden het gebruik van gerecycleerd materiaal, bv. omwille van strenge mechanische eigenschappen (bv. onderdelen van het blokkeringssysteem van veiligheidsgordels)

Ondanks deze beperkingen vermalen de meeste verwerkers toch de aanspuitingen. Het materiaal wordt dan gestockeerd, eventueel na een nieuwe compoundering, met het oog op hergebruik. Grote verwerkers hebben over het algemeen een kleiner percentage afval, zo'n 0,5 tot 1% van de productie, afhankelijk van de klant en de markt. De grote volumes laten immers de investering van hotrunner-matrijzen toe, waardoor de aanspuitingen worden vermeden. Het percentage afval bij onderaannemers situeert zich tussen de 8 en 10%.
Andere afvalstromen zijn afvalolie, afval van reinigingsactiviteiten en chemicaliën, waaronder oplosmiddelen.

Energie
De machines en randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt ook energie verbruikt voor koeling van het product, ventilatie, opwekking van perslucht en dergelijke.

Het energieverbruik is voor 90-95% elektrisch. Spuitgieten heeft een verbruik van 0,7 à 1,9 kWh/kg product vooral afhankelijk van de lengte van de spuitcyclus. Andere factoren zijn de verwerkingstemperatuur van het materiaal dat verwerkt wordt en het type machine (merk, geïnstalleerd vermogen, sluitkracht …).

Geluid
Geluid is afkomstig van maalmolens en compressoren. Soms kan ook het geluid van het verpompen van de kunststofkorrels van de voorraadsilo's naar de productiehal voor geluidshinder zorgen.

c. Thermovormen

Uitgaande van (geëxtrudeerde) halffabrikaten zoals een film (100 µm en minder) of platen (boven 100 µm) kan volgens deze vormgevingstechniek een nieuw driedimensioneel eindproduct gemaakt worden door het in- of uitdrukken van een vorm. Dit proces wordt vaak gebruikt voor het vervaardigen van verpakkingsproducten, maar ook voor het produceren van koetswerkonderdelen van auto's, boten e.d.

Figuur 40: Voorbeelden van producten geproduceerd via thermovormen

Sommige bedrijven vertrekken van een aangekochte plaat of film, anderen extruderen zelf de platen of film om deze daarna te thermovormen. Veelgebruikte materialen hiervoor zijn PS, PP, ABS, PVC, PET, PC, PMMA en allerlei co-polymeren. Het plaatmateriaal wordt in een oven of door infraroodstraling verhit, in een matrijs gevormd en daarin weer afgekoeld.

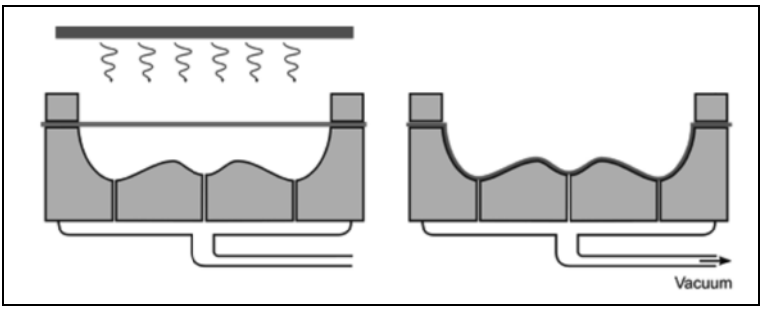
– principe

Het thermovormen kan ingedeeld worden in verschillende tijdsfasen:
– het laden van de plaat of film
  De film of plaat wordt eerst vastgeklemd aan een kader.

– het verwarmen
  Het materiaal wordt een zekere tijd opgewarmd tot een temperatuur waarbij de kunststof opnieuw verwerkbaar wordt. Deze temperatuur is afhankelijk van het soort kunststof en de dikte van de plaat, maar is situeert zich tussen 125 en 180°C. Het meest gebruikte opwarmsysteem is een "sandwich"-systeem, waarbij zowel de onder- als bovenkant van de plaat gelijktijdig verwarmd wordt. De opwarming gebeurt meestal elektrisch via stralingswarmte omdat het gemakkelijk en snel is. De stralingswarmte wordt meestal geleverd door IR-stralers. Het opwarmen moet zo uniform mogelijk gebeuren.

– het vormen
  Onder en boven de plaat of film wordt een beweegbare matrijs (een positieve en een negatieve) opgesteld. Door middel van druk wordt het materiaal tegen de wand van de mal wordt geperst. Het aandrukken van het verwarmd stuk kunststof kan op verschillende manieren gebeuren:
  - mechanisch: onder invloed van een mechanische kracht;
  - pneumatisch (overdruk): door perslucht in de matrijs te blazen;
  - via vacuüm (onderdruk): de lucht tussen de verwarmde plaat en de matrijs wordt weggezogen door kleine kanaaltjes waardoor het materiaal de vorm van de matrijs aanneemt;
  - combinatiemethoden: men kan bv. eerst mechanisch een folie over de matrijs trekken en vervolgens vacuüm zuigen.

  De meest toegepast techniek is vacuümvormen. Vaak worden ook combinaties van vacuüm met mechanische actie toegepast bij het aanbrengen van grote vervormingen. Persen wordt veel minder gebruikt.
  Bij het vormgeven kan zowel een positieve als negatieve mal gebruikt worden, afhankelijk van de zijde waar de toleranties en de detaillering het belangrijkste zijn.



Figuur 41: Schema van vacuümvormen (http://www.productionnavigator.nl).

– het afkoelen van de vorm
  De vormgegeven film of plaat wordt afgekoeld met gewone luchtkoeling, waterkoeling of met water en ethyleenglycol.

– het ontladen
  Tenslotte worden de producten losgesneden uit de film of plaat. De resterende boorden (geraamte van film of plaat) kunnen intern gerecycleerd worden.

– soorten thermovormen

Naast het gewone thermovormen bestaan er een aantal afgeleide technieken:

- Koud en warm persen (matched-mold forming):
  Hierbij wordt de grondstof (vaak halffabrikaat samen met eventuele versterkingsvezels) tussen twee helften van een matrijs gebracht. Het product wordt gevormd en hardt tevens uit in de matrijs. De druk wordt meestal geleverd door een pers bestaande uit twee vlakke platen, die door middel van hydraulische druk naar elkaar toe gedreven worden. In het eenvoudigste geval wordt één matrijshelft gevuld met de grondstof en wordt deze samengedrukt door de andere matrijshelft, waarbij het overtollige materiaal langs de wanden wegvloeit. In dit geval wordt van compressiepersen gesproken.
  Bij warm persen wordt de matrijs verwarmd tot circa 100°C-150°C. De persdruk bedraagt 20 tot 30 bar.
  Koud persen vindt plaats bij een druk van 0,5 tot 4 bar, zonder additionele temperatuursverhoging.

- Transferpersen
  Dit is een meer gecompliceerd type persen. Hier wordt de grondstof eerst in een pot gebracht en vandaar met behulp van een plunjer door kanalen in de matrijsholte geperst. Deze techniek lijkt op spuitgieten, hoewel slechts laagvisceuze massa's geperst kunnen worden.
  Perstechnieken worden toegepast op thermoplasten en thermoharders. Bij thermoplasten wordt de matrijs voor de uitharding gekoeld.

- Twin-sheet forming: hierbij worden gelijktijdig twee platen gevormd waardoor holle producten geproduceerd kunnen worden.

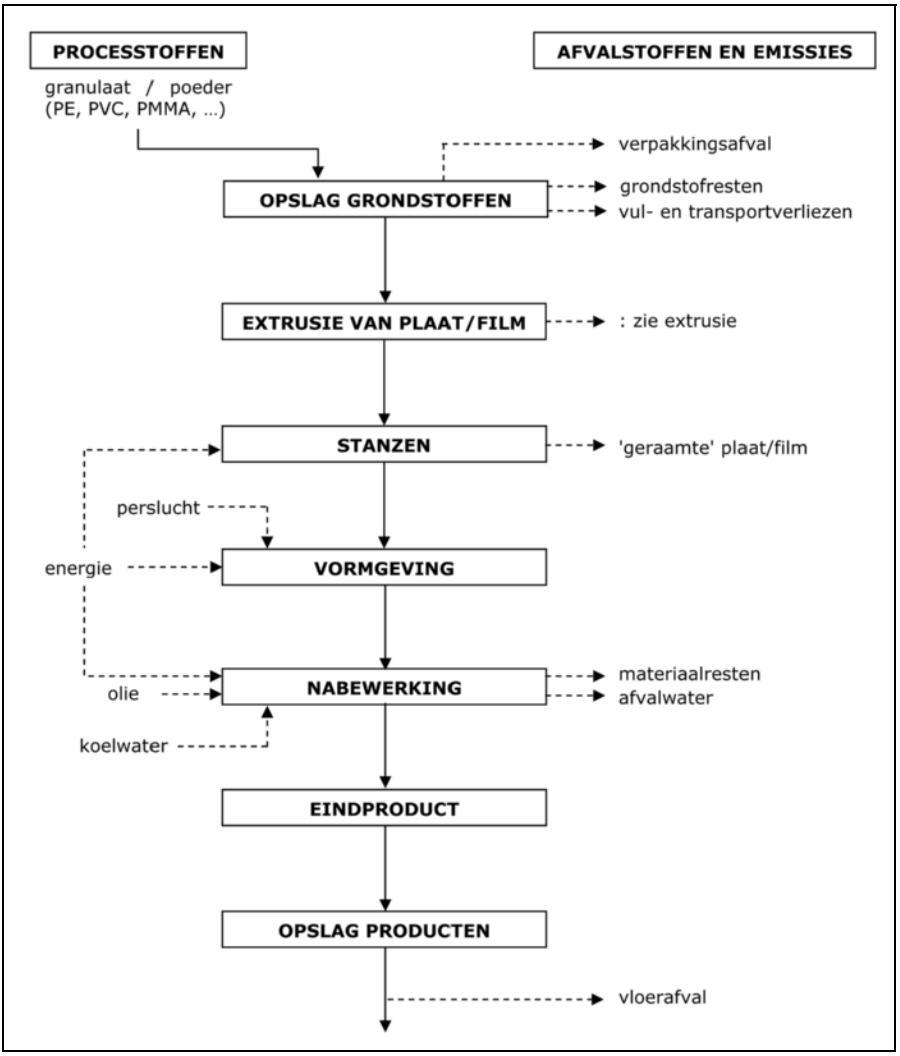
– milieuaspecten

In Figuur 42, p. 96, wordt een processchema weergegeven van thermovormen met de processtoffen en de milieuaspecten die eraan verbonden zijn.

De belangrijkste milieuaspecten bij thermovormen zijn energieverbruik en het ontstaan van kunstreststromen.

Water
Afvalwater kan ontstaan indien men water toepast voor productiekoeling.
Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Lucht
Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen. De verwerkingstemperatuur bij thermovormen is echter relatief laag en bijgevolg zijn de emissies beperkt.
Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.



Figuur 42: De milieuaspecten van het thermovormen

Afval

Verschillende afvalstromen treden op: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, materiaalresten, vloerafval, “geraamte” van plaat of film.

Het gevaarlijk afval dat bij thermovormen ontstaat bestaat grotendeels uit verpakkingen van gevaarlijke stoffen en eventueel uit olie afkomstig van lekkage van machines en het onderhoud van machines (afgewerkte olie).

Energie
De machines en de randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt energie verbruikt voor koeling van het product, ventilatie en opwekking van perslucht, eventueel stoom en dergelijke.

d. Kalanderen

Kalanderen is een continuproces waarbij de warme kunststof tussen rollen uitgewalst wordt, zodat een plaat of folie ontstaat.

Deze techniek wordt gehanteerd om elastische kunststof producten zoals vloerbekleding, kleding, flexibele dekzeilen, dakbedekking, film, platen of foliën te maken. Het is geschikt voor kunststoffen met een brede plasticiteitsrange en een hoge viscositeit in gesmolten toestand. Vanwege de specifieke materiaaleigenschappen worden hoofdzakelijk zacht-PVC (met name weekgemaakt PVC) en copolymeren van PVC via kalanderen tot folie verwerkt.

– principe van kalanderen

De kunststof wordt opgewarmd en onder druk tussen verwarmde, metalen rollen gebracht, zodat een vlak en flexibel product bekomen wordt met een uniforme dikte. Bij het verder afwikkelen over de volgende rollen kunnen reliëffiguren en oppervlakte afwerkingen aangebracht worden in het nog plastische materiaal. Tenslotte wordt de film over gekoelde rollen gevoerd en opgerold voor stockage.

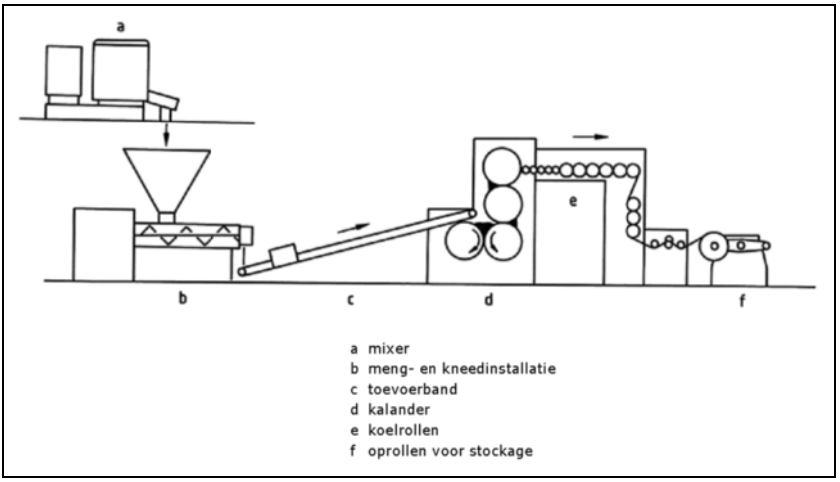
Het productieproces verloopt in verschillende fasen (zie Figuur 43, p. 98):
- de voorbereiding van de blend van grondstoffen in een mixer. Voor weekgemaakt PVC is het product een dry-blend, dit is een droog lopend poeder.
- homogenisatie en smelten onder invloed van warmte, wrijving en druk, waarbij de kunststofkorrels omgezet worden in een plastische massa;
- de visceuze massa wordt uitgerold op een toevoerband;
- filmvorming in de kalander bestaande uit 3 tot 5 grote, stalen knelrollen die meestal in een omgekeerde “L” vorm geconfigureerd zijn. De rollen worden met een olie-, heet water- of een stoominstallatie verwarmd tot 180-220°C, afhankelijk van het proces en het polymeermengsel. De opwarming moet uniform gebeuren.
- koelen over koelrollen en zijkanten afwerken met een afkantmachine. Eventueel wordt op verdere rollen nog een afwerking aangebracht zoals bedrukken, lamineren of aanbrengen van reliëf.
- oprollen.

Door kalanderen kan ook een laminaat gemaakt worden, door bv. een weefsel op de onderste kalanderrol in te voeren en deze te bekleden met kunststoflagen via de andere rollen (zie ook lamineren in 3.6.3.c).

– milieuaspecten

Hierna volgen enkel de milieuaspecten van het kalanderen op zich. Eventuele nabehandelingen kunnen eveneens milieu-effecten hebben, doch deze worden aangegeven bij de beschrijving van de betreffende processen.

Water
Afvalwater kan ontstaan indien men water toepast voor productiekoeling.



Figuur 43: Schema van kalandering van thermoplasten (Ullmann, 2003)

Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Lucht

Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen.

Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.

Volgens recente emissiemetingen bedraagt de emissie van de weekmaker bij het kalanderen 0,1-0,2%. Indien bij het kalanderen uitgegaan wordt van een weekmakergehalte van 25%, varieert de emissiefactor van 0,25 tot 0,5 g/kg zacht-PVC.

Het grootste deel, ongeveer 90%, van deze emissie kan opgevangen worden in een afgasreinigingssysteem. De geleide emissie kan dan verlaagd worden tot 0,01 tot 0,02% van de gebruikte weekmaker.

Afval

Productie van belangrijke hoeveelheden afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, kunststof reststromen van het afkanten, startverliezen, afgekeurde producten, overschot van pasta, afvalolie, schoonmaakafval, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) verbruikresten van apparatuur.

Indien het productieafval niet vervuild is, wordt het gerecycleerd. Er zijn installaties nodig die de kunststof shredderen en omzetten tot korrels die opnieuw verwerkt kunnen worden.

Energie

De machines en de randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt energie verbruikt voor ventilatie en koeling.

e. Coaten

Bij het coatingproces wordt de kunststof in een laag aangebracht op een substraat, vb. een vlies van glasvezel of een polyestervilt.

Deze techniek wordt gebruikt om elastische kunststof producten zoals vloerbekleding, kleding, flexibele dekzeilen, dakbedekking, film, platen of foliën te maken. De techniek is, net als kalanderen, geschikt voor kunststoffen met een brede plasticiteitsrange en een hoge viscositeit in gesmolten toestand. Vanwege de specifieke materiaaleigenschappen worden vrijwel alleen PVC (met name weekgemaakt PVC) en PU en copolymeren van PVC via coating verwerkt.

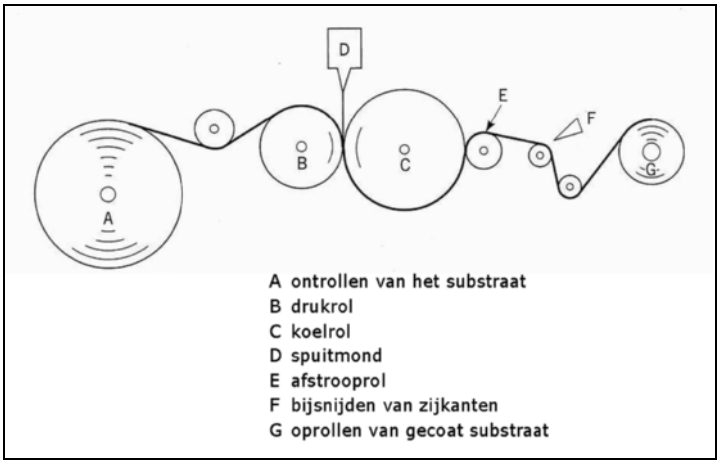
Figuur 44: Voorbeelden van producten geproduceerd via coaten

– principe van coaten

Coaten, soms ook strijken genoemd is het aanbrengen van één of meer lagen van een polymere coating op een substraat van bijvoorbeeld karton, papier, glasvezel, polyester, aluminium of kunststof.

De kunststof kan op verschillende manieren in vloeibare toestand verwerkt worden: ofwel wordt via spleetextrusie een dunne folie/film geëxtrudeerd ofwel wordt weekmaker toegevoegd aan de kunststof waardoor deze bij omgevingstemperatuur in pastavorm over een (met substraat bedekte) rol gegoten kan worden.

- Extrusie-coaten:
  Via spleetextrusie wordt een dunne folie geëxtrudeerd die in plastische toestand met drukrollen tegen bv. een papierbaan wordt geperst. Hiermee worden onder meer zogenaamde plastisolen (PVC-poeder gedispergeerd in weekmaker) op een dragermateriaal verwerkt (cf. Figuur 45, p. 100).



Figuur 45: Extrusie coating (Kirk-Othmer, 1996)

- Strijken
  Bij het strijken wordt de kunststof in een pastavormige laag uitgesmeerd op een substraat. Terwijl het substraat (papier, glasvlies, polyester, textiel, …) over een rol geleid wordt, wordt de pastavormige kunststof erover gegoten en opengespreid. Een rakel schraapt de pasta af en geeft de laag de gewenste dikte. Ook hiermee worden onder meer plastisolen (PVC-poeder gedispergeerd in weekmaker) op een dragermateriaal aangebracht.
  Als voorbeeld van een coatingproces wordt vervolgens het productieproces voor PVC-vloerbekleding beschreven. Dit verloopt in volgende fasen:
  - de voorbereiding van de blend met de grondstoffen en additieven in een gesloten menger. De homogenisatie gebeurt bij kamertemperatuur en er ontstaat een suspensie van PVC in weekmaker. Het product is een visceuze pasta met PVC, vulstof, weekmaker, stabilisatoren, verdunners, pigmenten en eventueel blaasmiddel;
  - de visceuze massa wordt uitgegoten op een rol waarover het substaat (een glasvezelvlies of polyestervilt) is gespannen. Het substraat wordt geïmpregneerd met de kunststof. Daarna vindt een matige opwarming (150°C-160°C) plaats waardoor de pasta plastisch wordt, maar nog niet volledig geleert;
  - in een volgende fase wordt een tweede pastalaag aangebracht die eventueel pigment en een kleine hoeveelheid blaasmiddel bevat. Opnieuw wordt matig opgewarmd, maar de ontbindingstemperatuur van het chemische blaasmiddel wordt niet overschreden, zodat de schuimvorming nog niet optreedt.
  - vervolgens wordt via diepdruk (zie 3.6.2.a) een kleurpatroon op het oppervlak aangebracht. Daarnaast kan door het aanbrengen van een inhibitor de ontbindingstemperatuur van het blaasmiddel in de onderliggende laag plaatselijk verhoogd worden. Hierdoor is het mogelijk extra reliëf in het patroon te creëren.
  - nadien wordt nog een bijkomende PVC-pasta laag aangebracht zonder pigmenten of vulmiddel die na uitharden transparant is en de print zal beschermen.
  - aan de onderkant (d.i. de kant waar het substaat nog onbehandeld is) wordt eveneens een PVC-laag aangebracht met een chemisch blaasmiddel, die later een schuim zal vormen.
  - uiteindelijk wordt dit alles enkele minuten in een oven opgewarmd (tot 180°C-195°C), zodat de PVC-pasta volledig kan geleren en het blaasmiddel kan ontbinden. De week-

maker migreert in de PVC-korrels en deze vallen vervolgens uiteen. De polymeerketens ontrollen en vormen een gel die bij koelen vast wordt.
  – nadien wordt gekoeld over koelrollen. Eventueel kan nog een reliëf aangebracht worden door de coating licht op te warmen en over een gestructureerde rol te leiden (embossing).
  – het is bovendien mogelijk om nog een laklaag aan te brengen om het oppervlak nog betere eigenschappen te geven (bv. onderhoudsvriendelijker).

- Dip-coating:
  Hierbij wordt een verwarmde mal in een reservoir met PVC-pasta gedompeld. Bij het verwijderen van de mal zal een gedeeltelijke gelering optreden aan het oppervlak. Een verdere uitharding zorgt ervoor dat een afdruk van de mal in PVC ontstaat. Deze techniek kan gebruikt worden om bv. plastic handschoenen te produceren.

– milieuaspecten

Hierna volgen enkel de milieuaspecten van het coaten op zich. Eventuele nabehandelingen kunnen eveneens milieu-effecten hebben, doch deze worden aangegeven bij de beschrijving van de betreffende processen.

Water
Afvalwater kan ontstaan indien men water toepast voor productiekoeling.
Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Lucht
Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen.
Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.
Na het aanbrengen van elke laag PVC-pasta treedt een gedeeltelijke gelering op waarbij slechts kleine hoeveelheden weekmaker en verdunner geëmitteerd worden. Pas bij de oven waar de volledige gelering plaatsvindt op hogere temperatuur treedt het grootste deel van de emissie van verdunner en weekmaker op.

Afval
Productie van belangrijke hoeveelheden afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, kunststof reststromen, startverliezen, afgekeurde producten, overschot van pasta, afvalolie, schoonmaakafval, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) verbruikresten van apparatuur.
Indien het productieafval niet vervuild is, wordt het gerecycleerd. Er zijn installaties nodig die de kunststof shredderen en omzetten tot korrels die opnieuw verwerkt kunnen worden.
Bij het coaten van een substraat (zoals bij PVC-vloerbedekking) kan het productieafval niet opnieuw ingezet worden in de productie omwille van de aanwezigheid van substraat en uitgeharde PVC. Eventueel kunnen ook drukinkten en lakken in het PVC-afval aanwezig zijn.

Energie

De machines en de randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt energie verbruikt voor koeling.

f. Gieten

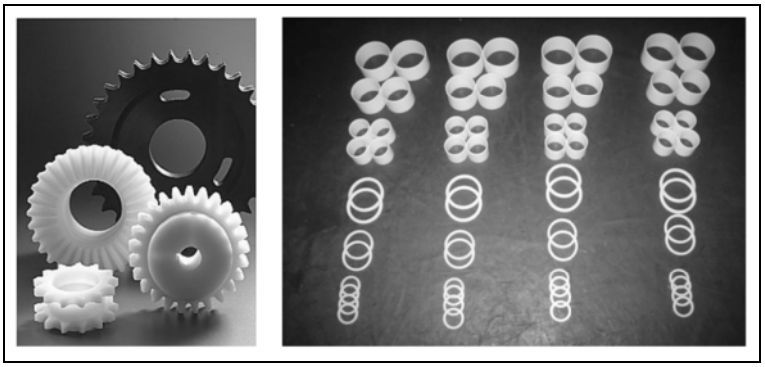
Gieten verwijst enerzijds naar een batch proces voor het vormen van holle voorwerpen door de vloeibare kunststof te laten stollen in een bewegende matrijs. Zo wordt bij centrifugaalgieten een poedervormige materie tot smelten wordt gebracht en over het binnenste oppervlak van een matrijs uitgespreid.

Anderzijds kan continu gegoten worden wanneer een vloeistof – dit kan een gesmolten kunststof of een oplossing van de kunststof in een solvent zijn – over een bewegende band gegoten wordt of neergeslagen wordt in een bad. Nadien verdampt het solvent of slaat de kunststof neer in het bad. Een filmlaag blijft over.

– principe van centrifugaalgieten

Centrifugaal gieten is gebaseerd op de centrifugale of middelpuntvliedende kracht en hoge rotatiesnelheid.

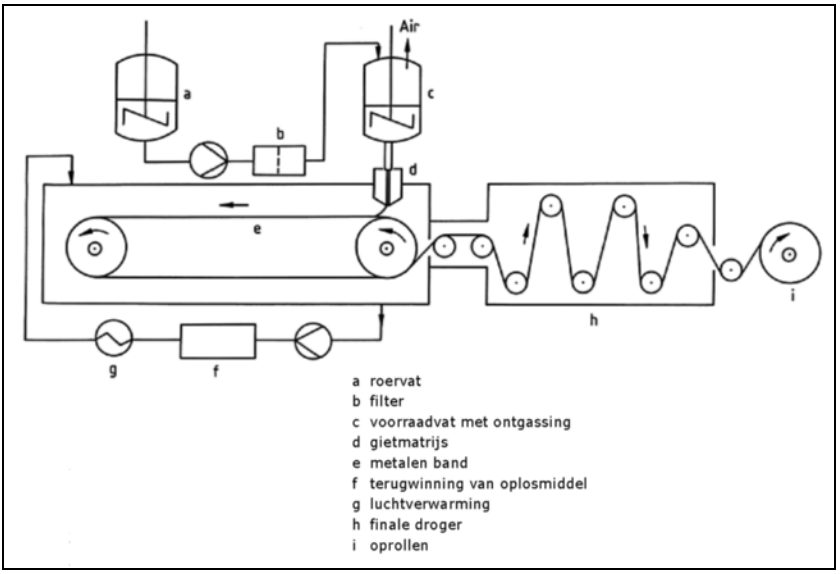
De eenvoudigste vorm van centrifugaalgieten bestaat uit het verwarmen van de benodigde hoeveelheid kunststof in een horizontale roterende buis tot het materiaal gesmolten is. Vervolgens wordt de buis, nog steeds draaiend, gekoeld. Om het tijdrovende smelten beter en sneller te laten plaatsvinden, vult men de gietapparaten meestal met gesmolten materiaal, afkomstig van een extruder. Omdat de centrifugaalkracht werkt en het koelen of hard worden vanaf de wand begint, kan men hiermee producten met een vrij grote wanddikte vormen zonder gevaar voor luchtinsluiting. Volgens dit proces maakt men lagerbussen, tandwielen en dergelijke.



Figuur 46: Voorbeelden van tandwielen en lagerbussen geproduceerd via centrifugaalgieten

– principe van solventgieten

Alleen laag-visceuze vloeistoffen of oplossingen van kunststoffen kunnen worden gegoten. Daarom wordt de kunststof meestal eerst opgelost in een gepast solvent. De oplossing wordt vervolgens door een opening geperst en komt terecht op een bewegende band of in een bewegend vat. De oplossing kan ook in een bad gebracht worden waarin de kunststof onoplosbaar is en neerslaat.



Figuur 47: Gieten van een oplossing op een eindeloze band (Ullmann, 2003)

Het gieten van oplossingen gebeurt in drie fasen:

– voorbereiding van de gietoplossing;
  De kunststof wordt via roeren opgelost in een laagkokend oplosmiddel in een vat. De visceuze oplossing wordt door een filter geperst en komt vervolgens in een voorraadvat dat ontgast kan worden.
– filmvorming op een bewegend oppervlak (in een vat of op een eindeloze band) of neerslag in een bad;
  De oplossing wordt onder druk door een opening geduwd en komt in een roterend vat, op een bewegende band of in een bad terecht.
– verwijderen van het solvent.
  In het geval van een bewegende band wordt de film gedroogd door een tegenstroom van warme lucht. De film wordt verder gedroogd en opgerold. De karakteristieke dikte van filmen die op deze wijze geproduceerd worden, is 15-250 µm.

In sommige gevallen wordt de polymeeroplossing uitgegoten in een vloeistofbad, waarin het oplosmiddel wel oplost, maar het polymeer niet. Hierdoor coaguleert het polymeer tot een gelfilm met een microporeuze structuur. Dit proces wordt gebruikt om membranen te maken.

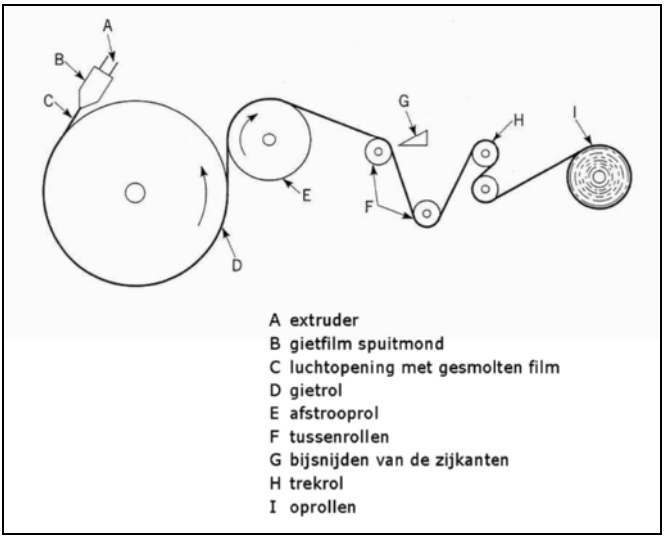
Deze technieken worden gebruikt voor de productie van films van cellulose acetaat, PC en polyimide. Figuur 47 is een voorbeeld van het gieten op een bewegende band. Deze is geschikt voor het produceren van cellulose acetaat film.

– andere gietprocessen

- Gietproces met polymerisatie van thermoplasten:
  Polyacrylaatplaat (PMMA) kan geproduceerd worden door het monomeer tussen twee glasplaten te laten polymeriseren. Het is ook mogelijk door een monomeer-polymeer-katalysator mengsel over een roestvrije band te laten lopen tot de polymerisatie volledig is.

- Gietproces met polymerisatie van thermoharders:
  De producten die men hiervoor het meest gebruikt zijn: fenolformaldehyde (PF), polyester (UP) en epoxyhars (EP).
  De voorwerpen worden gemaakt door in een matrijs vloeibaar hars te gieten. Vervolgens laat men de hars zonder enige druk – al of niet bij verhoogde temperatuur –doorharden. Tijdens het gieten mogen geen luchtbellen ingesloten worden.

- Gietfilm
  De kunststof wordt geëxtrudeerd door een smalle spleet en komt daarna op een gekoelde gietrol terecht



Figuur 48: Extrusie van een gegoten film (Kirk-Othmer, 1996)

– milieuaspecten

Water
Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

Lucht
Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen. Indien men solventgieten toepast kunnen VOS-emissies van oplosmiddelen optreden.
Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.

Bij het geleren van week PVC kan weekmaker vrijkomen. Afhankelijk van de toegepaste weekmaker kan de emissie bij centrifugaalgieten 2 tot 5% van het weekmakeraandeel bedragen.

Afval
Productie van belangrijke hoeveelheden afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, kunststof reststromen, startverliezen, afgekeurde producten, afvalolie, product- en kleurovergangen, en schoonmaak, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) van apparatuur. Indien het productieafval niet vervuild is, wordt het gerecycleerd. Er zijn installaties nodig die de kunststof shredderen en omzetten tot korrels die opnieuw verwerkt kunnen worden.

Energie
De machines en de randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt energie verbruikt voor de opwarming, ventilatie en verdamping.

g. Rotatievormen

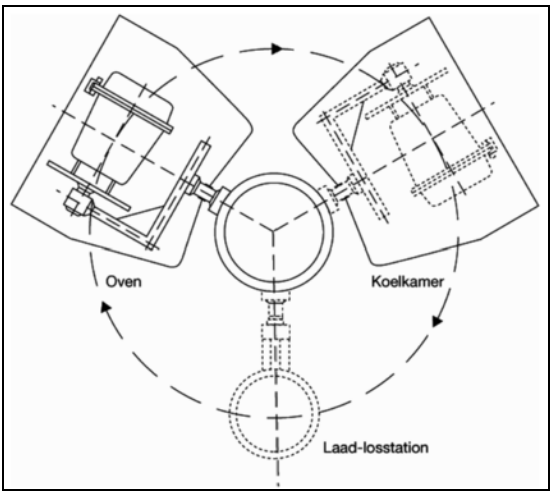
Bij rotatievormen wordt een kunststof in een matrijs gebracht en over het binnenste oppervlak van een matrijs uitgespreid.

– principe

Rotatievormen is gebaseerd op de werking van de zwaartekracht en een lage rotatiesnelheid.

Bij rotatievormen wordt een hoeveelheid kunststof in de vorm van een fijn poeder, vloeistof of pasta (zoals voor PVC) in een aluminium matrijs gebracht die opgewarmd wordt in een oven en geroteerd wordt aan een lage snelheid. Hierbij draait de matrijs langzaam rond twee assen die loodrecht op elkaar staan (zie Figuur 49). Het poeder sintert en smelt, waardoor de binnenkant van de matrijs gecoat wordt. Na koelen van de matrijs met water, wordt het product vast en kan het verwijderd worden. Dit proces heeft niets te maken met centrifugaalkrachten, maar enkel met zwaartekracht.

De grootste afmeting van het product kan wel 5 meter bedragen. Rotatievormen wordt toegepast voor de productie van kleine tot zeer grote holle voorwerpen, zoals poppen, ballen en watertanks. De gebruikte materialen zijn voornamelijk PE en PVC.



Figuur 49: Schema van de rotatievormmachine (Handboek Milieuvergunningen)

– milieuaspecten

Water
Afvalwater kan ook ontstaan indien de productieruimten nat gereinigd worden. In dat geval kan emissie van olie (lekkage machines) naar water optreden.

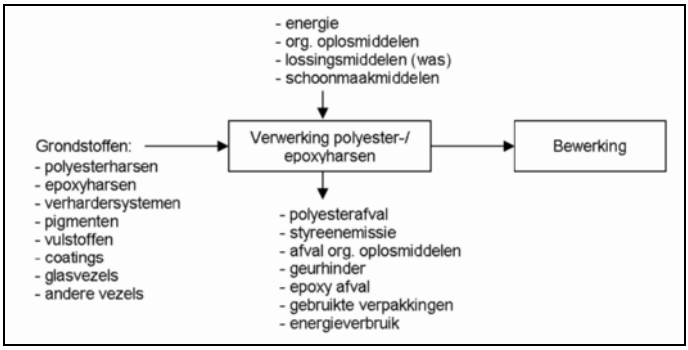
Lucht
Bij de opwarming van de grondstof kunnen vluchtige componenten ontsnappen, bv. monomeerresten, weekmakers, afbraakproducten van polymeren of additieven die onder invloed van temperatuur ontbinden. Ook stofdeeltjes kunnen geëmitteerd worden. Het is een algemene tendens dat de emissies toenemen bij hogere verwerkingstemperaturen.
Verder zijn de emissies ook afhankelijk van kunststofkenmerken zoals het soort kunststof, de additieven, de aanwezigheid van gerecycleerd materiaal, en dergelijke. In 3.8. worden emissiefactoren voor verschillende soorten kunststoffen aangegeven.
Bij het geleren van week PVC kan weekmaker vrijkomen. Rotatievormen is een gesloten proces, waarbij de weekmakeremissie veel lager is dan bij de gietprocessen. Naar schatting komt 0,1 tot 0,2% van de weekmaker bij de verwerking vrij.

Afval
Productie van belangrijke hoeveelheden afvalstoffen: verpakkingsafval, grondstofresten, vul- en transportverliezen, kunststof reststromen, startverliezen, afgekeurde producten, afvalolie, product- en kleurovergangen, en schoonmaak, vloerafval (opveegsel in de productieruimte, lekken in het hydraulisch circuit of koelcircuit, productie-uitval op de grond, e.d.) van apparatuur. Indien het productieafval niet vervuild is, wordt het gerecycleerd. Er zijn installaties nodig die de kunststof shredderen en omzetten tot korrels die opnieuw verwerkt kunnen worden.

Energie
De machines en de randapparatuur verbruiken het merendeel van de energie. Daarnaast wordt energie verbruikt voor de opwarming, ventilatie en verdamping.

3.4.2. Verwerking van composieten

Composieten kunnen vervaardigd worden op basis van thermoplasten, thermoharders of schuimen zie 3.2.1 a en b). De verwerking van composieten op basis van thermoharders wordt schematisch weergegeven in Figuur 50. De productie van thermoharders wordt besproken in 3.2.1. (b. thermoharders).



Figuur 50: De verwerking van composieten (InfoMil, 2002)

– Principe van verwerking van composieten

Om hun sterkte en stijfheid op te voeren, kunnen kunststoffen (zowel thermoplasten als thermoharders) van een versterking voorzien worden zodat ze kunnen ingezet worden in toepassingen waarvoor ze anders ontoereikend zouden zijn. Deze samengestelde materialen worden vezelversterkte kunststoffen of composieten genoemd. De composieten zijn opgebouwd uit een thermohardend hars of een thermoplastisch materiaal, dat dienst doet als matrix, en een vezelmateriaal. De matrix zorgt voor de samenhang en de spanningsoverdracht. De dragende functie wordt vrijwel geheel door de versterkingsvezels overgenomen.

Voor de productie van composieten worden de grondstoffen onder hars-, poeder- of granulaatvorm eventueel samen met een versterkingsmateriaal (vezel, mat, non woven of roving) verwerkt tot eindproducten en/of halfafgewerkte producten. Vormgeving en versterking hoeven niet in éénzelfde proces te gebeuren. Bij sommige composiet productieprocessen produceert men door middel van thermovormen, rotatiegieten, of andere processen eerst een voorproduct ("liner" genaamd) uit thermoplastische kunststof, dat daarna uitwendig versterkt wordt met hars en glasvezel. Dit kan bijv. het geval zijn bij de productie van buizen, tanks voor drinkwater, badkuipen en douches, enz.

Veelal worden ook hier nog additieven en hulpstoffen toegevoegd die aan het materiaal bijkomende eigenschappen geven: bv. prestaties verbeteren, kosten verlagen (bv vulstoffen), pigmenten om te kleuren, UV-absorbers om weerstand tegen zonnestralen te verhogen, brandvertragende middelen, enz.

De meest voorkomende typen versterkingsvezels zijn:
- glasvezel: relatief goedkoop en hoge sterkte maar lage stijfheid
- koolstofvezel: hoge specifieke sterkte en stijfheid maar vrij bros en erg duur
- aramidevezel[20]: relatief stijf, goed bestand tegen impact, maar lage druksterkte en duur.

De vezels zijn in verschillende vormen leverbaar en bruikbaar:
- roving: dit zijn bundels van een groot aantal monofilamenten, die aan elkaar gekit zijn met een binder. De aldus gevormde strengen worden op een koker gewikkeld tot een bobijn;
- glasmat: dit is een vlak, niet geweven product, verkregen door afgesneden filamenten. Ze worden vervaardigd door een aantal snijmachines waarin filamentgarens of rovings gesneden worden op een lengte van meestal 25 tot 50 mm. Onder deze snijmachines loopt een transportband waar de vezel gelijkmatig verdeeld op terecht komt. Vervolgens wordt een bindmiddel in de vezellaag aangebracht waarna het geheel de oven in gaat. Na afkoeling ontstaat een mat waarvan de vezels aan elkaar gekit zijn in willekeurige richtingen. Het bindmiddel is oplosbaar in het hars;
- continu matten: hierin wordt het filament niet gekapt; Er ontstaat dan een glasvezelmat met continufilamenten. Het bindmiddel om de filamenten bij elkaar te houden is niet oplosbaar in het hars;
- weefsels: deze worden verkregen door het weven van garens en rovings. Er bestaan verschillende patronen;
- unidirectionele wapening: deze wordt vervaardigd door het weven van rovings zodat het versterkingsmateriaal hoofdzakelijk in één richting ligt, waardoor een zeer grote sterkte in één richting bekomen wordt.

[20] Aramide is een aromatisch polyamide dat veelal met zijn merknaam Kevlar wordt aangeduid.

Men kan ook driedimensionele structuren maken of verschillende soorten vezels combineren. Een mengsel van koolstof- en glasvezel bv. heeft een hogere sterkte dan glasvezel alleen en is goedkoper dan zuiver koolstofvezel. Deze mengsels noemt men hybrides.

– *Verwerkingstechnieken*

Omwille van het onmiddellijk uitharden van de kunststof en/of het toevoegen van versterkingsvezels wijken de verwerkingstechnieken sterk af van deze van de thermoplasten. Bovendien speelt de opwarming en koeling geen belangrijke rol meer voor de vormgeving van composieten.

De specifieke verwerkingstechnieken van composieten kunnen onderverdeeld worden in:
– manuele “open mal” technieken, vb. handlamineren (hand lay-up) en manueel vezelspuiten (spray up);
– gemechaniseerde productietechnieken, vb. wikkelen, gerobotiseerd vezelspuiten, enz;
– “gesloten mal”-technieken, SMC verwerking, RTM, R-RIM, enz.

Al deze technieken kunnen toegepast worden met thermohardende kunststoffen. Ook aan thermoplasten kunnen versterkingsvezels toegevoegd worden. Hiervoor zijn de meest gangbare processen: spuitgieten en extrusie met korte versterkingsvezels (tot 5 mm), Long Fiber Thermoplastics (LFT) of Glass Mat Thermoplastics (GMT) met vezels tot 10 mm en Advanced Thermoplastic Composites ATC door middel van persen (compression) met lange vezels.

Thermoharders worden soms in een oven nagehard (postcuring) indien vereist door de toepassing (bv. lucht- en ruimtevaart) of de wetgeving (bv. producten voor drinkwatercontact, contact met voedingswaren, en dergelijke).

Figuur 51: Voorbeeld van een composiet product(http://www.etapyachting.com)

a. Open mal technieken

– *principe*

Bij deze technieken wordt een open mal in de vorm van het te maken product gebruikt. De kunststof wordt in verschillende lagen in open mal aangebracht in combinatie met de vezels. Polyesterproducten worden ook soms gemaakt op een ondergrond die deel uitmaakt van het product.

Deze techniek wordt voornamelijk gebruikt voor kleine reeksen van grote producten (2 m³ en meer).

Bij open mal technieken wordt weinig of geen druk aangebracht gedurende het uitharden. De vernettingsreactie gebeurt meestal bij kamertemperatuur of lichtjes hogere temperatuur. Tijdens de uitharding blijft één zijde in open verbinding met de omgevingslucht.

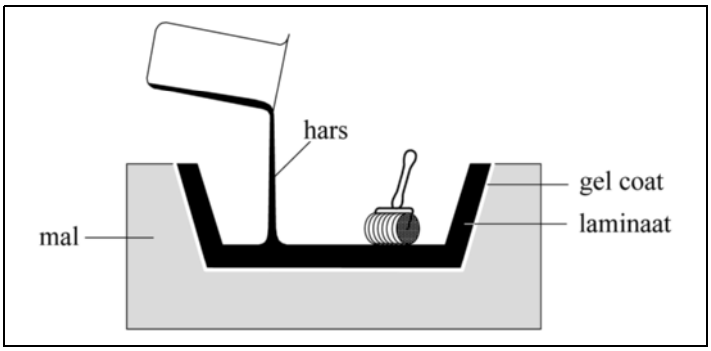
Verschillende open mal technieken zijn hierbij mogelijk.

– *handlamineren (of hand-lay-up)*

Hier vindt de vormgeving plaats bij kamertemperatuur en atmosferische druk. De techniek is zowel voor epoxyhars als voor hars van onverzadigd polyester toepasbaar in combinatie met allerlei soorten vezelversterking. De methode kan enkel geschikt voor stukken met slechts één gladde zijde. De kwaliteit van de andere zijde hangt af van de structuur van de gebruikte versterking.

Na ontvetten met een organisch oplosmiddel (dichloormethaan, aceton) wordt de mal voor ieder gelijkvormig product opnieuw gebruikt. De mal kan positief of negatief zijn en de vormstukken hebben meestal één gladde zijde, de malzijde, en één ruwe zijde.

De productie verloopt als volgt:
- Eerst wordt een laag lossingsmiddel (meestal van was) op de mal aangebracht waardoor het uitgeharde product makkelijker uit de mal losgaat.
- Dan brengt men een gelcoat aan op de mal, d.i. een dunne gepigmenteerde harslaag, die de zichtzijde van het product bepaalt. Buiten het optisch aspect moet de gelcoat het product beschermen tegen de gebruiksomstandigheden en de inwerking van vocht, zonlicht, chemische stoffen en dergelijke. De gelcoat bepaalt de levensduur van het product.
- Wanneer de gelcoat voldoende droog is, wordt een wapeningslaag aangebracht, bestaande uit losse korte vezels, los ineengedraaide vezels, gehakte strengen, glasroving, glasmat of een ander weefsel. De vezels worden met hars geïmpregneerden. Door kloppen en rollen wordt de vezelstructuur verzadigd met hars en wordt de ingesloten lucht verwijderd.
- Een tweede wapeningslaag en een harslaag worden aangebracht.



Figuur 52: Schema van handlamineren (http://www.productionnavigator.nl)

Deze handelingen worden herhaald tot de gewenste eigenschappen en materiaaldikte bereikt zijn.

De laminaatzijde van het product heeft nog een tamelijk ruw oppervlak waarin nog duidelijk de structuur van het versterkingsmateriaal te zien is. Om het oppervlak min of meer glad af te werken en het product te beschermen tegen de gebruiksomstandigheden kan een topcoat aangebracht worden. Diverse soorten harsen worden gebruikt zoals onverzadigde, verzadigde harsen en gel- en topcoats. Vooral de afdichting tegen vocht en vloeistoffen is daarbij belangrijk.

Na het uitharden wordt het product uit de mal gelost en eventueel nabewerkt.

Figuur 53: Handlamineren

De totale doorharding van het product zal bij kamertemperatuur nog verschillende weken duren. Om deze tijd te verkorten kan er nagehard worden bij hoge temperatuur.

Het voordeel van deze methode is dat geen speciale uitrusting en dus weinig investeringen nodig zijn. De methode is echter arbeidsintensief en leidt tot wisselende resultaten. De kwaliteit van het product is veelal afhankelijk van de ervaring van de verwerker. De methode wordt daarom vooral gebruikt voor prototypes of voor kleine series.

– *vezelspuiten (of spray-up)*

Dit is een semi-gemechaniseerde vorm van handlamineren.

Figuur 54: Het aanbrengen van de gelcoat (http://www.etapyachting.com)

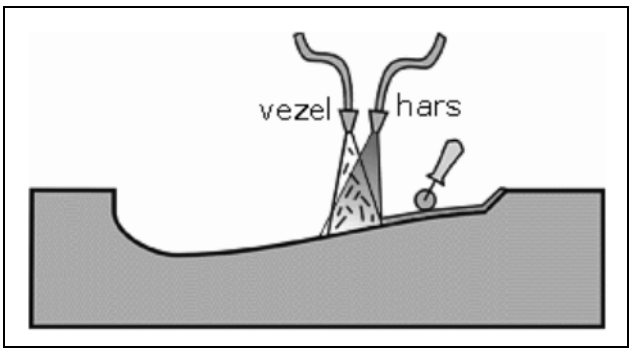
Hierbij wordt de vernevelde hars met gelijktijdig versneden vezels direct op de mal gespoten met een spuitpistool (zie Figuur 55). Het wapeningsmateriaal wordt in de vorm van rovings door een snijapparaat gevoerd en op de gewenste vezellengte gesneden. Het snijapparaat en de harssproeikop vormen meestal één geheel. De gesneden roving wordt in de harsstraal geslingerd en meegevoerd.

Er bestaan verschillende soorten spuitpistolen, bijv. pistolen met interne vermenging van hars en verharder, en andere pistolen waar de verharder extern in de harsstraal wordt gebracht. Milieu technisch is een spuitpistool met inwendige vermenging beter daar dan de werkdruk veel lager is wat een veel lagere emissie betekent .

Vezelspuiten kan manueel (bij kleine niet repetitieve reeksen), en gerobotiseerd (bij grotere reeksen). Robotisatie laat vooral bij grotere en /of repititieve reeksen toe het proces optimaal te regelen niet alleen met het oog op productkwaliteit, doch ook met het oog op minimalisatie van afval en emissies. Gemechaniseerde technieken vallen dus ook milieu-technisch in een andere categorie.

Figuur 55: Gelijktijdig spuiten van hars en roving bij vezelspuiten (http://www.etapyachting.com)

Door middel van kwasten en rollers wordt het materiaal verdicht en ontlucht. Dit procédé wordt herhaald tot de gewenste eigenschappen en materiaaldikte zijn bereikt. Nadat het hars voldoende is uitgehard, wordt het vormstuk van de mal gelost en zonodig nabewerkt.



Figuur 56: Schema vezelspuiten (http://www.productionnavigator.nl)

De kwaliteit van het verkregen laminaat is ongeveer gelijk aan het handlamineren; Verspuiten biedt economische voordelen bij grotere series of bij het vervaardigen van zeer grote oppervlakken, daar de methode minder arbeidsintensief is. Een nadeel is dat de oriëntatie van de vezels onmogelijk is.

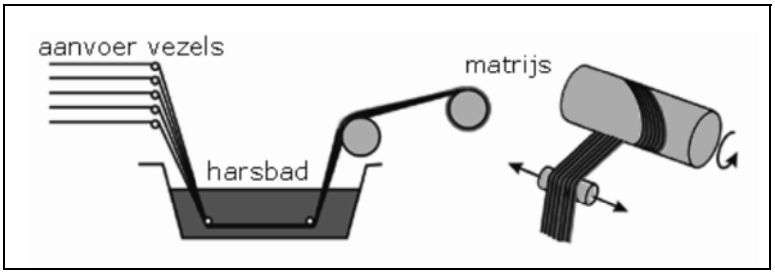
b. Gemechaniseerde technieken

– principe

Deze technieken hebben als kenmerk dat ze volledig geautomatiseerd kunnen worden zodat geen tussenkomst van personeel vereist is. Zodoende kunnen de installaties in afgesloten ruimten geplaatst worden.

– wikkelen

Deze techniek wordt toegepast voor het maken van holle cilindrische producten met een hoge sterkte en een laag gewicht, zoals buizen, tanks en drukvaten. Wikkelen kan slechts wanneer de grootte van de mal en van het te produceren eindproduct het gebruik van deze techniek toelaten.



Figuur 57: Schema van wikkelen (http://www.productionnavigator.nl)

Met een draaibanksysteem of via elektronische besturing wordt een met thermohardende hars doordrenkte glasvezelbundel (glas, grafiet of dergelijke) volgens een bepaald patroon om een cilindrische mal gewikkeld. Als versterkingsmateriaal wordt meestal roving toegepast, maar stroken geweven band of vezelmatten zijn ook mogelijk.

Figuur 58: Wikkelen van kunststof met vezelversterking (http://www.filamentwinders.com)

Het aantal wikkelingen bepaalt de wanddikte. Tijdens het wikkelen worden de vezelbundels onder spanning gehouden, waardoor men van een soort drukprocédé kan spreken tijdens de uitharding. Wanneer de mal voldoende omwikkeld is, wordt deze soms in een autoclaaf of een oven geplaatst, om onder gecontroleerde condities uit te harden.

De wikkelkern kan deel uitmaken van het gevormde product of na uitharding van de kunststof verwijderd worden. De wikkelkern moet voldoende stevig zijn en een glad oppervlak bezitten. Materialen die hiervoor gebruikt worden zijn: metaal, kunststof, keramiek en dergelijke.

Het nadeel van deze methode is dat enkel omwentelingslichamen gemaakt kunnen worden. Maar er is wel een grote variatie in lengte en diameter mogelijk. De afmetingen van de eindproducten die een bedrijf kan maken, zijn beperkt door de mallen waarover het bedrijf beschikt. Het handwerk van deze methode is beperkt en het is mogelijk om continu te werken.

– spuitwikkelen

Dit is een combinatie van wikkelen en vezelspuiten op een ronddraaiende kern. Met een speciaal pistool wordt het hars op een draaiende mal gespoten door twee kanalen. Voor onverzadigd polyesterhars kan de ene straal uit een hars-versneller mengsel bestaan en de andere straal uit een hars-verharder mengsel. Doordat beide mengsels onder druk worden gespoten ontstaat een nevel waarin beide stralen gemengd worden. Samen met deze stralen worden door het pistool ook versterkingsvezels toegevoegd. Deze techniek wordt onder andere gebruikt voor de productie van silo's.

c. Gesloten mal technieken

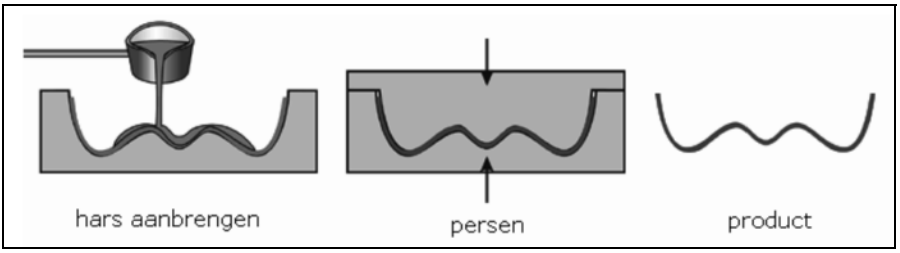
– principe

Bij deze technieken wordt het hars al dan niet in combinatie met versterkende vezels tussen twee malhelften ingebracht en gebeurt het uitharden in een gesloten systeem, waardoor emissies naar de buitenlucht voorkomen worden.

Verschillende gesloten mal technieken zijn mogelijk.

– koud en warm persen (compression molding)

Dit is de oudste verwerkingstechniek voor kunststoffen die toegepast werd. Hier wordt een vertikale hydraulische of pneumatische pers gebruikt die twee helften van een matrijs samendrukt. Afhankelijk van de temperatuur waarbij dit persen gebeurt, spreekt men van koud- of warmpersen.



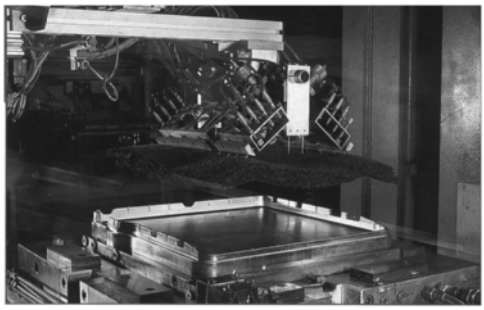
Figuur 59: Schema van persen (http://www.productionnavigator.nl)

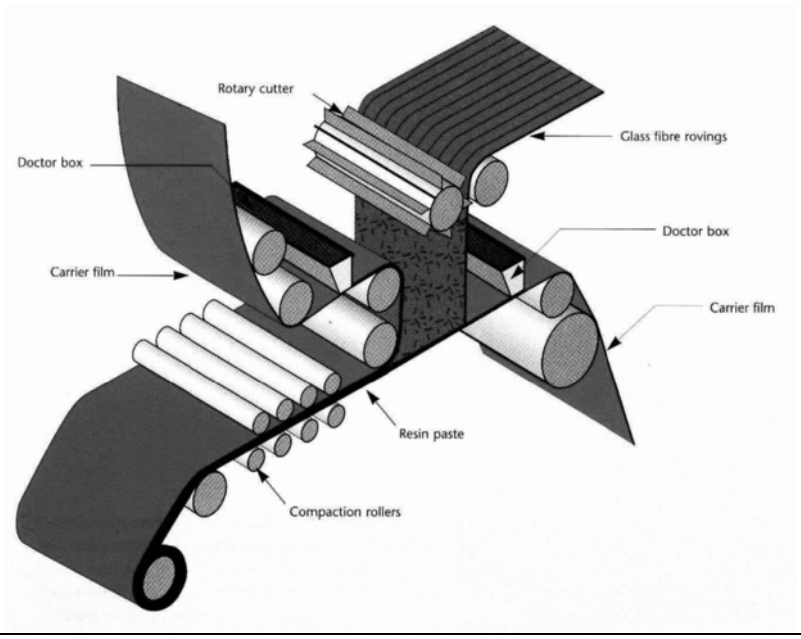
- Het wapeningsmateriaal (al dan niet voorgevormd en/of vooraf geïmpregneerd) wordt in de onderste mal gelegd, waarna een afgemeten hoeveelheid van de thermohardende hars wordt toegevoegd en globaal verdeeld.
- De pers met bovenmal wordt zo snel mogelijk gesloten en onder druk vult het gesmolten hars de matrijs.
- Daarna volgt de uitharding die enkele minuten duurt. Dan kan het voorwerp uit de mal gehaald worden.

Koud persen
Bij koud persen worden harsen gebruikt, die gepaste additieven bevatten om uitharding zonder verwarming mogelijk te maken Tweezijdig gladde vormstukken worden onder lage druk en temperatuur in een niet of nauwelijks verwarmde matrijs worden geperst. Als gevolg van de ontwikkelde reactietemperatuur warmt de mal op tot ongeveer 50°C, maar er wordt geen verdere verwarming toegepast. Door de lage werkdruk en -temperatuur kunnen composietmatrijzen gebruikt worden. Deze methode komt in aanmerking voor grotere series, nl. van 5 000 tot 10 000 stuks.

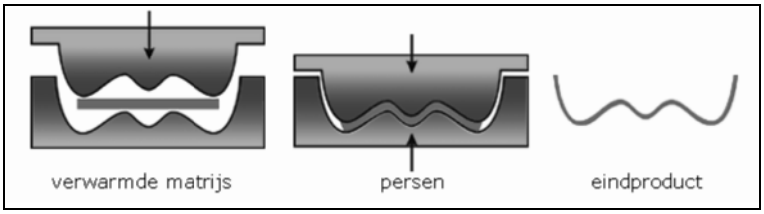
Warm persen
Bij warm persen gebruikt men een warmhardend hars en kunnen vooraf geïmpregneerde vezels toegepast worden. Bij warm persen kunnen hogere eisen gesteld worden aan de oppervlaktegladheid, toleranties en constante kwaliteit. De matrijzen bestaan uit staal dat hard verchroomd of hoogglansgepolijst is. Hierdoor zijn uitgebreide nabewerkingen van de producten overbodig. Speciale matrijsranden zorgen voor een doeltreffende dichting zodat harsverliezen voorkomen worden.
Hierin zijn twee systemen mogelijk: Sheet Moulding Compounds (SMC) of Bulk Moulding Compounds (BMC). Deze verwerkingstechnieken worden toegepast voor fenolformaldehyde, urea-formaldehyde, melamine-formaldehyde en polyester harsen.
(Kirk-Othmer, 1996)

Sheet Moulding Compound (SMC)
Bij SMC wordt gewerkt met voorgeïmpregneerde vezelversterkte platen of laminaten die vervolgens geperst worden. Deze techniek wordt vooral gebruikt voor het maken van grote vezelversterkte schalen.
In een eerste fase wordt een reactief mengsel gemaakt van lange vezels (enkele cm) geïmpregneerd met hars. Dit mengsel is semi-gehard of in een geltoestand en wordt prepreg genoemd. Afhankelijk van de vorm waarin dit mengsel beschikbaar is, spreekt men van een sheet molding compound (SMC) of een dough molding compound (DMC). Deze producten hebben een beperkte houdbaarheid en zijn ingedikt voor een goede hanteerbaarheid.
In een tweede fase wordt met deze grondstof een vormstuk geperst. Hiervoor wordt de materie op maat gesneden (SMC) of afgewogen (DMC) en volgens een bepaald patroon in een mal geplaatst. De sluitkracht van de mal, geplaatst op een hydraulische pers, zorgt voor de verdeling en compactering van de materiaal. Met een nauwkeurig ingesteld druk- en temperatuursverloop vermindert eerst de viscositeit van het hars, waardoor het voldoende in de matrijs gaat vloeien. Daarna hardt het hars in enkele minuten uit en kan ontmald worden. De procestemperatuur bedraagt 100-160°C, terwijl de sluitingsdruk tussen 40 en 120 bar ligt.





Bulk Molding Compound (BMC)
Bij BMC gaat het over een vezelversterkte pasta, die vervolgens in de mal wordt aangebracht en geperst. Bij dit proces wordt gebruik gemaakt van een deegachtige thermohardende kunststof gemengd met glasvezels, vulmiddel en bindmiddel. Hier is de lengte van de vezels korter en de hoeveelheid vulmiddel groter dan bij SMC. Bij gebruik van prepregs worden zeer goede mechanische eigenschappen bekomen.
De BMC compound wordt door middel van een extruder in een licht geopende matrijs geïnjecteerd. De sluitkrachten van de matrijs zorgen voor een finale compactering. Hierbij lopen de drukken hoger op dan bij SMC materialen. De cyclustijden zijn bij BMC stukken ook korter.

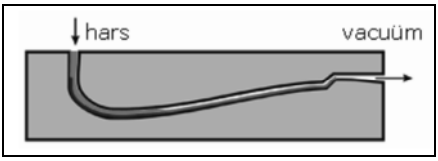


Figuur 60: Schema BSC en SMC (http://www.productionnavigator.nl)

De hoge investeringskosten voor SMC en BMC maken deze technieken uitsluitend geschikt voor de productie van grote series producten, zoals auto-onderdelen en elektroschakelkasten. De maximum afmetingen bedragen 1 m².

– drukinjectie en vacuüminjectie (RTM)

Hierbij worden twee malhelften op elkaar gezet eventueel met het vezelpakket (glas, grafiet of aramide vezels) ertussen. Daarna wordt het hars doorheen het vezelpakket geduwd of getrokken onder invloed van respectievelijk een overdruk of een onderdruk (vacuüm). Het werkingsprincipe van deze technieken is gebaseerd op het drukverschil dat ontstaat tussen de opening tussen de malhelften en de buitenomgeving. Door deze druk of door het vacuüm wordt het hars met de katalysator en de versneller tussen de malhelften gebracht. De harsinjectie onder druk wordt ook wel aangeduid met de term *Resin TransferMolding of RTM-proces*.



Figuur 61: Schema voor harsinjectie (http://www.productionnavigator.nl)

Het versterkingsmateriaal (een glasvezelpakket) wordt geheel of gedeeltelijk in de mal aangebracht alvorens de mal gesloten wordt. De injectie moet dan ook voldoende traag verlopen om geen verplaatsing van de vezels te veroorzaken. De uitharding van het hars vindt plaats in de mal. Bij zowel het opbrengen als het uitharden van het hars verdampt vrijwel geen solvent naar de omgevingslucht.

Bij RTM maakt men gebruik van metalen of aluminium mallen, die al dan niet kunnen verwarmd worden. Daar er gewerkt wordt met een mal en tegenmal, beschikt men over vormstukken die glad zijn aan de binnen- en de buitenkant. Ook vormstukken die door middel van vezelspuiten moeilijk te produceren zijn, kunnen op manier op efficiënte wijze geproduceerd worden. Deze techniek leent zich bijvoorbeeld voor de productie van machine kappen en spoilers voor auto's. Voor deze technieken zijn hogere investeringen noodzakelijk dan voor de open mal technieken. De tegenmal kan zowel massief, een dunne schaal als een eenvoudige folie zijn.
(InfoMil, 2002, Kirk-Othmer, 1996)

Variant: het vacuümfoliesysteem
Bij dit vacuümproces wordt de vorm met een rekbare folie of membraam afgesloten (in plaats van met een duurdere tegenmal) en wordt de doorstroming van het hars tussen de versterkings-

vezels gerealiseerd door middel van een vacuüm (onderdruk). Hiertoe wordt een folie langs de zijkant op de vorm gekleefd en wordt in de folie een aansluitstuk voor een darm voorzien waarlangs het geheel onder vacuüm gebracht wordt.

– extrusie of spuitgieten onder hoge druk in een gesloten mal of injection molding

Deze techniek wordt frequent toegepast voor het produceren van met korte vezels versterkte kunststoffen en wordt zowel voor thermoplasten als thermoharders toegepast. De spuitgiet en extrusie machines zijn speciaal gebouwd voor het verwerken van vezelversterkte kunststoffen, omdat ze bestand moeten zijn tegen de abrasieve glasvezels.

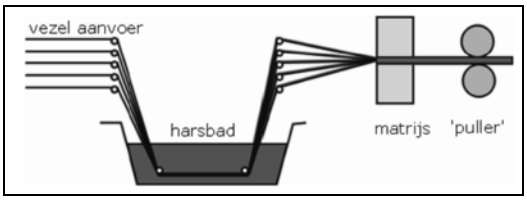
De vezelversterkte kunststof wordt verwarmd tot 200°C à 300°C en het spuitgieten gebeurt onder hoge druk (meestal 200 tot 1000 bar). Dit in tegenstelling tot de drukinjectie (RTM) techniek.

Hiervoor worden schroeven met een lage compressieverhouding gebruikt om het korrelvormig materiaal te transporteren naar een vat dat op 120°C gehouden wordt om de viscositeit te verlagen. Daarna gebeurt het spuitgieten in een matrijs op hogere temperatuur (tot 220°C) waar, in het geval van een thermoharder, de chemische vernettingsreactie optreedt. (Kirk-Othmer, 1996)

– pultrusie

Via pultrusie kunnen op een continue manier staaf- en profielmaterialen van versterkte kunststof vervaardigd worden.

Continue versterkingsvezels worden in een hars gedompeld met een vernettingsmiddel dat bij hoge temperatuur werkzaam is. Daarna worden de geïmpregneerde vezels door een vormingssysteem getrokken waardoor ze de gewenste structurele pakking aannemen. Kort daarop wordt het materiaal door een verwarmde mal getrokken waar de vernetting gebeurt en het profiel zijn definitieve vorm krijgt. Afhankelijk van de gebruikte grondstoffen en de eisen gesteld aan het eindproduct kan impregnatie van de vezels deels of volledig door harsinjectie in de matrijs gebeuren. Daarna wordt op lengte afgezaagd.



Figuur 62: Schema pultrusie (http://www.productionnavigator.nl)

In de eerste matrijs wordt het overtollig hars en de ingesloten lucht verwijderd. Deze geeft reeds benaderend de gewenste profielvorm. De definitieve vorm en uitharding ontstaat in de volgende verwarmde matrijs.

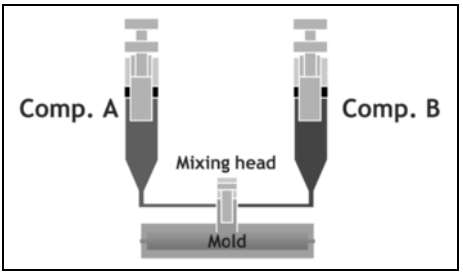
Ook weefsels, 3-dimensionele versterkingsmaterialen en prepregs kunnen verwerkt worden om meer sterkte loodrecht op de lengte-as te verkrijgen. De vezelvolumegehalten liggen tussen 40 en 70%. De verkregen profielen kunnen als eindproduct of als halffabrikaat voor verdere verwerking gebruikt worden.

Deze techniek vereist een belangrijke investering.

– Structural en Reinforced Reaction Injection Molding (SRIM en RRIM)

Dit proces wordt hoofdzakelijk gebruikt voor de productie van vast of gedeeltelijk geschuimd polyurethaan (zie ook 3.4.3.). Hierbij worden de verschillende componenten onder hoge druk in een mengkop gemengd en in de gesloten mal gespoten (zie). Indien één van de componenten (het polyol) korte vezels bevat, spreekt men van RRIM (Reinforced Reaction Injection molding). Indien op voorhand in de caviteit van de mal een vezelpakket is aangebracht, spreekt men van SRIM (structural reaction injection molding). Indien epoxyhars gebruikt wordt, spreekt men vaak over "hoge druk RTM". RIM wordt meestal toegepast op polyurethanen of PDCPD (poly di-cyclopentadieen). Indien geen versterkingsvezels gebruikt worden spreekt men gewoon van RIM (Reaction Injection Moulding).

Soms worden schuimen (bv. PU-schuim) ook gebruikt om een sandwich structuur te maken. De sandwich structuur bestaat uit isolatieschuim tussen twee buitenpanelen. Deze buitenpanelen zijn meestal platen glasvezelversterkte kunststof of metalen platen (staalplaten of aluminiumfolie). De sandwich structuren worden onder andere veel gebruikt in de productie van koel- en vriescellen, vrachtwagenbouw (koelwagens, marktwagens, en dergelijke), opleggers, woningen en in utiliteitsbouw (scheidingswanden, dakpanelen).



Figuur 63: Reaction Injection Molding-proces

– Autoclaaf techniek

Bij de productie van composieten in een autoclaaf maakt men gebruik van zowel druk, vacuüm als temperatuur. Deze techniek is redelijk duur daar de vereiste investeringen bij een autoclaaf vrij hoog liggen. Er worden vooraf voorgeïmpregneerde vezels (prepregs) gebruikt die droog in de negatiefvorm worden geplaatst en daarna met onder- en bovendruk, afhankelijk van het te realiseren vormstuk, bij een temperatuur tussen de 120°C. tot 200°C worden verwarmd. De autoclaaftechniek wordt vooral toegepast in de ruimte- en luchtvaart en in de auto competitiesport zoals de F1.

– Gieten

Hiervoor gebruikt men meestal ongevulde harsen. De voornaamste zijn fenolharsen, onverzadigde polyesters en epoxyharsen.
De voorwerpen worden gemaakt door in een matrijs vloeibare hars te gieten, die men dan drukloos – al of niet bij verhoogde temperatuur – laat doorharden. De bij het uitharden onvermijdelijk optredende krimpeffecten, kunnen sterk gereduceerd worden door het toevoegen van vulstoffen zoals kwartsmeel, talk, houtmeel, enzovoort.
Tijdens het gieten dient men ervoor te zorgen dat er geen luchtbellen worden ingesloten. Een bijzondere vorm van gieten, betreft het incapsuleren van voorwerpen. Elektronische onderdelen

kunnen bijvoorbeeld omhuld worden met een hars, zodat ze volledig geïsoleerd zijn en beschermd tegen invloeden van buitenaf. Gieten wordt slechts in beperkte mate uitgevoerd

Variant: centrifugaalgieten:
Centrifugaal gieten kan eveneens op composieten toegepast worden. Hierbij worden de hars en het versterkingsmateriaal in een holle, negatieve vorm worden gebracht, die vervolgens roteert. De centrifugaalkracht zorgt ervoor dat het materiaal tegen de wand wordt gedrukt en daar uithardt.

d. Milieuaspecten

Water
Enkel bij het spuitgieten onder hoge druk wordt matrijskoeling toegepast en komt soms afvalwater voor. Bij andere verwerkingstechnieken van composieten wordt geen koelwater ingezet. Indien overgeschakeld wordt op het reinigen met schoonmaakmiddelen op waterbasis heeft men waterverbruik en afvalwater.
Bij het behandelen van de luchtemissies afkomstig van topcoatinstallaties, wordt soms een watergordijn gebruikt. Hierdoor ontstaat een beperkte hoeveelheid afvalwater.

Luchtemissies
Het belangrijkste milieuaspect bij harsverwerking is de emissie van oplosmiddelen. Zowel deze gebruikt bij het productieproces (bv. styreen) als de reinigingsmiddelen dragen bij tot VOS-emissies.

Styreen
De emissie van styreen, dat een belangrijk ingrediënt is van polyesterhars en gelijkaardige harsen (oplosmiddel en reagens), verdampt gemakkelijk uit de harsen. Het grootste deel van het in het hars aanwezige styreen reageert echter tijdens de uithardingsfase met het hars. De emissie van het resterend styreen dat niet met het hars reageert, ligt tussen 1 en 10% voor standaard hars en hangt af van de toegepaste verwerkingstechniek. De emissie is het grootst bij open mal technieken.
De emissie vindt plaats aan het oppervlak van de mal of het halffabrikaat tijdens het opbrengen en uitrollen van de hars (dynamische fase) en tijdens het uitharden (statische fase). De hoogste emissie treedt op tijdens het gelcoaten en het aanbrengen van en impregneren met lamineerhars. (Presti, 1996).
De geëmitteerde hoeveelheid styreen is afhankelijk van de volgende factoren:
- het initiële percentage styreen in het hars. Deze hoeveelheid kan variëren van 30 tot 50%;
- de onverzadigdheid van het hars via de warmteontwikkeling van de reactie. De reactiewarmte verhoogt de styreenemissie en deze warmte is evenredig met de reactiviteit van het hars en dus met het aantal dubbele bindingen in de polyesterketen;
- de aard van de versnellers en katalysatoren. Deze bepalen de snelheid en kinetiek van de uithardingsreactie;
- de aanwezigheid van vulstoffen of versterkingen. Deze stoffen verminderen de hoeveelheid styreen dat verdampt door de exotherme piek te verlagen;
- de vorm en afmetingen van het product, meer bepaald de hoeveelheid hars die verwerkt wordt. Een voorwerp van enkele kubieke meter geeft een 7 keer grotere blootstelling dan een voorwerp van enkele liters. Bij gelijke oppervlakte is de styreenemissie functie van de dikte van het voorwerp;
- de omgevingstemperatuur en -vochtigheid. Een temperatuursstijging van 5°C verhoogt de styreenemissie met 10%. De vochtigheidsgraad beïnvloedt de reactiviteit van het hars en dus ook de styreenemissie;

– de aard van het verwerkingsproces en het harstype (klassiek of LSE). De emissie is het grootst bij open maltechnieken met klassiek hars en het laagst bij gesloten mal technieken met LSE-harsen.

Door rekening te houden met bovenstaande parameters kan men de styreenemissies verlagen.
De styreenemissie is niet uniform gedurende de verwerking. Ongeveer 52% van de emissie komt vrij tijdens de ontluchtingsfase, 30% tijdens de gelificatie en 18% tijdens de uithardingsreactie. Er werd aangetoond dat de styreenemissie na 2 uur gering wordt. Dit is de gemiddelde verdampingstijd.
Tot nu toe is er geen goede vervanger voor monostyreen gevonden die dezelfde eigenschappen bezit (KWS 2000, juni 1993). Er komen wel steeds meer harsen op de markt die lagere styreenemissies geven zoals LSE-harsen (laag styreen emissie), INSERT-harsen en DCPD-harsen (zie ook TF 2, 3 en 4). Overschakelen naar meer gecontroleerde (gemechaniseerde) productietechnieken, gesloten mal technieken en spuittechnieken die minder sterk vernevelen, leveren aanzienlijke emissiereducties op (zie ook TF 5, 6 en 7).

Oplosmiddelen
De meest gebruikte reinigingsmiddelen om mallen, kwasten, spuitkoppen en andere apparatuur schoon te maken zijn vluchtige organische stoffen, namelijk aceton en dichloormethaan (DCM of methyleenchloride). Hiervan verdampt ten minste 75%. Deze stoffen veroorzaken tevens geuroverlast.
De spuittechniek is een grote verbruiker van solventen. Het onderhoud en reinigen van de spuitinstallaties vergt immers een bijkomende inzet van solventen.

Harsen
De harsdampen zijn over het algemeen toxisch, maar ze zijn nauwelijks vluchtig. Bijgevolg zal de emissie in normale omstandigheden zelden oplopen tot een gevaarlijke concentratie.

Lossingsmiddelen
De lossingsmiddelen zijn meestal opgebouwd uit 0,5-10% actieve bestanddelen, opgelost in een organische solvent. Deze lossingsmiddelen vertegenwoordigen echter minder dan 0,2% van het gewicht aan verwerkt hars.

Stof
Bij de diverse productietechnieken bekomt men een onafgewerkt product. In de eindafwerking worden de randen afgeslepen en bijgeschuurd om tot een correcte dimensionering te komen. Deze nabewerkingen gaan gepaard met het vrijkomen van zeer fijn stof van verharde vezelkunststofdeeltjes in de arbeidsomgeving.
Stof van versterkingsvezels is irriterend en de stofdeeltjes verspreiden zich eveneens in de gereedschappen. Aangezien glasvezels en dus ook de stofdeeltjes hiervan zeer abrasief zijn, wordt de leeftijd van de gereedschappen aanzienlijk verminderd en de kostprijs verhoogd (Presti, 1996). Bij metingen werd vastgesteld dat 80% van de stofdeeltjes kleiner zijn dan 30µm en bij inademing doordringen in de longen.

Geur
De emissie van styreen en organische oplosmiddelen als methyleenchloride en aceton kan voor geurhinder zorgen.
De geurdrempel voor styreen (dit is een concentratie die 50% van de testpersonen uit een panel nog kan ruiken) bedraagt slechts 0,1 mg/m³. Het is met de huidige technieken praktisch onmogelijk om de lucht te zuiveren tot onder deze concentratie.

Afval

De verwerking van composieten veroorzaakt volgende afvalstromen:

- harsafval: harsresten uit spuit- en mengapparatuur, teveel aangemaakt hars en gelcoat en hars dat over de gebruikstijd is, uitgeharde harsresten;
- glasvezel: snijafval van rollen mat of weefsel, afgekeurde spuitroving, onbruikbare resten aan het einde van de rol;
- uitgehard composiet: uitval van afgekeurde halffabricaten en producten, snijranden, bij handlamineren, overspray bij spuiten, uiteinden van gewikkelde buizen, allerlei resten bij het afwerken van producten en slijpsel;
- gereedschappen als emmers, kwasten en rollers worden door de uitgeharde harsen vervuild en worden vaak slechts eenmalig gebruikt;
- overige: verpakkingsmateriaal en hulpstoffen, vervuild karton en folie, oude mallen, gelcoat, vervuilde oplos- en schoonmaakmiddelen, poetsdoeken, …

Het spuiten op een open mal brengt meer afval teweeg dan bij het toepassen van handlamineren, omdat een belangrijk deel van het mengsel vezel/hars tijdens de spuitoperatie naast de mal terecht komt, nl. de overspray.

Het afval bestaat voornamelijk uit vervuild verpakkingsmateriaal, niet-uitgeharde harsresten, hars over de gebruikstijd, harder, gelcoat en versneller, vervuilde oplos- en schoonmaakmiddelen en inliners (kunststof binnenzakken van harsvaten) met harsresten en pigmenten.

In het geval van thermoharders is uitgehard hars niet meer herbruikbaar in dezelfde toepassing via hersmelten of oplossen. Het intern hergebruik van slijpsel, overschotten en snijresten kan enkel via vermalen mits de opdrachtgever en de wetgeving (contact met levensmiddelen) het toelaten.

Uit onderzoek in Nederland is gebleken dat bij polyesterverwerkende bedrijven de hoeveelheid afval 30 tot 40% van de hoeveelheid grondstof kan bedragen. (InfoMil, 2002).

Energie

Bij deze verwerking van thermoharders wordt meestal weinig energie verbruikt omdat het veelal lage-temperatuursprocessen zijn. Bij sommige technieken wordt echter wel druk of vacuüm aangewend.

Ook de bij postcuring en autoclaafprocessen toegepaste opwarming vereist energie. Postcuring en autoclaven wordt echter slechts toegepast indien de eindtoepassing dit vereist (bijv. food en drinking water contact, lucht- en ruimtevaart).

In wordt een overzicht gegeven van het energieaspect van de verschillende processen.

Tabel 14: Het energieapsect van de verschillende processen (Presti, 1996)

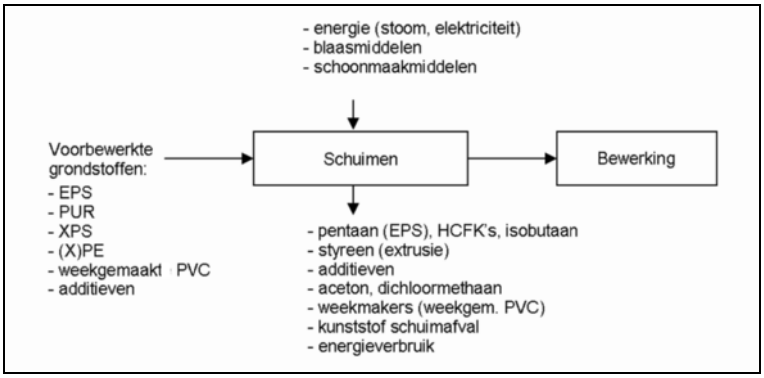
Proces	Energie
Handlamineren	++
Vezelspuiten	+
Wikkelen	+
Harsinjectie	++
SMC	0
BMC	0
Compressie	0
Pultrusie	0

++: energetisch zeer gunstig
+: energetisch gunstig
0: energetisch ongunstig

Ook indien de emissies van oplosmiddelen afgezogen en behandeld worden, heeft men energieverbruik.

3.4.3. Productie van schuimen

De verwerking van schuimen wordt schematisch weergegeven in Figuur 64.



Figuur 64: De productie van schuimen (InfoMil, 2002)

– principe

Schuimen is een proces waar gasbelletjes in de massa van een thermoplast of een thermoharder ontstaan bij een bepaalde temperatuur of druk. Dit kan al dan niet door middel van een blaasmiddel gebeuren.

– soorten blaasmiddelen

Er zijn verschillende typen blaasmiddelen: fysische- en chemische middelen en inerte gassen. Soms ontstaat bij de polymerisatiereactie zelf een gas dat als blaasmiddel dienst doet.

Fysische blaasmiddelen zijn laagkokende vloeistoffen zoals methyleendichloride, pentaan of vloeibaar CO_2. Deze producten verdampen bij de verwerkingstemperatuur van een thermoplast of door de exotherme uithardingsreactie van thermohardende polymeren.

Chemische blaasmiddelen ontleden bij de verwerkingstemperatuur en stellen daarbij een gas vrij (stikstof of andere kleine gasvormige producten als NH_3 of CO_2). De gasvormige reactieproducten komen fijn verdeeld in de kunststofsmelt en geven het materiaal de gewenste schuimstructuur. Chemische blaasmiddelen worden vooral gebruikt bij PVC-schuim.

Inerte gassen zoals lucht of stikstof worden direct gebruikt als blaasmiddel. Ze worden ofwel met snelle mengers in het vloeibare polymeer gemengd ofwel in oplossing gebracht.

Gassen die vrijkomen door de reactie van de grondstoffen. Hierbij hoeft geen blaasmiddel toegevoegd te worden. Zo wordt bij het vervaardigen van zacht PUR-schuim water geïnjecteerd, dat reageert met de in de grondstof aanwezige isocyanaatgroepen en CO_2 vrijstelt.

In Tabel 15, p. 123, worden de blaasmiddelen aangegeven die toegepast worden in de verschillende schuimsoorten.

Tabel 15: Toepasbaarheid van blaasmiddelen per schuimsoort

Schuimsoort	PUR-hard		PUR-zacht	EPS	XPS	resol/ fenol-schuim	PE-schuim
Blaasmiddel	insitu	blok					
koolwaterstoffen	+	+	+/-[2]			+	+
HCFK´s	+	+					
HFK´s	+	+	+		+		
pentaan	+	+		+	+	+	+
CO_2 (l)		+	+	+	+		+
methyleenchloride			+				
VPF[1]			+				

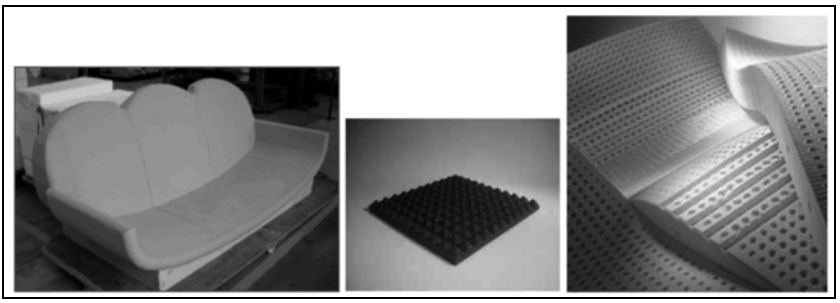
1. Variable Pressure Foaming d.i. schuimen onder verlaagde druk (rendabel bij grote productie-omvang).
2. Door de procescondities bij de productie van zachtschuim zijn de toepassingsmogelijkheden van koolwaterstoffen (bijvoorbeeld aceton) vanwege het brandgevaar beperkt.

– soorten schuimen

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen thermoplastische schuimen en thermohardende schuimen. De meest toegepaste soorten schuim zijn hard en zacht polyurethaan (PUR) en geëxpandeerd-polystyreen (EPS). Minder vaak voorkomende schuimen zijn geëxtrudeerd polystyreen (XPS), polyethyleenschuim (XPE), resol- of fenolschuim en schuim op basis van zacht- en hard-PVC.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen schuimen met gesloten celstructuur (hard PUR en EPS), gedeeltelijk gesloten celstructuur (XPS en sommige PUR-soorten) en een open celstructuur (zacht PUR). Schuim met open cellen verliest het blaasmiddel gedurende en korte tijd na de productie, terwijl schuim met gesloten cellen het blaasmiddel veel langer vasthoudt.

De mate van volumevergroting die door opschuimen verkregen wordt, hangt af van het type polymeer, van de eventueel aanwezige weekmakers en van de gevolgde techniek. De gangbare typen schuim variëren in dichtheid ruwweg van 6 kg/m³ tot 800 kg/m³ .



Figuur 65: Geschuimde producten

Geschuimde kunststoffen worden voornamelijk gebruikt als isolatie- en verpakkingsmateriaal en voor matrassen en kussens. Schuim wordt in verschillende vormen gemaakt onder meer in blokken en platen. Het kan ook vervaardigd worden via diverse technieken zoals extrusie, spuitgieten en via blokschuim, dat vervolgens in vormen wordt gesneden.

a. Hard en zacht PUR

– principe

In het geval van polyurethaan gebeurt een rechtstreekse omzetting van monomeren en additieven tot een halffabrikaat of eindproduct. Hier gebeurt de polymerisatie en de vormgeving in éénzelfde proces. Polyurethaanschuim (PUR) wordt gemaakt door een polyol (polyesters of -ethers) en een iso-cyanaat te mengen met water.

Aan de polyol kunnen verschillende componenten toegevoegd worden, zoals bv. brandvertragers, anti-oxidanten, katalysatoren, vernettingsmiddelen, siliconen, stabilisatoren, anti-oxydants, kleurstof, eventueel bijkomende blaasmiddelen, vlamvertragers, fillers en dergelijke. Afhankelijk van het gebruikte isocyanaat, de additieven en de temperatuur kunnen zachte en harde schuimproducten gevormd worden.

Zacht PU-schuim:
Voor de productie van PUR-zacht wordt 2, 4- en 2, 6-tolueendiisocyanaat (TDI) gebruikt. Dit PU-schuim is zacht omdat het licht vernet is en een open celstructuur heeft. Zacht PUR-schuim wordt veelal toegepast als comfortschuim in meubels, matrassen e.d.
Voor hogere densiteiten van PUR-zachtschuim (> 23 kg/m^3) hoeft geen blaasmiddel toegevoegd te worden. Bij de exotherme polymerisatiereactie wordt CO_2 gevormd, dat als schuimmiddel optreedt. Voor lagere densiteiten (< 23 kg/m^3) moet echter beroep gedaan worden op een alternatief blaasmiddel. Aanvankelijk werd hiervoor freon gebruikt, nadien methyleenchloride en momenteel wordt vloeibaar CO_2 gebruikt. Door de exotherme reactiewarmte van de vernetting stijgt de temperatuur van het mengsel boven het kookpunt van het blaasmiddel, waardoor het gaat verdampen.

Hard PU-schuim:
Voor de productie van PUR-hard wordt difenylmethaan-diisocyanaat (MDI) en een blaasmiddel gebruikt. Het schuim heeft een gesloten celstructuur en wordt als continue platen als blokschuim of als vormschuimen (Reaction Injection Molding) geproduceerd.
Het harde PUR-schuim heeft als het uit de mal komt een gladde gesloten buitenhuid, waardoor het een steeds grotere toepassing vindt in de meubel- en automobielindustrie. Het harde PUR-schuim is door zijn gesloten celstructuur ook geschikt voor thermische isolatie toepassingen.

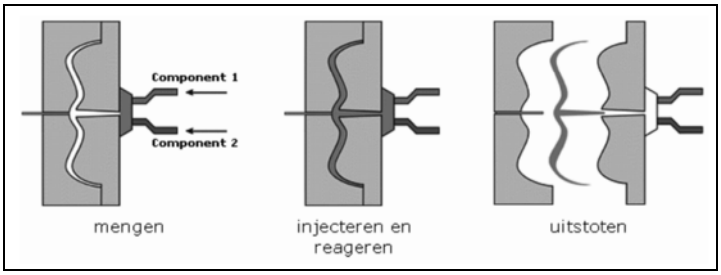
– verwerking

De verwerking gebeurt in 3 opeenvolgende stappen:
1. doseren van de verschillende grondstoffen:
   Doseerpompen versturen de vloeibare grondstoffen in exacte verhoudingen naar de mengkamer. De grondstoffen kunnen ofwel apart gedoseerd worden ofwel op voorhand gemengd worden in twee hoofdstromen: één voor de polyol plus additieven en een tweede voor de isocyanaat plus additieven.
2. menging kan op lage druk of hoge druk gebeuren:
   Lage druksystemen mengen door een roermechanisme en de hoge druksystemen injecteren de grondstoffen met hoge snelheid in een mengkamer, waardoor menging tot stand komt door overdracht van de kinetische energie.
3. Schuimvorming:
   Nadat de polylol en de isocyanaat met het blaasmiddel vermengd zijn, ontstaat schuimvorming. Het schuim kan op verschillende manieren in de gewenste vorm gebracht worden.

Continu schuimen tot blokken of slabstock:
Het mengsel van de grondstoffen wordt via de mengkop gelijkmatig verspreid over een lopende band die bekleed is met een bodempapier. Zodra het mengsel de mengkop verlaten heeft, begint de schuimvorming. Tussen 5 en 15 m voorbij de mengkop heeft het schuimblok de volle hoogte bereikt. In de eerste zone is het mengsel vloeibaar, in de tweede zone wordt het mengsel crèmig (de crème-zone), zonder zichtbaar te schuimen. In de laatste zone, de stijgzone, verdampt het blaasmiddel door de exotherme reactie en schuimt het reactiemengsel op. Na ongeveer 60 m worden de blokken met een vertikale zaag of gloeidraad doorgesneden en gestockeerd. Deze techniek wordt vaak toegepast voor PU-zachtschuim.

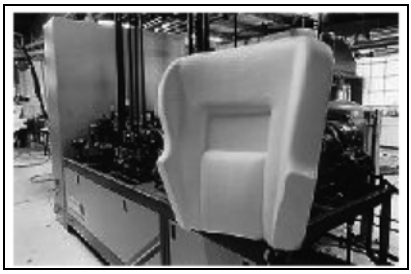
Vormschuimen:
Vormschuimen is een discontinu proces, waarbij de grondstoffen uit de reservoirs via de mengkamer in en matrijs geïnjecteerd worden. Door gebruik te maken van een "drijvende" wand kunnen precies afgemeten vormen gemaakt worden. Lossingsmiddelen worden gebruikt om het vormschuimkussen uit de matrijs los te maken.

Reaction Injection Molding (RIM)
Hier worden de reagentia gemengd voordat ze in de holte van een matrijs gespoten worden. Het proces is vergelijkbaar met spuitgieten van thermoplasten. Daarna vindt de expansie en de uitharding vrijwel gelijktijdig plaats. Op die manier ontstaat het zogenaamde integraalschuim, dat een massieve randzone en een geschuimde kernstructuur heeft. Het effect van de massieve huid wordt bereikt doordat de reactie in de gesloten matrijs een overdruk veroorzaakt van 1,5 tot 2 bar. Onder deze druk vormt zich een massieve huid. De gemiddelde dichtheid van een dergelijk product ligt tussen 150 en 800 kg/m³.



Figuur 66: Processchema van Reaction Injection Molding (http://www.productionnavigator.nl)

Dit RIM-proces wordt hoofdzakelijk gebruikt voor de productie van vast of gedeeltelijk geschuimd hard-polyurethaan. Via dit proces kunnen allerlei vormen gemaakt worden en kunnen zelfdragende voorwerpen geproduceerd worden, zoals meubelen, surfplanken, behuizingen voor elektronische apparatuur en dergelijke (cf. Figuur 67, p. 126).



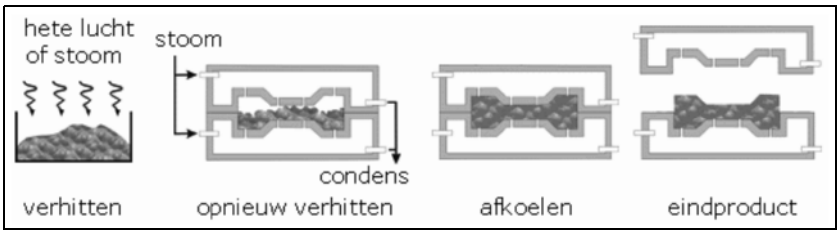
Figuur 67: Schuim geproduceerd via RIM.

b. Geëxpandeerd polystyreen (EPS)

Geëxpandeerd polystyreen (EPS) wordt gemaakt van polystyreen-beads (korrels) met daarin als blaasmiddel max. 6% pentaan.

De vormgeving van PS-schuim bestaat uit twee fasen:

– De eerste fase omvat een voorexpansie van de kunststofkorrels door opwarmen met stoom (van 100-105°C). Dit gebeurt meestal in een continu voorexpander waarbij ingeblazen lucht zorgt voor de nodige beweging zodat de bolletjes, die uitzetten tot parels, niet aan elkaar kleven. In de meeste gevallen worden deze voorgeëxpandeerde korrels niet onmiddellijk in de matrijs gebracht maar worden ze opgeslagen teneinde een stabilisatie (rijping) toe te laten.
– De tweede fase speelt zich af in een matrijs die gevuld wordt met de voorgeschuimde parels. Langs daarvoor voorziene kanalen wordt stoom in de matrijs geblazen. Onder invloed van warmte worden de voorgeschuimde parels tegen elkaar geduwd door een totale expansie en zullen ze onderling aan elkaar kleven via een warmtelas. Zo worden ze versmolten tot een eindproduct (isolatie- en verpakkingsmateriaal). Vervolgens dienen de afgewerkte geschuimde producten gedroogd te worden. Ook PP en PE kunnen op deze manier geschuimd worden.

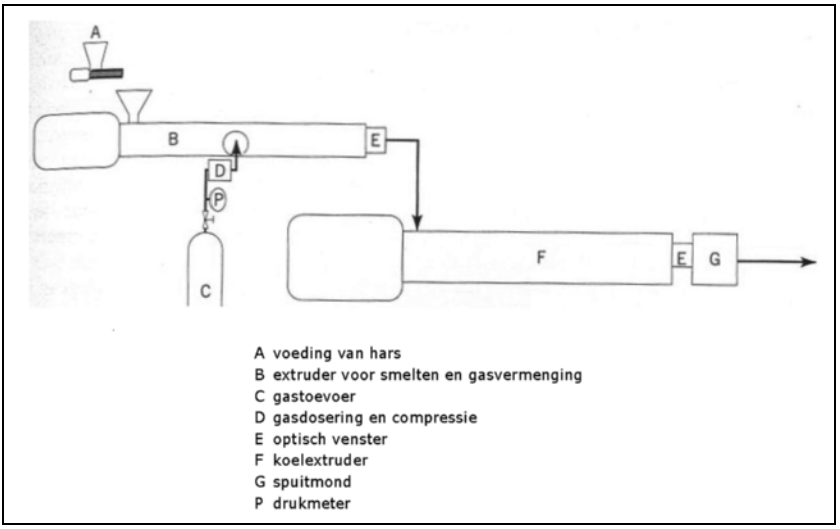


Figuur 68: Productieproces van geëxpandeerd PS (http://www.productionnavigator.nl)

c. Extrusie van (X)PS en (X)PE

Bij schuimextrusie wordt een fysisch blaasmiddel onder druk opgelost in de kunststofsmelt (PS of PE) en zodanig geëxtrudeerd, dat pas in of vlak na de spuitmond, gasvorming optreedt. Wanneer de gesmolten kunststof de extruder verlaat, veroorzaakt het opheffen van de druk een ogenblikkelijk schuimeffect. Op deze manier worden onder andere buizen, profielen en platen gemaakt. De halffabrikaten die men zo door extrusie verkrijgt, kunnen vervolgens verder verwerkt worden met technieken als vacuümvormen.

Het meest voorkomende thermoplastische schuim is polystyreenschuim. Ook andere thermoplasten kunnen door extrusie opgeschuimd worden.
Bij schuimextrusie worden fysische blaasmiddelen zoals koolwaterstoffen (bv. pentaan of isobutaan), HFK's en vloeibaar CO_2 als blaasmiddelen gebruikt. Voor hoge dichtheden worden chemische blaasmiddelen gebruikt, waardoor zeer kleine cellen gevormd worden. Voor de productie van hoogwaardig, fijncellig schuim wordt stikstof geïnjecteerd.



Figuur 69: Productieproces van geëxtrudeerd schuim (Kirk-Othmer, 1996)

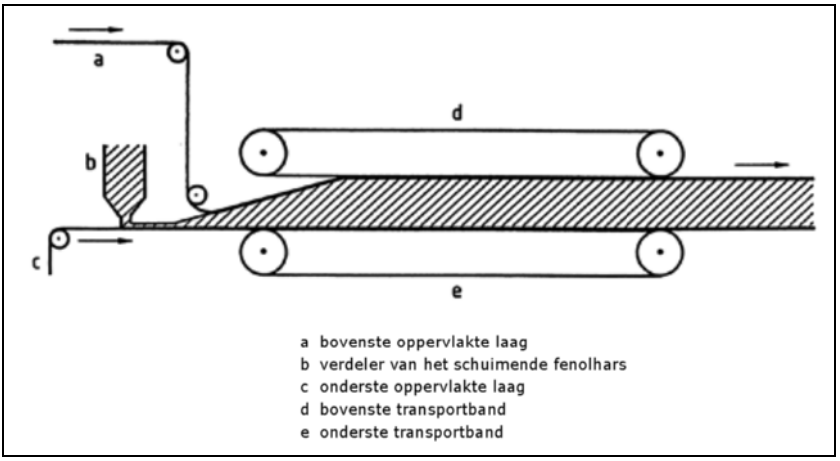
d. Schuimen van fenol-formaldehyde harsen (fenol of resolschuim)

Deze schuimen worden geproduceerd door fenol-formaldehyde hars, een katalysator en een blaasmiddel gelijktijdig bij elkaar te voegen. De celstructuur van het hars ontstaat door verdamping van het blaasmiddel onder invloed van de warmte die ontwikkeld wordt tijdens de chemische reactie. Hierdoor wordt het blaasmiddel ingesloten en ontstaat een vaste, zeer fijne celstructuur die 100% gesloten is. Deze celstructuur heeft een goede thermische stabiliteit en hoge brandweerstand.

De productie kan in een batchproces uitgevoerd worden. Het schuimend mengsel wordt dan in blokken of andere gietvormen uitgegoten. Anderzijds kan de productie ook verlopen in een continu proces. Hierbij wordt het reactiemengsel op een onderlaag of tussen twee lagen aangebracht in een lamineerproces (zie Figuur 70, p. 128).

Het resol hardschuim is een hard, broos thermohardend materiaal. Het werd ontwikkeld als brandveiliger en beter isolerend alternatief voor conventionele isolatiematerialen. Fenolschuim is ook zonder vlamvertragers weinig ontvlambaar en de verbrandingsgassen geven een lage rookdichtheid. Bij ontbranding ontstaat een koolstofskelet.

Als blaasmiddel werden aanvankelijk (H)CFK's gebruikt omwille van hun gunstige thermische kwaliteiten in isolatiemateriaal. Intussen dienen deze broeikasgassen vervangen te zijn door alternatieve blaasmiddelen.



Figuur 70: Productieproces van gelamineerd fenolschuim plaat (Ullmann, 2003)

Het continu laminatieproces tolereert een breed spectrum van kookpunten van de blaasmiddelen en hiervoor bieden HFK's een mogelijke oplossing. Verondersteld wordt dat vloeibare HFK's de meest geschikte alternatieven zijn omdat zij de uitzonderlijke brandeigenschappen van de fenolschuimen niet reduceren en goede isolatiewaarden hebben. De productie van discontinue blokken vereist echter een blaasmiddel met een kookpunt in de buurt van de omgevingstemperatuur.

Verzadigde lichte koolwaterstoffen zijn mogelijke alternatieve blaasmiddelen, maar zijn zeer brandbaar en ondermijnen het brandveilige karakter van fenolschuimen. Indien ze toegepast worden, dienen brandvertragers toegevoegd te worden.

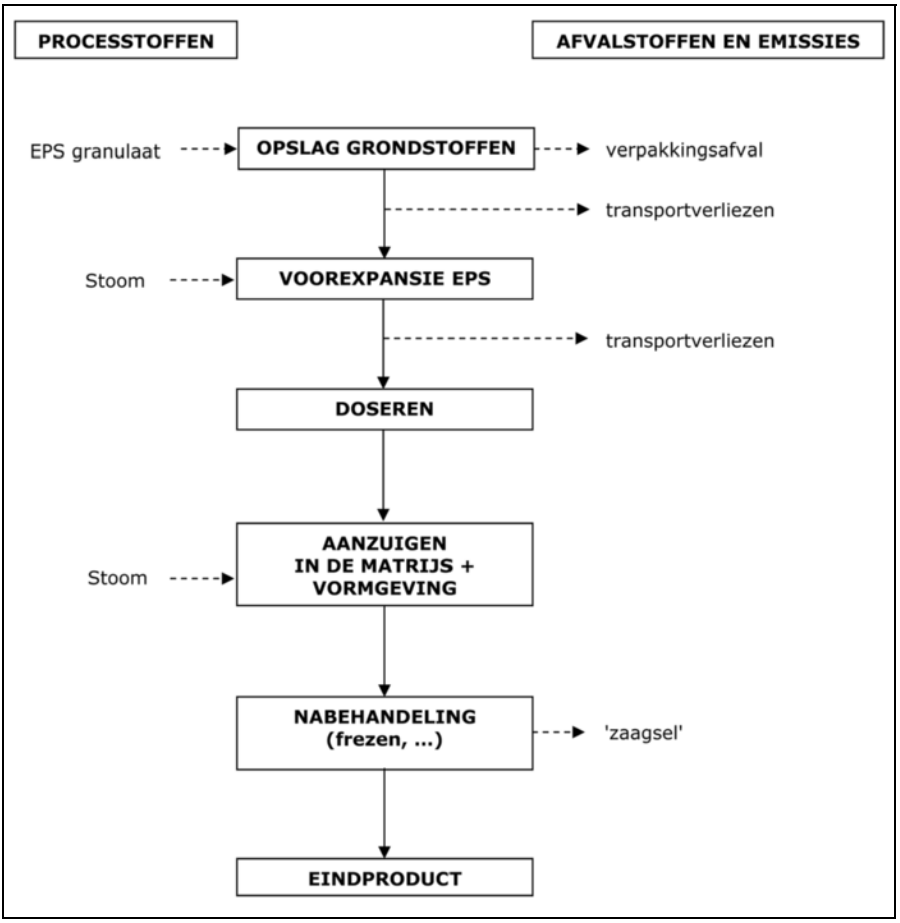
e. Milieuaspecten

In Figuur 71, p. 129, wordt het processchema van de productie van expansie schuimen weergegeven met de milieueffecten.

Water
Water wordt in een aantal gevallen als reagens gebruikt in het schuimreactiemengsel.

Lucht

Blaasmiddelen
Bij het produceren van geschuimde producten worden vaak blaasmiddelen ingezet.
Bij chemische blaasmiddelen wordt ongeveer 40% van het toegevoegde blaasmiddel omgezet in en geëmitteerd als een gas, bv. N_2, CO_2, of NH_3. De rest blijft achter in het schuim als vaste stof.
De fysische blaasmiddelen verdampen vrijwel volledig, hetzij direct bij het productieproces, hetzij tijdens het gebruik van het schuim. De blaasmiddelen komen vrij onder de vorm van VOS-emissies (bv. HFK's, pentaan en dichloormethaan). Er kan onderscheid gemaakt worden tussen schuimen met gesloten celstructuur (PUR-hard en XPS), gedeeltelijk gesloten celstructuur (EPS en sommige PUR-soorten) en een open celstructuur (PUR-zacht). Schuim met open



Figuur 71: Milieuaspecten van de productie van expansie schuimen (Presti, 1996)

cellen verliest het blaasmiddel tijdens en korte tijd na de productie, terwijl schuim met gesloten cellen het blaasmiddel veel langer vasthoudt.
Zo wordt bij PUR-hard tot 15% van het fysisch blaasmiddel tijdens de verwerking geëmitteerd, terwijl de rest diffundeert met een snelheid van ongeveer 1,7 g/kg schuim per jaar. De emissie van het blaasmiddel bij PUR-zacht neemt af met de dichtheid van het schuim: Voor schuimen met lage dichtheid is namelijk meer blaasmiddel nodig.
Bij de productie van gesloten cellig isolatieschuim (hard PUR-, PIR- en fenolschuimen) is het blaasmiddel echter een essentiële component in het eindproduct. Het blaasmiddel draagt namelijk bij tot de isolerende capaciteiten van het schuim. Als blaasmiddel werden aanvankelijk (H)CFK's gebruikt omwille van hun gunstige thermische kwaliteiten in isolatiemateriaal. Het gebruik van (H)CFK´s is inmiddels verboden. Blaasmiddelen op basis van (H)CFK´s dienden dan ook vervangen te worden. Verschillende alternatieven zijn mogelijk, doch ook deze kunnen een nadelig milieu-effect hebben. Hierna worden mogelijke alternatieven opgesomd in volgorde van afnemend milieunadeel:

– (vloeibare) fluorkoolwaterstoffen (HFK´s) hebben een sterk broeikaseffect en worden best vermeden;
– pentaan en andere lichte koolwaterstoffen zoals methyleenchloride zijn VOS en zijn dus ook nadelig voor het milieu;
– vloeibaar CO_2 heeft geen schadelijk milieueffect.

HFK's bieden de beste thermische eigenschappen in isolatieschuim. Pentaan is nog steeds isolerend maar in mindere mate dan HFK's en CO_2 levert geen extra bijdrage inzake isolatie. Omwille dit negatief effect van CO_2 op de isolatiewaarde kan met dit blaasmiddel niet dezelfde kwaliteit van het eindproduct bekomen worden als met de HFK-blaasmiddelen. Met pentaan als blaasmiddel is de isolatiewaarde ook lager dan met HFK's, maar dit verlies kan nog gecompenseerd worden door de dikte van de producten te verhogen. Pentaan is, net als andere lichte koolwaterstoffen, zeer brandbaar en vormt een belemmering voor de brandveiligheid. Om een gelijkaardige brandveiligheid te waarborgen moeten brandvertragers toegevoegd worden.
Bij overschakeling op een ander blaasmiddel dient het productieproces veelal anders te worden ingericht.

Monomeren
De kunststof kan nog vrije monomeren (styreen, acrylonitril, vinylchloride), oligomeren of korte ketens met eindstandige chemische functies bevatten. Deze stoffen kunnen in verschillende stadia van de verwerking vrijkomen. Een goed gepolymeriseerde kunststof bevat echter zeer weinig of geen vrije monomeren of oligomeren. De emissie van styreen bij de productie van EPS en XPS is klein.
Bij de productie van polyurethaanschuimen wordt gebruik gemaakt van isocyanaten (tolueendiisocyanaat (TDI) en methaan-diphenyl-diisocyanaat (MDI)). Deze kunnen in geringe hoeveelheden vrijkomen. MDI heeft een lagere dampspanning dan TDI en zal dus minder verdampen. De emissie van MDI bedraagt 0,1-0,6 mg/m³ (zie Presti, 1996 Webb John, 1995). De emissie van TDI is afhankelijk van de schuimformulering, maar de gemeten concentraties waren nooit hoger dan 10 mg/m³. Dit is wel hoger dan de MAC-waarde van TDI en MDI die 0,05 mg/m³ bedragen.

Additieven
Sommige vluchtige additieven, zoals stabilisatoren, weekmakers, smeermiddelen en dergelijke kunnen vrijkomen tijdens de verwerking.

Ontbindingsproducten
Afhankelijk van de temperatuur en de tijd dat het gesmolten materiaal in de verwerkingsapparatuur verblijft, kan het materiaal beginnen te ontbinden. Hierdoor ontsnappen vluchtige stoffen, voornamelijk alifatische en licht aromatische koolwaterstoffen en zuurstofverbindingen als ketonen, aldehyden en carbonzuren. In het geval van PVC komt HCl vrij als ontbindingsproduct.
Sommige thermoplasten beginnen te depolymeriseren bij hogere temperatuur; Dit is het geval bij PS, waarbij styreen ontsnapt.

Lossingsmiddelen
Dichloormethaan wordt soms gebruikt als brandwerend solvent in lossingsmiddelen. Deze worden gebruikt om het lossen van en vormschuimkussen uit de matrijs mogelijk te maken.

Oplosmiddelen
De reiniging van de mengkamer of andere apparatuur gebeurt soms met solventen die ook emissies veroorzaken.

Stof
Bij intern transport van voorgeschuimde korrels en het verzagen van geschuimde kunststoffen kunnen substantiële hoeveelheden stof en kunststofdeeltjes vrijkomen.

Verbrandingsgassen
De brandstof die gebruikt wordt bij het genereren van stoom, is meestal fuel, gas of een vaste brandstof. Hierbij kunnen belangrijke emissies naar lucht ontstaan.

Geur
Additieven zoals amines, kunnen verdampen en geurproblemen geven.

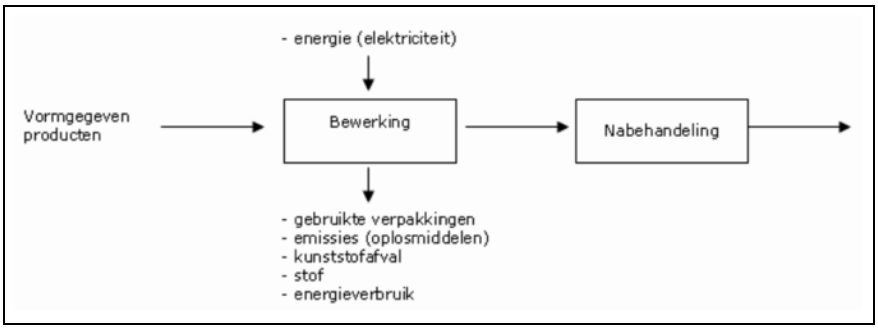
Afval
Kunststofreststromen ontstaan bij de opstart en beëindiging van het productieproces en wanneer productieschuim om een bepaalde reden afgekeurd wordt. Wanneer de producten op de gewenste breedte gebracht worden of verder afgewerkt moeten worden ontstaat ook productie-afval.
Gevaarlijk afval ontstaat vooral in de vorm van spoelmiddel (spoelpolyol) en vervuilde verpakkingen van gevaarlijke stoffen.

Energie (Presti, 1996)
Het energieverbruik bij het schuimen is sterk afhankelijk van het soort schuim dat wordt geproduceerd en verwerkt. Voor EPS wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van stoom, terwijl de PUR-schuimen zonder externe energiebron worden geproduceerd.
Het elektriciteitsverbruik bij schuimen bedraagt gemiddeld 0,2 kWh/kg. Het verbruik van fuel en gas die nodig is voor de productie van stoom is belangrijker. Het totaal gemiddeld verbruik ligt tussen 1,5 en 2 kWh/kg. Dit betekent dat het elektriciteitsverbruik slechts 10 à 15% van het totale energieverbruik inneemt.
Voorts wordt elektriciteit verbruikt voor onder andere ventilatie en verlichting en wordt gas verbruikt voor ruimteverwarming.

Geluid
Bij EPS-schuimen kan het plotseling vrijkomen van stoom bij het openen van de matrijs voor extra geluid zorgen.

3.5. Bewerking

Figuur 72 geeft de bewerking van kunststofproducten schematisch weer.



Figuur 72: Het bewerken van kunststoffen (naar InfoMil, 2002)

Na de meeste vormgevingsprocessen is een bewerking van de producten niet nodig, maar sommige halffabrikaten van kunststoffen en/of composieten moeten toch nog een aantal bewerkingen ondergaan om een eindproduct te bekomen.

De meest voorkomende bewerkingsprocessen zijn:
– verwijderen van bramen (afsnijden of -knippen, wegbranden[21], …);
– buigen;
– frezen;
– zagen;
– draaien;
– boren;
– verspanen;
– trimmen (bij productie van schuimen en folie);
– trommelen;
– snijden[22];
– slijpen;
– …

Ook nieuwere snijtechnieken kunnen aangewend worden zoals:
– laser;
– water-jet;
– abrasieve water-jet.

Door deze technieken worden halffabrikaten als profielen, tanks, buizen, bakken, kuipen en dergelijke verwerkt tot bv. kunststoframen en -deuren, sanitaire en industriële installaties uit kunststof, industrieel ketelwerk en andere. Soms gebeuren deze bewerkingen ook in aparte bedrijven die niet meer onder de kunststofverwerkende industrie gerekend worden, bv. schrijnwerkerijen die PVC verwerken.

De bewerkingen worden voornamelijk toegepast op thermoplasten. Trommelen komt niet veel voor en is het met zand of kiezel in een centrifuge verwijderen van randen/velletjes van (kleine) kunststofproducten.

Bij bewerking van polyesterharsproducten gaat het met name om snijden, zagen, slijpen, boren en schuren.

Om de nabewerkingen uit te voeren moet uitgekeken worden naar de optimale apparatuur en de beste omstandigheden. De ervaringen van de metaalbewerkende industrie kunnen niet zomaar overgenomen worden voor het bewerken van kunststoffen. Bepaalde factoren zijn karakteristiek voor het bewerken van kunststoffen:
– stofproductie;
– ontsnappen van gasvormige componenten;
– smelten van de kunststof of van de schaafkrukken of spaanders.

Omdat de thermische geleidbaarheid van kunststoffen relatief laag is, blijft het effect van de temperatuursverhoging beperkt tot het oppervlak dat bewerkt wordt.

[21] Bij PA worden de bramen verwijderd met een vlambehandeling.
[22] Snijden van bijvoorbeeld EPS gebeurt met een hete draad.

– Milieuaspecten

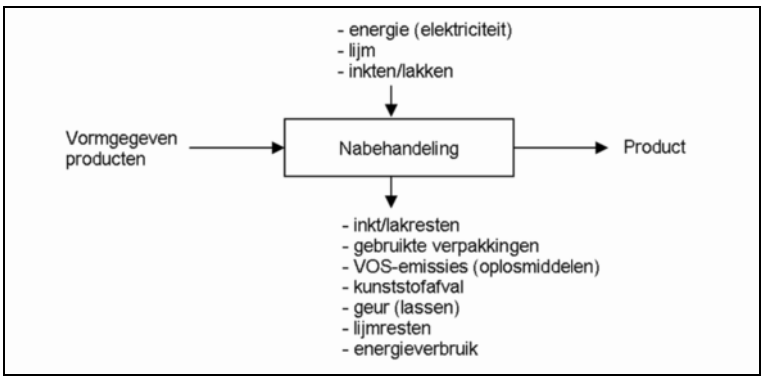
Lucht
Emissies van vluchtige componenten en stof zijn mogelijk.
De nabewerkingen gaan vaak gepaard met het vrijkomen van zeer fijn stof van verharde kunststofdeeltjes in de arbeidsomgeving. Het versnijden van kunststof, zoals de randen van een gethermovormd product, en het vermalen van resten, zoals de aanspuitingen en dergelijke, veroorzaakt stofvorming.
Stof van versterkingsvezels is abrasief, irriterend en ongezond.

Afval
Afval komt voor in de vorm van gebruikte verpakkingen, kunststofafval en slijtage van gereedschappen.
Bij verspanende bewerkingen en slijpen komt kunststofafval vrij. Dit wordt in de meeste gevallen in- of extern hergebruikt.
Bij glasvezelversterkte kunststoffen zijn de stofdeeltjes zeer abrasief. Ze verspreiden zich eveneens in de gereedschappen, en daardoor wordt de leeftijd van de gereedschappen aanzienlijk verminderd en de kostprijs verhoogd (Presti, 1996).
Bij het verwerken van niet-composiet materialen is de slijtage van de gereedschappen beperkter dan bij composietmaterialen. Vulstoffen als grafiet veroorzaken de grootste afslijting, maar ook glasvezelversterkte kunststoffen geven een verhoogde slijtage aan de gereedschappen.

Energie
Bij de bewerkingen wordt energie verbruikt.

3.6. Nabehandeling

Figuur 73 geeft de nabewerking van kunststofproducten schematisch weer.



Figuur 73: De nabehandeling van kunststoffen (naar InfoMil, 2002).

Afhankelijk van de verwerkingstechniek en/of toepassing vindt na de vormgeving en de bewerking van de kunststof nog een nabehandeling plaats. De nabehandelingen die in deze studie besproken zullen worden, zijn:
- bedrukken en bevlokken van kunststof;

- verbindingstechnieken (lijmen en lassen);
- specifieke behandelingen (bv. nakrimp).

Voor de overige oppervlaktebehandelingen wordt verwezen naar de BBT-studie oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen. Hierin zal de elektrolytische behandeling, galvaniseren en verchromen, de chemische behandeling, het organisch coaten van kunststoffen en de voorbehandelingstechnieken, zoals het ontvetten met oplosmiddelen en bedekken met folies aan bod komen.

Galvaniseren of verchromen wordt in de meeste gevallen uitbesteed.

3.6.1. Voorbereidende behandelingen

Naast zuivere reinigingsbewerkingen, waarbij het oppervlak niet wordt aangetast, worden ook technieken toegepast die het oppervlak van de kunststof wijzigen.

a. Oppervlakte reinigen

Vooraleer een oppervlaktebehandeling uitgevoerd wordt, dienen vooraf vaak onzuiverheden verwijderd te worden zoals achtergebleven lossingsmiddelen of smeermiddelen. Dit kan droog gebeuren, maar soms worden ook reinigingsmiddelen gebruikt al dan niet op waterbasis.

b. Oppervlakte activatie

Kunststoffen hebben doorgaans een vrij inert oppervlak en een lage oppervlaktespanning waardoor ze weinig bevochtigbaar zijn en slechte hechtingseigenschappen vertonen. Deze nadelige eigenschappen veroorzaken vaak problemen bij het lijmen, bedrukken, lakken en coaten van diverse kunststoffen zoals bv. polyolefines.

De bevochtigbaarheid wordt voornamelijk bepaald door dipool-dipool interacties tussen polaire moleculaire groepen. Aangezien heel wat polymeren een apolair karakter hebben dienen polaire groepen aan het oppervlak toegevoegd te worden.
Voor een goede hechting is bovendien een goede fysische en/of chemische verankering nodig. Bij fysische verankering speelt de oppervlakteruwheid een cruciale rol. Een hogere oppervlakteruwheid kan bekomen worden door mechanische behandeling (bv zandstralen) of chemische behandelingen (etsen). Chemische verankering wordt bekomen door chemische reactie van het materiaal dat aangebracht wordt met reactieve groepen aan het oppervlak van de kunststof. Deze groepen hebben doorgaans ook een polair karakter en bevorderen dus ook de bevochtigbaarheid. Technieken om reactieve groepen aan het oppervlak te introduceren zijn ondermeer vlambehandeling, corona behandeling, UV-ozon behandeling, (oxy)fluorinatie en plasmabehandeling.

Een *chemische activatie* kan bv. bestaat uit een verweking door solventen gevolgd door een etsstap met een agressief bijtmiddel. Het gebruik van een “primer” berust op dit principe en wordt vaak aangewend als voorbehandeling op het lijmen.

Door *(oxy)fluorinatie* wordt het oppervlak van de kunststof geactiveerd en de eigenschappen zoals bevochtigbaarheid en permeabiliteit permanent gewijzigd. Het substraat wordt blootgesteld aan een N_2-atmosfeer met max. 10% F_2 eventueel in aanwezigheid van O_2 (oxyfluorinatie) bij een zwak verlaagde druk bij temperaturen tot 110°C. Naast een verhoogde oppervlakteenergie, verkrijgen deze substraten ook een verhoogde diffusiebarrière voor organische solven-

ten. Dit proces geeft echter aanleiding tot emissies van fluor en HF die behandeld moeten worden.

Vlambehandeling wordt uitgevoerd bij omgevingsdruk. Het oppervlak wordt kort blootgesteld aan de vlam van een gasbrander die een sterk oxiderende toestand creëert (overmaat zuurstof). Het oppervlak wordt geoxideerd en de polaire groepen die gevormd worden geven de kunststof een verbeterde bevochtigbaarheid. Het proces kan toegepast worden op folies, platen en complexe voorwerpen, maar het activatie-effect neemt af in functie van tijd waardoor behandelde substraten best onmiddellijk verder behandeld worden. Het proces zelf is moeilijk te controleren waardoor de kans bestaat dat het oppervlak smelt of verbrandt wanneer de temperatuur te hoog oploopt. Verder houdt deze techniek veiligheidsrisico's in. Er is brand- en explosiegevaar door het werken met open vlam in aanwezigheid van brandbare materialen en door de aanwezigheid van de noodzakelijke gasvoorzieningen.

Bij de *UV-ozonbehandeling* wordt het kunststofoppervlak belicht met een UV-lamp. Door het UV-licht wordt ozon gevormd in de lucht tussen de lamp en het oppervlak. Zowel de ozon als het UV-licht geven aanleiding tot reacties. Het UV-licht breekt de polymeerketens, veroorzaakt radicalaire sites en bevordert reacties met ozon en zuurstof. Grotere installaties kunnen best voorzien worden van een ozonquencher.

Een *coronabehandeling* is een voorbehandeling waarbij een elektrische ontlading wordt gebruikt om het oppervlak van folies of platen te activeren. Het substraat wordt in een ontladingsveld geplaatst tussen twee elektrodes waartussen een wisselspanning wordt aangelegd van 10-20 kV met een frequentie van 20-40 kHz. Hierdoor ontstaat een plasma dat samengesteld is uit vele kleine puntontladingen. De activatie van het oppervlak neemt af in functie van de tijd, typisch enkele dagen tot weken. De behandeling vindt normaal plaats in omgevingslucht. In het ontladingsveld worden reactieve verbindingen (zoals radicalen en ozon) gevormd. Omwille van de ozonvorming is het aangewezen een ozonquencher te gebruiken om de afgassen te behandelen.

Een *lage-druk-plasmabehandeling* wordt uitgevoerd onder vacuüm met een plasma (gasontlading) in een inert gas (argon, helium) met lage concentraties reactief gas (zuurstof, stikstof, ammoniak, …). Lage-druk-plasma ontstaat door elektrische excitatie van het inert gas in het frequentiegebied van kHz, MHz of GHz en dit bij werkdrukken tot 1 mbar. De elektrische ontladingen gebeuren in tegenstelling tot corona in de vorm van een uniform plasma. Dergelijke plasmabehandeling leidt tot een hoger niveau van activering dat langere tijd behouden blijft. In het plasma worden de gasatomen en -moleculen geïoniseerd of geëxciteerd en versneld. Door botsingen tussen deze geïoniseerde atomen, moleculen en radicalen met het substraatoppervlak worden chemische bindingen gebroken en polaire groepen gevormd maar treedt ook een oppervlakte verruwing op. Zo wordt het oppervlak gereinigd en geactiveerd.
Afhankelijk van het gebruikte type gas en de procesparameters (frequentie, gasdebiet, procestijd) ontstaat een bepaalde reactie, die het effect van het plasma op de kunststof bepaalt. Door reactieve gassen toe te voegen aan de inerte atmosfeer, kunnen specifieke chemische functies ingebouwd worden aan het oppervlak van de kunststof die de hechting van lijm, inkt of lak bevorderen. Het is ook mogelijk om met deze techniek een dunne deklaag aan te brengen.
Lage-druk-plasmatechnieken vereisen aanzienlijke investeringen omwille van de lage drukapparatuur. Het is een batchproces dat meestal slechts toegepast wordt op folies indien daarna een vacuüm coatingproces uitgevoerd wordt. Anderzijds is deze techniek erg geschikt om complexe 3-dimensionele voorwerpen te behandelen met groeven en holtes. Deze techniek is echter niet voor alle kunststoffen inzetbaar. Zo kan een kunststof die veel weekmakers bevat moeilijk of

niet onder vacuüm behandeld worden. Bij dit proces worden nagenoeg geen schadelijke gassen geëmitteerd.

Een *atmosferische plasmabehandeling* wordt uitgevoerd in een inerte gas bij temperaturen tussen omgevingstemperatuur en circa 100°C. Deze plasmatechniek wordt bij atmosfeerdruk toegepast en kan ingeschakeld worden in een continue procesvoering. De plasmaontladingen die aangewend worden leveren doorgaans een hoger activatieniveau en een meer uniforme oppervlaktebehandeling dan coronabehandeling. Bovendien neemt het activatieniveau minder snel af in functie van de tijd.
Door de opkomst van nieuwe drukprocessen (bv digitaaldrukken) worden steeds hogere eisen gesteld met betrekking tot oppervlakteactivering. Hierdoor wordt verwacht dat het belang van atmosferische plasmabehandelingen gevoelig toe zal nemen.
Door chemische precursoren te injecteren in het plasma is het mogelijk om naar wens specifieke chemische groepen aan het oppervlak te verankeren. Die moeten ervoor zorgen dat een goede chemische binding bekomen wordt met het lijm- of laksystemen dat vervolgens wordt aangebracht. Deze precursoren of afbraakproducten ervan, kunnen restemissies veroorzaken. Er moet gestreefd worden naar procescondities waarbij de precursor optimaal gedoseerd wordt zodat geen restemissies optreden.
Momenteel wordt onderzoek verricht naar het aanbrengen van (multi)functionele deklagen via deze technologie, waarbij geen solventemissies of watervervuiling ontstaat. Deze techniek is energetisch meer efficiënt dan watergebaseerde systemen omdat geen extra droogstap ingelast hoeft te worden. Een combinatie met UV-systemen en sol-gel technieken behoren tot de mogelijkheden voor de toekomst.

– *Milieuaspecten*

Water
Bij het reinigen van het oppervlak kan afvalwater ontstaan wanneer waterige spoelmiddelen gebruikt worden.

Lucht
Bij het reinigen van het oppervlak kunnen VOS-emissies optreden wanneer middelen gebruikt worden die vluchtige organische stoffen bevatten, bv. een water-isopropanol mengsel.
Bij vlambehandeling is vrij energetisch en leidt tot de directe emissie van CO_2.
Bij (oxy)fluorinatie ontstaan emissies van gasvormige gefluoreerde verbindingen (bv. HF) en fluor. Hiervoor moeten de nodige maatregelen genomen worden, o.a. werken bij onderdruk en afgasreiniging.
Verbindingen zoals stikstofoxiden en ozon worden in grote hoeveelheden gevormd in het ontladingsveld bij coronabehandeling en bij behandeling met UV en ozon. De afgassen moeten gezuiverd worden met een ozonquenchinstallatie.
Bij de lage-druk plasmabehandeling zijn slechts kleine en laag belastende debieten geproduceerd.

Veiligheid
Bij toepassen van vlambehandeling als activatie bestaat brandgevaar.
Bij (oxy)fluorinatie ontstaan toxische emissies.
Bij coronabehandeling en UV-ozon is afzuiging noodzakelijk. Bij UV-ozon is een bijkomende afscherming voor UV-straling nodig.

Energie
Droge technieken vergen geen energie voor het drogen.
Plasmatechnieken en UV-ozon zijn energetisch erg efficiënt.
Vlambehandeling is een vrij energetische behandeling.

3.6.2. Verbindingstechnieken

a. Lijmen

Bij het lijmen worden twee materialen, aan elkaar bevestigd met een tussenstof, de lijm, die zich aan de twee materialen hecht door adhesie en die tegelijk zelf voldoende cohesie bezit om het geheel aan elkaar te houden. Er moet steeds druk uitgeoefend worden om de lijm goed te verdelen. Om twee of meer verschillende kunststoffen aan elkaar te verbinden of om een kunststof aan een ander materiaal te verbinden, wordt vaak lijm gebruikt.

Uit de enquêteresultaten van de studie (Aminal, 2003) kunnen we afleiden dat in de meeste kunststofverwerkende bedrijven solventlijmen worden gebruikt. Qua volume draagt deze soort lijm bij voor 53% van het totaal aan gebruikte lijm. Het gemiddelde solventgehalte bedraagt 65%. Het grootste gedeelte van de VOS-emissies te wijten aan het gebruik van solventlijmen, is afkomstig van de verwerking van schuim (PU-schuim, polystyreen). De lijmen worden gebruikt voor het vervaardigen van matrassen, matten en autozetels. Uitzonderlijk worden soms ook watergedragen lijmen gebruikt voor het bevestigen van textiel op schuimen. Een ander belangrijk gedeelte solventlijmen gaat naar het produceren van laminaten en voor het belijmen van PVC.

Naast de traditionele solventlijmen worden smeltlijmen vaak gebruikt met als volumepercent 16%. Watergedragen lijmen worden slechts in enkele bedrijven gebruikt, maar wel in grote volumes, zodat de bijdrage op 31% komt te liggen.

De meest voorkomende applicatietechnieken zijn: borstelen, pneumatisch spuiten, airless spuiten, rollen en spatelen.

- voorbehandeling

Voor een lijm toegepast kan worden, moet het oppervlak van de kunststof grondig gereinigd en/of voorbehandeld worden om onzuiverheden en resterende lossingsmiddelen te verwijderen. Het oppervlak van de te verbinden substraten moet gereinigd worden met solventen of via mechanische weg, zelfs in het geval van gemakkelijk te verbinden kunststoffen. In sommige gevallen moet het oppervlak vooraf mechanisch ruw gemaakt worden.
Er zijn kunststoffen die niet verbonden kunnen worden tenzij ze vooraf chemisch geëtst en elektrostatisch behandeld worden met een coronaplasma of behandeld met een oxiderende vlam.

- verlijmen met solventlijm

Om thermoplasten van dezelfde aard te verbinden worden meestal lijmen op basis van solvent gebruikt.
– Deze lijmen bestaan uit opgeloste polymeren die compatibel moeten zijn met de te verlijmen materialen. De aanwezigheid van het solvent zorgt voor:
– de bevochtiging van het materiaal;
– de gedeeltelijke oplossing van het te verlijmen materiaal, verweking;
– de diffusie van moleculen tussen het materiaal en de lijm.

De lijmen bevatten 50 tot 80% oplosmiddel (o.a. tolueen, aceton en gechloreerde koolwaterstoffen), dat geabsorbeerd en/of verdampt wordt.

Deze techniek wordt voor een groot gamma materialen toegepast. Ook verschillende soorten thermoplasten kunnen met solventlijmen verbonden worden, op voorwaarde dat de kunststoffen in opgeloste toestand onderling compatibel zijn. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de meest gebruikte solventen in lijm.

Tabel 16: Overzicht van de meest gebruikte solventen in lijmen (Presti, 1996)

Kunststof	Solventen
Cellulose	Aceton, methylethylketon, acetaten van methyl, ethyl, buthyl, nitromethaan
Polystyreen	Tolueen, xyleen, methylethylketon, ethylacetaat, dichloormethaan, trichloro-ethyleen, tetrachloorethyleen
PVC, copolymeren van acetaat en vinylchloride	Methylethylketon, methylisobutyketon, xyleen, tetrahydrofuraan + cyclohexonon (80-20), dioxaan + isophoron + methylethylketon + methanol + azijnzuur + dioctylftalaat (20-3-60-12-2-3)
PC	Dichloormethaan + 1,2-dichloorethaan + een beetje polycarbonaat, 1,2-dichloorethaan, dichloormethaan + methylmetacrylaat (60-40)
PMMA	Dichloormethaan, 1,2-dichloorethaan, dichloormethaan + methylmethacrylaat (50-50), azijnzuur
PA (moeilijk te verlijmen)	Mierenzuur of azijnzuur

Deze methode wordt toegepast op amorfe thermoplasten (PS, PMMA, PC, PVC, …) en is ook geschikt voor thermoharders. Kristallijne thermoplasten, zoals PE, PET en PP zijn meestal goed bestand tegen organische solventen en kunnen niet met deze lijmen verbonden worden.

De verlijming met solventen kan op 3 manieren uitgevoerd worden:
- enkel met solvent: het solvent maakt het oppervlak van de te lijmen kunststof week (gedeeltelijke oplossing). De adhesie komt vervolgens tot stand door een eenvoudige druk op te leggen. Het solvent droogt, zonder chemische producten achter te laten die eventueel als weekmaker zouden kunnen optreden. Solventen met een laag kookpunt geven snel een goede adhesie, maar kunnen aanleiding geven tot vorming van microscheurtjes (cracking en crazing) bij bepaalde kunststoffen (PMMA, PC, PS, …)
- met een gedopeerd solvent: om het solvent te versterken kan er een polymeer in opgelost worden dat van dezelfde aard is als de te verlijmen kunststof. De toegevoegde kunststofmoleculen die achterblijven na het verdampen van het solvent vullen dan de leegtes op tussen de twee kunststoffen. De mechanische weerstand van de verbinding is daardoor beter. Het gebruikte polymeer heeft een hoge molecuulmassa. Vanwege de lage oplosbaarheid hiervan hebben deze producten een hoog solventgehalte (> 60%).
- monomeer en solvent: vaak is een polymeer goed oplosbaar in zijn monomeer. Een polymeriseerbaar monomeer kan dan als solvent gebruikt worden. Door toevoeging van een geschikte katalysator wordt de polymerisatie van het monomeer uitgelokt. Aldus is de verbinding van een uitstekende kwaliteit. Deze chemisch drogende formuleringen hebben een relatief laag solventgehalte (30-60%).

- Alternatieven

In eerste instantie kan uitgekeken worden naar lijmen met minder schadelijke solventen en naar lijmen met een lager solventgehalte. Maar ook in deze gevallen blijft de solventemissie een feit.

De voornaamste alternatieven die de solventemissies vermijden, zijn:
- lijmen op waterbasis waarbij water gebruikt wordt als oplosmiddel of dispersiemiddel. Het water verdampt bij de uitharding. Een klein gehalte aan organisch solvent (3 tot 18%) blijft noodzakelijk om de oplosbaarheid van de bindmiddelen te verhogen.
- smeltlijmen zijn gebaseerd op thermoplastische polymeren en bevatten geen solventen (vb. polyethyleen vinyl acetaat, polyamide en polyester). De polymeren zijn bij kamertemperatuur vast en worden geactiveerd bij verhoging naar het smeltpunt. De binding ontstaat wanneer de lijm afkoelt. Hierbij vinden geen chemische reacties plaats. Smeltlijmen worden doorgaans gebruikt bij toepassingen op kamertemperatuur en zijn geschikt om poreuze materialen aan elkaar te binden.
- vloeibare reactielijmen zijn één- of twee-component systemen. (bv. epoxy, polyurethanen, cyano-acrylaten, siliconen). Deze lijmen kunnen uitharden bij kamertemperatuur of bij hogere temperaturen. Bij één-componentlijm moet het systeem opgewarmd worden om de uithardingsreactie te initiëren. Bij twee-componenten lijm wordt een tweede component aan de eerste toegevoegd om de netwerkvorming te veroorzaken. De tweede component moet juist gedoseerd worden en wordt ook het hardingsmiddel, de harder, de katalysator of de versneller genoemd. Geen van beide componenten bevat solventen. Sommige systemen bevatten toxische componenten zoals amines (epoxyhars), formaldehydes (ureumformaldehyde, melamine formaldehyde) of isocyanaten (polyurethaan).
- UV-lijm heeft UV-bestraling nodig om uit te harden. Met sterke UV-bronnen is het mogelijk om een snelle uitharding te bekomen wanneer dit vereist is. In het algemeen zijn blinde en gesloten onderdelen echter moeilijk te verlijmen met deze techniek omdat het UV-licht de lijm niet kan bereiken.

In Tabel 17, p. 140, worden de kenmerken van de verschillende lijmtypes samengevat:

In (Aminal, 2003) worden de smeltlijmen als alternatieve optie naar voor geschoven om de solventlijmen te vervangen.

b. Lassen

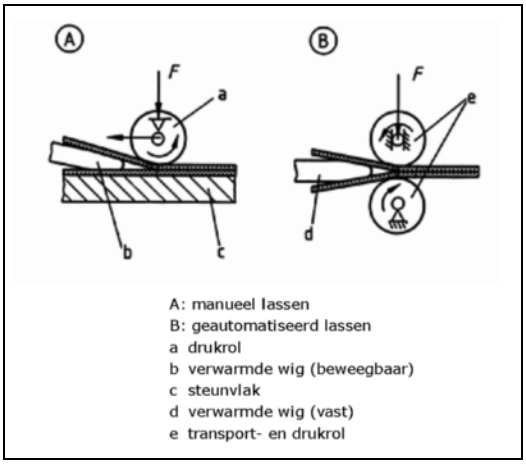
Het lassen van kunststof is beperkt tot de thermoplastische kunststoffen, omdat enkel kunststoffen die door het toevoegen van warmte zachter worden of smelten zonder te degraderen, lasbaar zijn. In principe kan men zeggen dat alleen dezelfde materialen aan elkaar gelast kunnen worden. Amorfe kunststoffen waarvan de verwerkingstrajecten dicht bij elkaar liggen, vormen een uitzondering. Voorbeelden hiervan zijn ABS-PMMA, ABS-SAN PMMA-PC, PUR-PA, PVC-PMMA, PVC-SAN.
Bij lassen worden twee materialen aan elkaar verbonden door het toevoegen van energie aan de samengebrachte grensvlakken. Hierdoor warmen de grensvlakken op en komen in een plastische toestand. Hierbij vervloeien de polymeerketens van beide componenten in elkaar. Bij afkoelen wordt de een verbinding gerealiseerd. Om een goede binding tot stand te brengen moet het materiaal opgewarmd worden tot een temperatuur die vergelijkbaar is met deze van het kunststofverwerkingsproces (extrusie, spuitgieten, …).
De lastechnieken vereisen de inbreng van energie via:
- thermische geleiding: vb. spiegellassen;
- convectie: vb. lassen met heet gas;
- straling: vb. lassen met thermische straling of laserlassen;
- wrijving: vb. wrijvingslassen (externe wrijving), ultrasoon lassen (interne wrijving) en hoog frequent lassen;
- of inductie.

Tabel 17: Kenmerken van de verschillende lijmtypes (Presti, 1996)

Solventlijmen	Watergebaseerde lijmen	Smeltlijmen	Reactieve lijmen
Milieu			
VOS-emissies	Beperkte VOS-emissies Kans op watervervuiling	100% vast, geen solvent, geen VOS-emissies	Opletten voor amines, isocyanaten
Veiligheid – gezondheid			
Explosie- en brandgevaar (ventilatie/behandeling van de emissies nodig) Toxische producten	Niet ontvlambaar Geen toxische concentraties	/ Gevaar voor brandwonden	Geen solventen, tenzij bij te hoge viscositeit Toxische producten nevenproducten
Opslag			
Stabiel	Minder stabiel Meer plaats nodig voor stockage en gebruik	Gemakkelijk te stockeren, hanteren en transporteren	
Gebruik			
Snelle droging Geen energie nodig voor verdamping	Trage droging, tragere productie Energie nodig voor verdamping	Snelle verbinding, weinig productieverlies Geen droogtunnel nodig	Voorafgaande menging en/of uitharding Vaak energie-inbreng nodig
Compatibiliteit lijm/materiaal			
Eventueel probleem	Enkel poreuze of doorlaatbare materialen	ook voor ondoorlaatbare materialen	
Randvoorwaarden			
Snelle verdamping	– Verdamping functie van buitenvoorwaarden – Strikte toleranties – Aanpassing van de verwerking nodig tov solventlijmen (viscositeit) – Strengere oppervlaktebehandeling – Apparatuur in inox	– Weinig problemen met temperatuur – Terug opwarmen of afkoelen mogelijk – Aankoop van smeltapparatuur nodig – Gemakkelijk te automatiseren	Opletten met potlife
Kwaliteit verbinding			
Performante verbindingen	– Dunne en homogene lagen – Verbinding gevoelig voor vocht – Hechting meer beperkt – Gemiddeld mindere prestaties	– Geen heel dunne lagen – Gevoelig voor warmte – Geen grote prestaties	Structurele verbindingen

- spiegellassen:

Hierbij worden de te lassen delen rechtstreeks of onrechtstreeks via geleiding verwarmd door een heet metalen element. De plaat is daarbij voorzien van een niet hechtende laag (meestal Teflon) om het kleven van de smeltende kunststof te voorkomen. Wanneer de te verbinden vlakken voldoende zijn verwarmd, wordt de plaat teruggetrokken en de beide delen op elkaar gedrukt, waarmee de lasverbinding een feit is. Het proces gaat altijd gepaard met braamvorming.



Figuur 74: Manuele en mechanische wiglas (Ullmann, 2003)

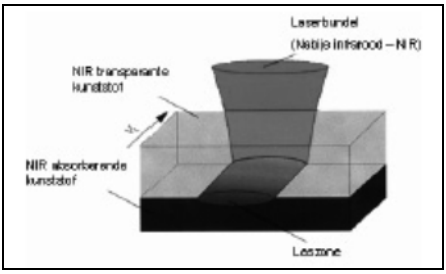
- laserlassen:

Laserlassen maakt enkel gebruik van licht en is daardoor interessant voor kunststoffen die het laserlicht doorlaten. Deze techniek laat toe inwendig te lassen met een geringe toevoer van warmte en minimale vervorming van de componenten (zie Figuur 75, p. 142). Het laserlassen van kunststoffen maakt gebruik van een overlapconfiguratie waarbij een laserlicht doorlatend materiaal aan een laserlicht absorberend materiaal wordt gelast. de laserstraal gaat eerst doorheen het transparante materiaal, en wordt vervolgens geabsorbeerd aan het oppervlak van het onderliggende materiaal. Daar ontstaat lokaal een smeltzone, waarvan de warmte door geleiding wordt overgedragen naar het contactoppervlak van het bovenliggende transparante materiaal. Ook daar ontstaat een smeltzone die zich met de eerste smeltzone gaat vermengen. Bij afkoeling ontstaat een verbinding tussen beide materialen. Belangrijk voor deze toepassing is de keuze van de geschikte pigmenten. Deze bepalen naast de kleur ook de absorptie- en transmissiekarakteristieken van de kunststof.

Bij de montage van kunststofonderdelen worden de delen soms aan elkaar gelast via ultrasoon lassen. Door wrijving op hoge frequenties wordt het materiaal plaatselijk opgewarmd en aan elkaar gesmolten. Dit heeft geen milieu-effecten tenzij de elektriciteit die erbij verbruikt wordt.

- wrijvingslassen:

Bij deze techniek wordt de warmte opgewekt door de te lassen componenten ten opzichte van elkaar te verplaatsen. Dit kan gebeuren in een draaibeweging (spinlassen) of door vibratie. Door wrijving worden de materialen opgewarmd en kunnen ze aan elkaar gesmolten worden.



Figuur 75: Laserlassen van kunststoffen (Vito, 2005)

- ultrasoon lassen:

Dit is een vrij algemeen toegepaste lastechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van mechanische trillingen met een hoge frequentie (20-40 kHz). Als de verschillende componenten op de juiste manier ontworpen zijn, zorgen deze trillingen voor een plaatselijke warmteontwikkeling aan het verbindingsvlak. De lastijden zijn erg kort (< 1,5 s) en de techniek is in veel gevallen zeer goed te automatiseren. De gereedschapskosten zijn vrij hoog, waardoor het geschikt is voor de grotere series.
Bij ultrasoon lassen treedt een ultrasone trilling op als energiedrager. Een mechanische golf van een piezo-elektrische vibrator wordt in één van de twee te lassencomponenten ingebracht met een versterker en een sonotrode. De componenten worden tussen de sonotrode en een stationair aanbeeld geplaatst. De sonotrode veroorzaakt een staande mechanische golf met een maximale amplitude bij het grensvlak tussen de twee componenten. Bij het contactoppervlak wordt het materiaal snel opgewarmd door interne wrijving.

- hoogfrequent (HF) lassen:

Het hoogfrequent lassen van kunststoffen wordt zeer veel toegepast (overal waarbij PVC en PU producten gelast moeten worden). Bekende producten waarbij gebruik wordt gemaakt van hoogfrequent lassen zijn automatten, babykussens, screendoek, waterbedden, opblaasbare boten, infuus- en bloedzakken, dekzeilen, transportbanden, regenkleding, schrijfwaren, tenten, luchtfilters, reclamezeilen etc.
Het principe van het hoogfrequent lassen berust op di-elektrische verwarming van het te lassen materiaal. Het te lassen materiaal wordt tussen twee metalen platen (de elektroden) aangebracht waarna een HF-spanning op de platen wordt aangesloten. Hierdoor worden de moleculen in het materiaal in trilling gebracht hetgeen tot opwarming tot de smelttemperatuur zal leiden. Door twee lagen materiaal tegelijkertijd in het HF-veld te brengen en ze op elkaar samen te persen zullen de lagen met elkaar versmelten en zal een sterke lasverbinding gevormd worden.
Sommige materialen warmen in een HF-veld beter op dan andere en zijn daardoor beter geschikt voor HF-lassen. Dit heeft te maken met de mate waarin de moleculen van het materiaal zich in trilling laten brengen door het HF-veld. Dit geeft men aan met de verliesfactor van het materiaal. Hoe hoger de verliesfactor van het materiaal, hoe gemakkelijker het materiaal met HF-lasbaar is. Bijzonder goed lasbaar zijn thermoplastische kunststoffen als PVC en PU; deze materialen worden dan ook bij uitstek met HF-lasmachines gelast. Veel minder goed HF-lasbaar zijn bijvoorbeeld PE en diverse harde kunststoffen.
Het grote voordeel van HF-lassen is de snelheid: omdat het materiaal van binnenuit verwarmd wordt, vindt de versmelting zeer snel plaats, vaak al binnen enkele seconden. Bij alle andere soorten verwarming, zoals met gloeidraden, hete lucht of infrarood straling, moet de warmte van buitenaf worden toegevoerd. Hierbij moet de warmte eerst door het materiaal heendringen.

c. Mechanische verbindingen

Materialen kunnen ook verbonden worden met de gewone bouten, vijzen en nagels. Deze kunnen vervaardigd zijn uit hetzelfde materiaal als de te verbinden componenten of uit een andere materie.

d. Milieuaspecten

Water

lijmen
Indien waterverdunbare lijmen gebruikt worden, heeft men een afvalwaterstroom.

Lucht

lijmen
Emissies van VOS en stof zijn mogelijk tijdens de oppervlaktevoorbehandeling voor het lijmen, de lijmvoorbereiding (transport, opslag, mengen, omroeren, opwarmen, overgieten), het verlijmen zelf, het drogen van de lijm en bij het reinigen van lijmapparaten en dergelijke met solventen..
Tijdens de verlijming ontstaan luchtemissies door verdamping uit de lijmrecipiënten, het ingesmeerde werkstukoppervlak en het aanbrengmateriaal. Typische emissies zijn residuële monomeren, reactieproducten hars/verharder, solventen en neveldampen bij het spuiten. Soms kan weekmaker uit de kunststof vrijkomen.
Solventgehalte van de lijmen:
- Solventlijmen bevatten grote hoeveelheden organische producten, zoals tolueen, aceton en/of gechloreerde koolwaterstoffen die verdampen tijdens de verlijming en het uitharden van de verbinding.
- Reactieve lijmen bevatten geen oplosmiddelen, maar kunnen ook aanleiding geven tot (toxische) VOS-emissies. Bij ureumformaldehydelijmen kan de emissie van formaldehyde zelfs verschillende maanden duren.
- Watergedragen lijmen bestaan enkel uit bindmiddel en bevatten slechts een kleine hoeveelheid solvent.

Omwille van de kwaliteitseisen die aan de verbinding gesteld worden, is het niet steeds eenvoudig om minder schadelijke alternatieven te vinden.
Dichloormethaan wordt als brandwerend solvent gebruikt in lijmen.

lassen:
Lassen kan gepaard gaan met geur omdat de kunststoffen plaatselijk opgewarmd worden.

Veiligheid

lijmen:
Verschillende organische solventen die in de lijmen zitten, zijn ontvlambaar en kunnen brand- en explosiegevaar meebrengen. Vaak zijn de solventen ook toxisch voor de mens bij inademing of contact met huid/ogen.

Afval
Afval komt voor in de vorm van inkt- en lakresten, gebruikte verpakkingen, lijmresten en kunststofafval.

Energie
Bij de nabehandelingen wordt energie verbruikt.

3.6.3. Bedrukken, lamineren en bevlokken

a. Bedrukken

In de grafische sector wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende processtappen bij het bedrukken:
– de voorbereiding om van de oorspronkelijke tekst of beelden te komen tot een drukvorm;
– drukkende en niet-drukkende proefsystemen voor het maken van kleurproeven;
– de vervaardiging van de drukvorm, vb. offsetplaten, rubberen drukvormen voor flexodruk, etsen en graveren van diepdrukcilinders, e.d.;
– het bedrukproces.

In deze studie komt enkel het bedrukken van de kunststof aan bod omdat de voorgaande processtappen reeds in de BBT-studie voor de grafische sector (Derden A., 1998), beschreven werden en tot het specifieke domein van de grafische industrie behoren. In de voorliggende studie concentreren we ons op de karakteristieke eigenschappen en milieuaspecten van het bedrukken van kunststoffen.

In principe kunnen verschillende druktechnieken toegepast worden op kunststoffen. Maar de gekozen techniek hangt af van de materiaaldikte en -vorm (film, plaat of 3-dimensioneel voorwerp). Films worden meestal gedrukt met rotatie drukprocessen (flexo of gravure druk). Platen die nog een vacuüm hersmolten moeten worden, worden via offset gedrukt. De meest gebruikte techniek is zeefdruk. Deze wordt gebruikt voor platen en voorwerpen. (Ullmann, 2003).

Bedrukken is een techniek die voornamelijk toegepast worden bij weekgemaakt PVC, bij soepele folies en vloerbedekking. Voor verschillende toepassingen (vb. hout print op vloerbedekking) wordt vooraf een grondlaag aangebracht en nadien een toplaag die de print beschermt.

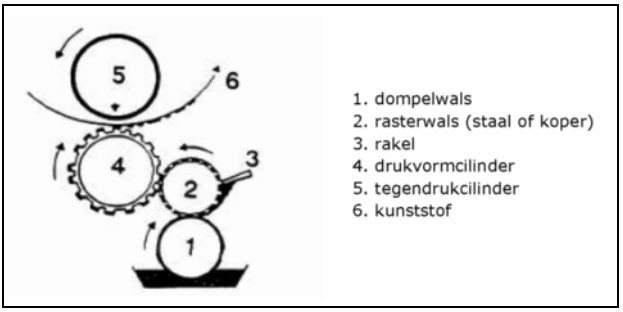
– voorbehandeling

De kunststoffen moeten soms voorbehandeld worden om de oppervlakte-eigenschappen te verbeteren zodat de hechting van de drukinkt gerealiseerd kan worden (zie 3.6.1). Bij het bedrukken van PP margarinekuipjes bijvoorbeeld dient het oppervlak vooraf geactiveerd te worden met een coronabehandeling.

– druktechnieken

Voor het bedrukken van kunststof worden vooral de flexo- en diepdrukprocessen toegepast. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen oplosmiddelhoudend drukken en waterig drukken. Bij flexo- en diepdrukken gaat het niet alleen om het bedrukken van het substraat, maar ook om het aanbrengen van een lak- of beschermingslaag met behulp van een drukpers of om lamineren (aanbrengen van een lijmlaag). Daarnaast kunnen ook inkten aangebracht worden via een zeefdrukproces of via indirecte drukprocessen zoals tamponprint.

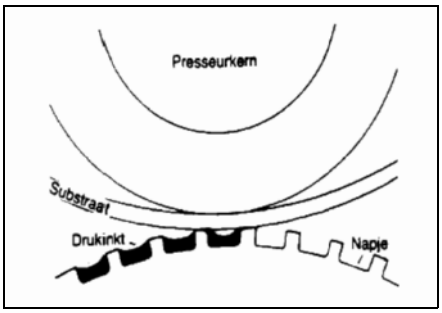
Flexodruk
Bij flexodruk liggen de drukkende delen verhoogd op de drukvorm, vergelijkbaar met een stempel. De drukvorm is in spiegelbeeld. Men onderscheidt rubberen of fotopolymeren drukvormen. De drukvormen worden bevestigd op de drukvormcilinder met behulp van tweezijdige kleefband of op sleeves. De beïnkting van de drukvorm gebeurt meestal onrechtstreeks via een rasterwals. De dompelwals wordt meer en meer vervangen door een rakelkamer. Het contact van het substraat met de drukvorm wordt bewerkstelligd door een tegendrukcilinder of tamboers. Bij het bedrukken van kunststof gebeurt flexodruk uitsluitend via rotatiedruk.



Figuur 76: Flexodrukprocédé (Derden A., 1998)

Na het drukken heeft de droging plaats. Deze gebeurt op basis van verwarmde lucht die met een hoge stroomsnelheid op het substraat wordt geblazen.
Voor het reinigen worden gelijkaardige solventen gebruikt die ook in de inkten zitten. Ultrasoon reinigen en hoge druk poeder reinigen wordt ook toegepast (European Commission, 2005).

Diepdruk
Bij diepdruk liggen de drukkende delen verdiept in de drukvorm. De drukvorm is een stalen cilinder die voorzien is van een koperlaagje. In deze koperlaag worden de napjes aangebracht. Nadien wordt de drukvorm voorzien van een chroomlaag. De drukinkt komt terecht in de napjes.



Figuur 77: Diepdrukprocédé
(Bron: Schulz, E.: Flexodrukken, Veenendaal, Gaade & C° uitgevers C.V., 1986)

De diepdrukcilinder loopt door een inktbak waaruit hij overvloedig inkt opneemt. Een rakel die tegen de cilinder drukt, verwijdert de overtollige inkt van de drukvorm. De drukvorm komt vervolgens in aanraking met de substraatbaan. Om een soepele druk te krijgen is de tegendrukcilinder met rubber bekleed of wordt er tussen de stalen tegendrukcilinder en de drukcilinder een rubberen rol van geringere diameter ingeschakeld. Als het te bedrukken materiaal tegen de drukvorm wordt geperst. Tengevolge van de hoge kostprijs van de drukvorm, wordt diepdruk vooral toegepast voor het drukken van grote en/of vaak weerkerende orders waaraan strenge kwaliteitseisen worden gesteld.
De grote snelheid van de drukpers maakt het snel drogen van de inkt tussen elke drukgang noodzakelijk. Het bedrukte materiaal wordt telkens via drooginstallaties naar de volgende drukeenheid gevoerd. Daarom is het nodig om te werken met drukinkten die zeer vluchtige oplos-

middelen bevatten. De meest gebruikte oplosmiddelen in de diepdruk zijn ethylacetaat en ethanol, die meestal als een mengsel worden gebruikt. Dit maakt dat de gebruikte solventen niet gerecycleerd kunnen worden.
Het diepdrukprocédé wordt toegepast voor het bedrukken van verpakkingsmaterialen en dergelijke.
De cilinders worden met solventen en/of loog gereinigd. Indien dezelfde print later nog gebruikt zal worden, worden de cilinders bewaard. Anders worden ze klaargemaakt voor een volgende run door de gegraveerde koper-chroomlaag te vervangen door een andere.

Zeefdruk
Een zeef, d.i. een dicht geweven doek (meestal van polyester of PA), wordt voorbereid door ze met een lichtgevoelige laag in te smeren. Vervolgens wordt het beeld van de film belicht op de zeef en de niet-belichte delen worden verwijderd door de zeef met water te spoelen. Wanneer de zeef droog is, kan ze op de pers ingesteld worden, klaar om te drukken.
Wanneer de zeef ingesteld is op de drukmachine, wordt de inkt op de zeef gegoten en zal een rakel over de zeef geleid worden, waardoor de inkt door de mazen van de zeef geperst wordt, en een beeld gedrukt wordt op het materiaal dat onder de zeef ligt. De inkt zal enkel door de belichte delen migreren. In de zeefdruk kan gebruik gemaakt worden van solventgebaseerde, watergebaseerde en UV-inkten. Zo wordt kleur per kleur het beeld opgebouwd. Na elke kleur wordt het bedrukt materiaal gedroogd. Het droogprocédé kan gebeuren in droogrekken of met behulp van warme lucht in een droogtunnel. In geval van UV-inkten wordt gebruik gemaakt worden van een UV-brug (geforceerde droging via UV-stralen). Het voordeel hierbij is dat men geen solventen meer gebruikt in het drukproces.
Wanneer de printopdracht beëindigd is en er minder dan 4.000 prints met de zeef gedaan zijn, dan is het gaas nog van goede kwaliteit en moet de zeef gereinigd worden om ze daarna opnieuw te gebruiken. Het uitwassen van de inkt gebeurt met een solventgebaseerd middel. Indien het in een geautomatiseerde zeefwasinstallatie gebeurt, wordt het reinigingsmiddel geregenereerd en kan het opnieuw gebruikt worden voor reinigingsactiviteiten. Bij gebruik van watergedragen drukinkten moeten meer agressieve middelen ingezet worden, omdat deze inkten moeilijker te verwijderen zijn.
Wanneer een zeef meer dan 4.000 druks verwerkt heeft, kan men het gaas verwijderen zonder eerst te reinigen, om ze dan als chemisch afval te laten verwijderen.
Niet enkel gebruikte zeven, maar ook nieuwe zeven moeten ontvet worden voor gebruik. Dit gebeurt manueel of automatisch met een waterig, oppervlakte-actief ontvettingsmiddel. Nadien wordt met water gespoeld tot het schuim verdwenen is.

Indirecte drukprocessen
Voorwerpen met een complexe vorm kunnen bedrukt worden met een indirect drukproces met name via een intermediair elastisch, meestal rubberen substraat. Het te printen patroon wordt dan bv. via een rubberen rol overgebracht van een in diepte geëtste stalen applicatorrol die met inkt gevuld is, naar het oneffen te printen oppervlak.
Reiniging gebeurt met de hand met doeken en reinigingsmiddelen. Deze bestaan hoofdzakelijk uit koolwaterstoffen en water. Steeds meer worden hoogkokende (koolwaterstoffen met een flashpunt boven 100°C) en plantaardige olie esters en/of mengsels gebruikt.
Een andere indirecte drukmethode is de *tampondruk*. Hierbij wordt een negatief geëtst drukblok automatisch gevuld met inkt en afgestreken met een rakel. De inkt die op de dieperliggende plaatsen achterblijft, wordt daarna overgebracht op het substraat via een tampon. Deze heel flexibele druktampon is vervaardigd uit een siliconen rubber en kan in verschillende vormen gemaakt worden, zodat de onregelmatigheden en welvingen in het oppervlak van het voorwerp

dat bedrukt moet worden geen belang meer hebben. Ook multikleur, nat-op-nat bedrukken is mogelijk.

Afwerking
Soms wordt na het bedrukken een toplaag aangebracht om de print te beschermen. Dit wordt soms coating, vernissen of overprinten genoemd. De vernis is kleurloze, transparante inkt zonder pigmenten eventueel met een hoge viscositeit. De vernis droogt door verdamping, oxidatie of door UV-uitharding. Deze laag kan aangebracht worden in dezelfde lijn als het drukproces of in een afzonderlijke machine.

– *drukinkten*

Bedrukken kan met inkten/lakken op basis van organisch oplosmiddel, met watergedragen inkten, UV-inkten of inkten in PVC-pastavorm (weekmaker met white spirit).

Oplosmiddelhoudende drukinkten
De oplosmiddelhoudende inkten bestaan uit drie hoofdbestanddelen:
– Pigmenten of kleurstoffen
– Bindmiddelen
– Solventen en hulpstoffen
De inkten worden aangekocht aan een drogestofgehalte van 25 à 50% (volgens een enquête van IVP[23] zouden deze inkten gemiddeld 30% ds bevatten bij de verkoop (Aminal, 2002)). Ze worden meestal door de gebruiker op de gewenste viscositeit gebracht door het toevoegen van een verdunner (meestal ethanol of ethylacetaat). De viscositeit waarbij wordt gedrukt, verschilt van situatie tot situatie. Volgens een enquête van IVP zou er gemiddeld 20% extra solventen bijgevoegd worden. Solventhoudende lakken hebben gelijkaardige karakteristieken, buiten het feit dat ze niet gekleurd zijn en dus geen pigmenten bevatten.

Waterige drukinkten
De waterhoudende inkten bestaan uit drie hoofdbestanddelen:
– Pigmenten
– Bindmiddel
– Hulpmiddelen (water, cosolventen zoals ethanol, ammoniak en dergelijke)
Het gehalte aan droge stof in de inkten die aangekocht worden bedraagt 30 à 40%. Het solventgehalte van de watergebaseerde inkten, gebruikt binnen de grafische sector, ligt tussen 0,5 en 5%, maar kan in sommige gevallen oplopen tot 10%. De aangekochte inkten worden door de gebruiker op gewenste viscositeit gebracht door het toevoegen van water en/of aanlengvernis. De viscositeit waarbij wordt gedrukt, verschilt van situatie tot situatie.
Deze watergedragen inkten worden echter weinig gebruikt voor het bedrukken van kunststof.

UV-inkten
Er kan ook gebruik gemaakt worden van UV-inkten. Deze zijn voor 100% uit droge stof samengesteld.

b. Aanbrengen van organische deklagen

Het toepassen van organische deklagen wordt reeds uitvoerig beschreven in de BBT-studie Metaalbewerking (Goovaerts L., 2004) in hoofdstukken 3.19 t.e.m. 3.24. In deze paragrafen wordt dus vooral ingegaan op punten die specifiek zijn voor het aanbrengen van organische

[23] IVP: Federatie voor de Industrie van Verven, Vernissen, Inkten en Verven voor Schone Kunsten.

deklagen bij kunststoffen. Voor de basisprincipes van lakken, het gebruikte materiaal, enzovoort, wordt verwezen naar de andere hoofdstukken van deze BBT-studie Metaalbewerking.

Veel moderne producten bevatten onderdelen in kunststof. Niet alle producten vergen echter een speciale coating voor het eindgebruik. In het algemeen wordt ca. 75% van de gebruikte lakken toegepast op kunststof onderdelen bij wagens (voor bumpers, reflectoren, wieldoppen, autostuur, etc.). De resterende 25% wordt gebruikt voor producten zoals TV's, muziekinstallaties en computeromhulsels.

Kunststoffen beschikken steeds over enkele typische basiskarakteristieken die het type voorbehandeling, het type lak en het aanbrengproces van de lak beïnvloeden en/of bepalen. Laksystemen dienen met de nodige omzichtigheid gekozen te worden, aangezien sommige agressieve solventen in de lak:

- zwellingen en brosheid kunnen veroorzaken;
- scheuren in de kunststof kunnen creëren;
- het hechtend vermogen van het laksysteem kunnen reduceren.

Een andere belangrijke voorwaarde is dat de lak elastischer dient te zijn dan het substraat om vervormingen en scheuren in de laklaag te voorkomen.

– voorbehandeling

Er kunnen verschillende technieken toegepast worden als voorbehandeling van de kunststof op het aanbrengen van een organische deklaag. In rubriek 3.6.1 worden een aantal voorbereidende behandelingen besproken en in de BBT-studie "Oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen" komen eveneens ontvetten in waterig of organisch milieu en speciale voorbehandelingstechnieken aan bod.

– aanbrengen van de lak

De gebruikte apparatuur – spuitpistolen, spuitcabine, gebruikte hulpstukken, afzuiging van de spuitcabine en droogapparatuur – is identiek aan deze die gebruikt wordt bij het verspuiten van lak op een metalen oppervlak. Zie BBT-studie Metaalbewerking voor meer details. Hieronder worden specifieke beperkingen of aandachtspunten opgesomd voor het aanbrengen van organische deklagen bij kunststoffen.

Afhankelijk van de specifieke vereisten (type toepassing of kunststof) kunnen 2 of meerdere laklagen vereist zijn. De onderste lagen (grondlaag, primer) zijn nodig om de hechting aan het kunststofsubstraat te verzekeren. De bovenste lagen zorgen voor het gewenste uitzicht en afwerking.

Kunststoffen worden grotendeels gelakt met 1- of 2-componentenlak op solventbasis. Lakken op waterbasis, UV-hardende lak of poederlak worden ook gebruikt, doch in veel mindere mate. Alternatieven op waterbasis zijn recent ontwikkeld of zijn in ontwikkeling.

Poederlak wordt zelden of nooit toegepast. Poederlak vereist een geleidend substraat en wordt in zijn klassieke vorm uitgehard bij temperaturen die te hoog liggen voor de meeste kunststoffen.

Typische toepassingen zijn bumpers of andere kunststof koetswerkonderdelen. Hierbij is eenzelfde afwerking gewenst van het kunststof stuk als van de rest van het koetswerk. Dit kan opgelost worden door eerst een grondlaag aan te brengen (veelal een product op solventbasis, alhoewel ook grondlaaglak op waterbasis wordt toegepast), waarna de volgende lakken (basis-

lak, toplaag) kunnen aangebracht worden zoals op het koetswerk. In voorkomend geval gaat het dan ook om watergedragen lakken.

Gebruikte spuittechnieken:
- pneumatisch, airless, airmix, HVLP, ...
- elektrostatisch spuiten is doorgaans niet mogelijk omdat kunststofmateriaal onvoldoende geleidend is; dit kan opgevangen worden door als eerste laag een geleidende coating aan te brengen, waarop nadien door elektrostatisch spuiten de volgende lagen aangebracht kunnen worden met hoge efficiëntie / lage overspray.
- een techniek die alleen toegepast wordt voor kunststoffen die verwerkt worden door spuitgieten is "in-mould coating". De lak wordt met hoge efficiëntie (> 80%) verspoten in de spuitgietmatrijs. Na een korte droogtijd wordt de matrijs gesloten en wordt het stuk gespoten. Deklaagmateriaal en substraat worden hierdoor intens aan elkaar verbonden.

Spuitcabine of spuitzone:
De afmetingen en inrichting van de spuitcabine zijn identiek zoals bij spuiten van metalen stukken. Ook de opvang van de overspray met een droge filter of watergordijn gebeurt op identieke wijze.

Automatisering:
Omwille van de aard van de gelakte stukken (grote reeksen, b.v. voor automobiel) wordt frequent gebruik gemaakt van geautomatiseerd of gerobotiseerd spuiten.

Drogen of uitharden van de lak:
Kunststoffen zijn warmtegevoelig. Bij te hoge temperaturen is permanente vervorming mogelijk. Drogen of uitharden van de lak gebeurt dan ook doorgaans bij een maximale temperatuur van 80°C. In specifieke gevallen kunnen echter ook opwarmzones tot 135°C en uithardzones tot 110°C bereikt worden.
Bij sommige kunststoffen veroorzaakt het uitharden met UV of een elektronenbundel, een vergeling van bleke kleuren.
Net zoals bij lakken van metalen stukken is bij het drogen van solventlak het afgas van de droger veel rijker aan solventen dan het afgas van de spuitzone. Het is gebruikelijk om het afgas van de droger te behandelen in een naverbrander.

c. Lamineren

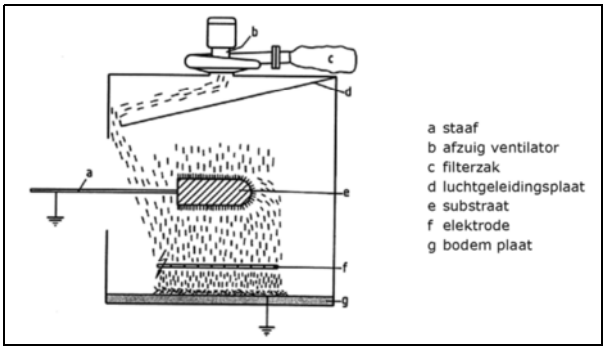
Hierbij wordt door middel van kalanderen een kunststoffolie op papier, karton, behang of een kunststof verlijmd. Een film die met een klevende coating bedekt is, wordt hierbij door een oven bewogen. Het solvent verdampt en de te lamineren delen worden vervolgens samengedrukt. Deze techniek kan gebruikt worden bij extrusie in de verpakkingsindustrie en in grafische afwerkbedrijven. Soms wordt hiervoor ook coextrusie toegepast (zie 3.4.1.a extrusie) Bij de productie van flexibele verpakkingen worden vaak verschillende kunststoffilms en aluminiumfolie samen gelamineerd (voor of na het bedrukken).

Traditionele folielamineermachines maken gebruik van oplosmiddelhoudende lijm. Deze wordt steeds meer vervangen door 2-component kleefmiddelen van het epoxytype, die solventen als ethanol en ethylacetaat bevatten of van het urethaantype. Dit veroorzaakt betekenisvolle emissies die in sommige gevallen verbrand of herwonnen worden. Soms worden ook solventvrije of UV-hardende laminerende kleefstoffen gebruikt.

d. Bevlokken

Bevlokken is een weinig voorkomende nabehandeling. Het wordt gebruikt om een fluweelachtig uitzicht aan het oppervlak te geven. Dit kan toegepast worden of films, platen, profielen en holle voorwerpen voor de automobiel industrie, in de verpakkingssector of voor speelgoed of juwelen.

Bij bevlokken worden vezels gefixeerd in een dunne lijmlaag op het oppervlak. Hiervoor worden gekleurde vezels (bv. van PA of viscose) met een lengte van 0,3 tot 0,5 mm gebruikt. Bij het mechanisch bevlokken met vibratie of perslucht vormen deze vezels een ongeoriënteerde, ongelijke laag op het oppervlak. Om een georiënteerde laag te verkrijgen wordt gebruik gemaakt van een elektrostatisch proces. Voor het bevlokken wordt het oppervlakte gecoat met een kleefmiddel waarin de vlokken permanent verankerd worden.



Figuur 78: Elektrostatisch bevlokken (Ullmann, 2003).

e. Milieuaspecten

Water
Bij het gebruik van watergedragen inkten, zal bij het gebruik en de reiniging van de apparatuur een afvalwaterstroom ontstaan. Dit vervuild water wordt ofwel geloosd, al dan niet na behandeling, of opgevangen en afgehaald door een erkende ophaler.
Bij het lakken van kunststoffen kan afvalwater ontstaan bij:
– het watergordijn: natte opvang van overspray bij de spuitcabine;
– eventuele natte voorbehandelingstechnieken;
– eventuele reinigingsbewerkingen indien watergedragen lak wordt gebruikt.

Lucht
VOS-emissies komen voor bij het gebruik van solventhoudende inkten en het gebruik van solventen voor de reiniging van de apparatuur en de vloeren.
Bij het lakken van kunststoffen ontstaan luchtemissies bij de spuitcabine, de drogers en de evaporatiezone. De verontreinigde lucht kan zowel fijne verfdeeltjes als oplosmiddeldampen afkomstig van solventlakken bevatten. De afgassen kunnen naar een naverbrander gestuurd worden.

Afval
Er ontstaan inktoverschotten en verpakkingsafval van de grondstoffen die bij het bedrukken gebruikt worden. Een ander soort afval zijn de poetsdoeken en andere hulpmiddelen die gebruikt worden bij reinigingsactiviteiten.

Bij diepdruk en flexografie is steeds een minimum hoeveelheid inkt nodig om de inktbakken gevuld te houden. Bij het einde van een order blijft dus altijd een aanzienlijke hoeveelheid inkt over.
Afval ontstaat bij het lakproces in de vorm van lakresten en slib afkomstig van de spuitcabine. Daarnaast kan ook afvalsolvent vrijkomen bij reinigingsbewerkingen. Dit afval wordt afgevoerd en extern verwerkt.

Geur
Bij het bedrukken van kunststoffen kan geurhinder optreden.

Energie
Droogzones worden indirect of direct opgewarmd met een aardgasbrander of andere geschikte energiebron.

3.6.4. Annealing – nakrimp

In sommige gevallen moet de dimensionele stabiliteit nog gegarandeerd worden. Dit gebeurt door het product een bijkomende temperatuursbehandeling te geven in een krimptunnel.

Om materiaalspanningen die zich in een product (bv. bij polycarbonaat) opgebouwd hebben weg te halen, is het nodig om een annealingstap in te lassen. Dit gebeurt door het materiaal door een tunnel te voeren die op verhoogde temperatuur gehouden wordt.

Een gelijkaardig proces wordt toegepast om te voorkomen dat een eindproduct krimp zou vertonen bij de eerste opwarming bij de consument. Ook hier wordt het product kort opgewarmd in een oven (ongeveer 80°C) zodat een thermisch stabiel eindproduct bekomen wordt.

Milieuaspecten

Lucht
Door het opwarmen van de kunststof kunnen vluchtige stoffen geëmitteerd worden.

Energie
Deze technieken vereisen energie.

3.6.5. Sterilisatie

Voor medische toepassingen of toepassingen in de voedingssector worden kunststoffen soms ook gesteriliseerd. Dit kan gebeuren met ethyleenoxide, via gammastraling of met stoom. Deze bewerkingen, gericht op bacteriologische doding, worden meestal buiten het bedrijf bij externen toegepast.

3.7. Onderhoud en reiniging

Voor het onderhoud en de reiniging van de hulpmiddelen, machine-onderdelen en installaties bestaan verschillende alternatieve middelen en systemen. De verwerkingsmachines en de lijm- en drukinstallaties vereisen regelmatige onderhouds- en reinigingsbeurten.

a. Reinigingssystemen

– reinigingssolventen
Meestal worden de installaties voor het verwerken en nabehandelen van kunststoffen met oplosmiddelhoudende systemen gereinigd met solvent. De verdampingssnelheid van solventen bepaalt de hoeveelheid solvent dat verdampt gedurende de reinigingsactiviteit. Bijgevolg kan de verdamping gedurende het reinigen verlaagd worden door het gebruik van solventen met een lager vlampunt.:
Volgens de Vlarem definities worden de volgende categorieën onderscheiden:
- P1 producten zijn zeer licht en licht ontvlambare vloeistoffen, met name vloeistoffen met een vlampunt lager dan 21°C;
- P2-producten zijn ontvlambare vloeistoffen, met name vloeistoffen met een vlampunt gelijk aan of hoger dan 21°C en gelijk aan of lager dan 55°C;
- P3-producten zijn brandbare vloeistoffen met een vlampunt hoger dan 55°C en gelijk aan of lager dan 100°C;
- P4-producten zijn brandbare vloeistoffen met een vlampunt hoger dan 100°C en gelijk aan of lager dan 250°C.

Vooral het gebruik van P1- en P2-producten zou zoveel mogelijk vermeden moeten worden.

waterige systemen
In het beste geval kunnen solventen volledig vervangen worden door watergedragen reinigingssystemen. Bij het gebruik van watergedragen drukinkten of lijmen is dit meestal mogelijk. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van waterbesparende technieken zoals bv. hoge druk waterspray of van ultrasoon baden.

– alternatieven
Droogijsstralen met vaste CO_2-korrels en thermische reiniging in een pyrolyse- of een wervelbedoven worden soms ook ingezet voor het onderhoud en de reiniging.

– reinigen van spuitgiet- en extrusieapparatuur
In het algemeen worden bij het schoonmaken van extruders en spuitgietmachines weinig oplosmiddelen gebruikt. Hiervoor worden overwegend schoonmaakcompounds ingezet. Deze doorlopen net als de grondstofkorrels het volledige verwerkingsproces. De onzuiverheden die zich op de binnenzijde (oppervlak in contact met kunststofsmelt) van de extruder of spuitgietmachine bevinden, worden in de compound opgenomen en aldus wordt het oppervlak schoongeveegd. Na gebruik wordt de schoonmaakcompound meestal afgevoerd. Slechts sporadisch wordt een weinig vervuilde compound hergebruikt.
Regelmatig moet de schroef van de cilinder van een spuitgiet- of extrusieapparaat echter grondig gereinigd worden om alle restanten van de verwerkte kunststoffen te verwijderen. Dit kan op verschillende manieren gebeuren.
Soms wordt een pyrolyseoven ingeschakeld of worden de onderdelen gewoon met een vlam behandeld. Deze thermische reinigingstechnieken worden verder besproken in de BBT-studie oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen (L. Goovaerts et al., in opmaak).

b. Milieuaspecten

Water
Bij het gebruik van watergedragen reinigingssystemen, wordt water gebruikt en ontstaat een afvalwaterstroom. Dit vervuild water wordt ofwel geloosd, al dan niet na behandeling, of opgevangen en afgehaald door een erkende ophaler.

Lucht
VOS-emissies komen voor bij het gebruik van reinigingssolventen.
Wanneer gebruik gemaakt wordt van thermische processen ontstaan luchtemissies van het verbrandingsproces.

Afval
Bij de reinigingsactiviteiten ontstaan vaak afvalstromen (bv. poetsdoeken) die al of niet doordrongen zijn met solventen.

3.8. Mechanische recyclage van extern ingezameld kunststofafval

a. Principe

Mechanische recyclage of materiaalrecyclage is het hergebruik van de verschillende kunststoffen, zonder hierbij de chemische structuur van het materiaal te wijzigen. Dit staat tegenover de grondstofrecyclage (of chemische recyclage), waarbij de polymeren afgebroken worden tot componenten met een kortere ketenlengte. Grondstofrecyclage wordt niet verder behandeld in deze BBT-studie, omdat de processen die hiervoor toegepast worden niet binnen de sector van de kunststofverwerkende bedrijven plaatsvinden.

Thermoplasten, thermoharders en composieten

Er is een wezenlijk verschil in recyclagemogelijkheden tussen thermoplasten enerzijds en thermoharders anderzijds. Voor de thermoplasten is de vormgeving reversiebel, wat betekent dat de thermoplastische voorwerpen bij verwarming opnieuw plastisch gemaakt kunnen worden en dus in principe opnieuw verwerkt kunnen worden. Bij koelen nemen ze in een nieuwe vorm aan. Dit is mogelijk indien de thermoplasten onvervuild en onderling van elkaar gescheiden (naar soort kunststof, soort kleur, soort additieven, enz.) ingezameld worden.

Thermoharders (ook PUR) daarentegen bezitten deze eigenschap niet, omdat de polymeerketens vernet zijn. De vormgeving die ze aanvankelijk meegekregen hebben, is niet omkeerbaar. Hierdoor zijn de recyclagemogelijkheden van de thermoharders veel beperkter. Ze kunnen enkel verkleind worden en als vulmiddel of dergelijke verder ingezet worden. PUR wordt onder andere in vlokvorm in geaggregeerd schuim en isolerende mortel, als thermische en akoestische isolatie en als teeltsubstraat hergebruikt.

Verder stellen ook de versterkte kunststoffen of composieten problemen bij de mechanische recyclage. Ze kunnen op einde leven allicht niet meer voor dezelfde toepassing ingezet worden omdat de versterkingsvezel zowel tijdens de ganse nuttige levensduur als tijdens de recyclage schade (bijv. breken) oplopen. Men zou ze mits de juiste samenstelling, kleur en zuiverheid na vermalen wel een tweede keer kunnen inzetten als korte vezel versterkte kunststoffen voor bijv. spuitgiettoepassingen[24].

Bij versterkte thermoharders bestaat de mogelijkheid niet om de kunststof opnieuw plastisch te maken vanwege de irreversibele uitharding. Vezelversterkte thermoharders bieden met de hui-

[24] Op initiatief van de Europese Composiet Industrie Vereniging EuCIA (www.eucia.org) werd eind 2004 samen met de hars- en glasvezelfabrikanten de cooperatieve vennootschap European Composites Recycling service Company (ECRC) opgericht teneinde op basis van het "Green FRP Label" Europawijd composietafval in te zamelen en degelijke oplossingen voor het composietafvalbeheer uit te werken.

dige stand der techniek momenteel dan ook slechts beperkte mogelijkheden inzake mechanische recyclage. Mits de inzet van geschikte maalmolens in composietrecyclagefabrieken kunnen ze echter wel vermalen worden, en opnieuw gebruikt worden mits er economisch rendabele toepassingen en geschikte afzetmarkten voor vezelversterkte thermoharder recyclaten ontwikkeld worden[25].

b. Mechanische recyclage van thermoplasten

– Verwerking met sortering

Het doel van deze mechanische recyclage is om het kunststofafval te herwerken tot het oorspronkelijk product (fles tot fles, folie tot folie) of tot een toepassing met gelijkaardige kwaliteiten.

De vermenging van verschillende soorten kunststoffen is bijzonder nadelig voor de kwaliteit van het nieuwe eindproduct. De minste onzuiverheid kan problemen stellen bij de vormgeving. Er is een grondige kennis nodig van de eigenschappen van de verschillende kunststoffen om te weten welke types compatibel zijn en samen verwerkt kunnen worden. Zo heeft PET gebruikt voor blaasflessen totaal andere eigenschappen dan PET-folie, waardoor beiden niet samen verwerkt kunnen worden.

Sorteren
(Gids Afvalverwerkingstechnieken, 2003)
Met het oog op materiaalrecyclage is het zinvol om zuivere, homogene fracties als input te gebruiken. Vandaar dat de scheiding in verschillende stromen nuttig is. Kunststofafval wordt bij voorkeur aan de bron gescheiden. Wanneer dit niet mogelijk is, wordt nog vaak gebruik gemaakt van manuele sortering, eventueel ondersteund door het gebruik van eenvoudige belichtingstechnieken (bv. UV voor het onderscheid tussen PVC[26]- en PET-flessen).
Het selectief ingezamelde huishoudelijk kunststofafval wordt gesorteerd in homogene fracties zoals bv. PET-flessen in 3 afzonderlijke kleuren, PE-flessen en -flacons, drankbekertjes, de witte PE-melkflessen afzonderlijk of alleen de drankkartons. De resterende plastic-fractie van de PMD-zak wordt verwerkt in een verbrandingsoven.
Kunststofafval afkomstig van bedrijven bevat vaak minder soorten kunststoffen, in relatief grote hoeveelheden. Ofwel gaat het om productieafval van een kunststofverwerkend bedrijf, ofwel gaat het om selectief ingezameld kunststof (verpakkings)afval van een bedrijf dat zoveel mogelijk aan de bron sorteert. Ook bij containerbedrijven gebeurt een selectieve inzameling van kunststoffen.
Dit bedrijfsafval of selectief ingezameld kunststofafval wordt eerst geanalyseerd om de aard van kunststof na te gaan. De verschillende soorten en kleuren kunststofafval worden afzonderlijk gestockeerd tot de hoeveelheid van éénzelfde type kunststof voldoende groot is om samen

[25] De momenteel meest haalbare (en door het Directoraat Generaal Milieu van de Europese Commissie aanvaarde) oplossing voor vezelversterkte kunststoffen (thermoharders en niet mechanisch recycleerbare versterkte thermoplasten) bestaat erin ze op basis van het Green FRP label op einde leven overal in Europa op enkele centrale punten in te zamelen, en met geschikte maalmolens te verkleinen (waarbij versterkte thermoplasten en thermoharders strict apart dienen vermalen te worden) en als grondstof te gebruiken voor de zeer energieintensieve productie van cement. Al de voor de productie van cement vereiste grondstoffen (CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 en energie) zijn aanwezig in de verbrandingsassen van glasevezelversterkte en andere vezelversterkte kunststoffen. Op die manier resulteert de verwerking van vezelversterkte kunststoffen in cementovens gemiddeld in 30% energie (energierecuperatie uit het hars) en 70% secundaire grondstof voor cement (afkomstig uit de versterkingsvezels en de vulmiddelen), wat neerkomt op 100% nuttige toepassing.

[26] PVC flessen worden niet meer uitgesorteerd, omdat zij praktisch van de markt verdwenen zijn

vermalen te worden. Zo worden kleine partijen gelijksoortige, compatibele kunststoffen samen verwerkt tot één batch maalgoed.
Indien tal van kunststofsoorten gemengd zijn of indien kunststofafval samengesteld is uit verschillende kunststoffen (bv. meerlagig kunststof) wordt de scheiding complexer. Dan wordt het afval vooraf verkleind en nadien pas gescheiden via flotatie of andere geavanceerde sorteertechnieken. Deze ver doorgedreven scheiding is niet meer rendabel, tenzij voor specifieke toepassingen.
Omdat sorteren van kunststofafval vaak nog manueel uitgevoerd wordt, kan het in lage-loonlanden aan een voordelige kostprijs gebeuren. Vandaar dat kunststofafval vaak in balen wordt verpakt en geëxporteerd naar landen in het Oosten.

Malen
Het opgeslagen kunststofafval wordt vermalen (zie ook 3.3.5) in partijen van eenzelfde soort kunststof gaande van een lichte kleur naar donkerdere tinten. Hierdoor moet de maalmachine minder frequent gereinigd worden. Grote blokken kunststofafval worden vooraf in een shredder verkleind.

Verwerking
Het maalgoed wordt ofwel rechtstreeks aan kunststofverwerkende bedrijven verkocht, ofwel aan internationale traders, die het in binnen- of buitenland doorverkopen aan kunststofverwerkende bedrijven. Bij de bedrijven wordt het maalgoed toegevoegd aan nieuw kunststof granulaat en verwerkt in nieuwe producten. Er wordt maximaal 10% recyclaat ingezet.

– *Verwerking zonder sorteren*

Het is ook mogelijk gemengd kunststofafval opnieuw te verwerken zonder vooraf te sorteren. In dit geval worden andere eindtoepassingen beoogd dan het oorspronkelijke product. Omdat de vermenging van niet-compatibele kunststoffen de mechanische eigenschappen van de kunststof nadelig beïnvloedt, worden vooral dikwandige producten aangemaakt. Vaak gaat het om voorwerpen die hout- of betonproducten substitueren (“plastic timber”, straatmeubilair, parkinrichting, bouwstenen voor geluidswerende wanden, …).

Deze verwerking biedt ook recyclagekansen aan materialen die uit verschillende kunststoffen zijn opgebouwd, zoals meerlagige verpakkingen of producten waarin verschillende kunststoffen samengesmolten werden.

In een eerste stap wordt het kunststofafval geshredderd en gereinigd. Zo wordt een fijn granulaat bekomen dat uit verschillende soorten kunststoffen bestaat. Het materiaal wordt opgeslagen in silo’s en via pneumatisch transport naar de verwerkingseenheid gebracht.

In dit tweede gedeelte van het proces wordt het granulaat verwerkt via extrusie of batch intrusie[27] om er een “nieuw” eindproduct van te maken. Om de mechanische eigenschappen van het eindproduct te verbeteren, kunnen compatibilisatoren aan het gemengd recyclaat toegevoegd worden. Het recyclagemateriaal wordt niet boven 195°C opgewarmd.

[27] De batch intrusie is een soort spuitgietproces waarbij geen druk uitgeoefend wordt op het product. Het wordt toegepast voor grote producten van 10 tot 225 kg. De koeling gebeurt aan de lucht en kan tot 8 uur in beslag nemen. De matrijs wordt hiervoor van de machine gehaald.

c. Milieuaspecten

Water
Indien het kunststofafval gereinigd wordt, is er afvalwater.

Bodem
In het verleden zijn een aantal gevaarlijke stoffen gebruikt in bepaalde kunststoftoepassingen. Cadmium werd bv. gebruikt als stabilisator in PVC en als pigment in andere kunststoffen. In de PVC-isolatie van kabels werden PCB's teruggevonden. Deze toepassing zou echter beperkt zijn gebleven tot Oost-Duitsland. Materiaalrecyclage van deze fracties zou aanleiding kunnen geven tot uitloging. Dit kan vermeden worden door een juiste keuze van de acceptatiecriteria.

Lucht
Bij het vermalen treden stofemissies op die beperkt moeten worden.
De vormgeving van recyclaten geeft enkel aanleiding tot beperkte luchtemissies, door ongewenste thermische afbraak van polymeerketens. Deze is vergelijkbaar met de verwerking van nieuwe granulaten.
Bij de verwerking van gemengd PVC-houdend kunststofafval kan tijdens de vormgeving gasvormig HCl ontstaan. De hoeveelheid is afhankelijk van de verwerkingstemperatuur en het PVC-aandeel.

Afval
Bij het sorteren heeft men telkens ook een restafvalstroom.

Energie
Om het kunststofafval te vermalen is energie nodig.
De vormgeving van recyclaten vergt verhitting tot de plastische toestand. Het energieverbruik bij verwerking van maalgoed of nieuwe granulaten is volledig gelijkwaardig.

3.9. Globale milieu-impact van de sector

Aangezien de sector heel diverse subsectoren en totaal verschillende bedrijfstypes omvat, is het erg moeilijk om globale emissiegegevens voor de totale sector naar voor te schuiven. Daarenboven zijn de verschillende bedrijven niet onder één nace-code of Vlarem-rubriek onderverdeeld en dekken de beschikbare gegevens nooit perfect de volledige scope van deze studie.

De impact van de kunststofverwerkende sector op de verschillende milieu-compartimenten zal waar mogelijk uitgedrukt worden in globale kwantitatieve emissiegegevens. Doch indien deze niet beschikbaar zijn of onvoldoende afgelijnd kunnen worden overeenkomstig de afbakening van deze studie, wordt enkel een kwalitatief beeld geschetst van het milieu-effect van de kunststofverwerkende sector op het milieucompartiment in kwestie.

3.9.1. Water

Water wordt bij bepaalde productieprocessen gebruikt en bedrijfsafvalwater kan ten gevolge van een aantal processen ontstaan. De belangrijkste watergerelateerde processen zijn de volgende:
– bij de verwerking van thermoplasten wordt water gebruikt als koelmiddel;
– bij schuimen wordt water gebruikt als reagens, maar hierbij ontstaat geen afvalwater;

– bij de nabehandelingsprocessen als lijmen en bedrukken worden soms watergedragen middelen aangewend;
– bij reinigingsactiviteiten van lijm- en drukprocessen waarbij watergedragen middelen toegepast worden, is het gebruik van waterige reinigingsmethoden voor de hand liggend;
– bij schoonmaak- en onderhoudswerken;
– afvoer van hemelwater dat op het terrein gevallen is.

– *Watergebruik*

In Tabel 18 en Tabel 19 (p. 158) worden de watergebruiken weergegeven voor de periode 1997-2004 (gegevens afkomstig van de VMM-meetdatabank) voor bedrijven uit de kunststofverwerkende sector. Hieruit blijkt dat het totaal gebruik van drinkwater weinig afgenomen is, maar per bedrijf wordt geleidelijk minder drinkwater verbruikt.

Verder gebruiken zo'n 30-40% van de bedrijven grondwater. Het grondwaterverbruik is sinds 1997 sterk teruggevallen zowel wat de totale hoeveelheid als de hoeveelheid per bedrijf betreft, maar het aantal bedrijven dat grondwater oppompt blijft ongeveer hetzelfde.

De cijfers over het hemelwater omvatten zowel het hemelwater dat gebruikt werd in de procesvoering als de hoeveelheid verontreinigd hemelwater dat samen met het bedrijfsafvalwater afgevoerd wordt. De gemelde hoeveelheden hemelwater zijn sterk gestegen tot 2002, maar daarna opnieuw afgenomen. Oppervlaktewater wordt slechts door een fractie van de bedrijven aangewend.

Wat het lozen van koelwater betreft, blijkt uit de cijfers dat de hoeveelheid met 94% teruggevallen is sinds 1997 en dat het aantal bedrijven dat koelwater loost slechts klein is (ongeveer 10%) en langzaam afneemt. De hoeveelheden koelwater die geloosd worden, omvatten enkel de hoeveelheden afkomstig van open koelsystemen. Spui van gesloten systemen wordt als afvalwater beschouwd en niet als koelwater.

– *Samenstelling van het afvalwater*

Voor de samenstelling van het afvalwater werd gebruik gemaakt van meetgegevens van de VMM-meetdatabank. Er zijn slechts voor 22 bedrijven uit de kunststofverwerkende sector (NACE-code 25.2) gegevens beschikbaar voor 2004. Voor een beperkt aantal relevante parameters zijn de gemiddelde lozingsconcentratie en de vracht per jaar in de meetdatabank opgenomen. Uit deze waarden kan enkel een globale trend aangegeven worden die niet veralgemeend mag worden.

Tabel 18: Waterverbruik van de kunststofverwerkende bedrijven van 1997 tot 2004(in m³) (bron: VMM)

Jaartal	Verbruik drinkwater			Verbruik grondwater			Verbruik hemelwater			Verbruik oppervlaktewater	
	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem. per bedrijf (m³)	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem. per bedrijf (m³)	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem. per bedrijf (m³)	totaal (m³)	aantal bedrijven
1997	560 805	62	9 045	3 109 754	21	148 083	4 058	3	1 353	26 371	1
1998	536 142	66	8 123	2 885 882	24	120 245	32 378	6	5 396	0	0
1999	493 967	67	7 373	1 451 396	25	58 056	43 184	6	7 197	27 443	1
2000	548 994	71	7 732	766 034	29	26 415	50 478	8	6 310	28 217	2
2001	581 540	71	8 191	739 883	27	27 403	54 201	10	5 420	28 345	0
2002	517 31	74	6 994	597 015	29	20 587	85 118	9	9 458	15 670	1
2003	467 837	74	6 322	463 517	29	15 983	47 078	10	4 708	23 331	1
2004	527 147	74	7 124	513 430	30	17 114	52 660	12	4 388	0	0

Tabel 19: Gebruik van koelwater en totale waterverbruiken bij de kunststofverwerkende bedrijven van 1997 tot 2004(in m³) (bron: VMM)

Jaartal	Koelwater geloosd			Totaal waterverbruik zonder aftrek van koelwater			Totaal waterverbruik met aftrek van koelwater		
	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem.per bedrijf (m³)	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem. per bedrijf (m³)	totaal (m³)	aantal bedrijven	gem. per bedrijf (m³)
1997	2 593 348	9	288 150	3 851 749	62	62 125	1 258 401	62	20 297
1998	2 565 119	8	320 640	3 553 541	66	53 842	988 422	66	14 976
1999	1 272 504	8	159 063	2 226 204	67	33 227	953 700	67	14 234
2000	454 527	7	64 932	1 582 656	71	22 291	1 128 129	71	15 889
2001	477 050	6	79 508	1 540 913	71	21 703	1 063 863	71	14 984
2002	295 539	8	36 942	1 315 598	74	17 778	1 020 059	74	13 785
2003	112 342	7	16 049	1 110 908	74	15 012	996 516	74	13 061
2004	165 359	5	33 072	1 210 221	74	16 354	1 024 372	74	13 842

Tabel 20: Samenstelling van afvalwater van 22 kunststofverwerkende bedrijven

Parameter	Concentratie (mg/l)			Vracht (kg)		
	spreiding	gemiddelde	mediaan	spreiding	mediaan	totale vracht[1]
BZV						107 165
rioollozing	0-425	76	15	0-48 790	137	
oppervl. lozing	0-62	23	27	0-398	8	
CZV					940	368 869
rioollozing	7-2 772	339	106	16-160 753	1156	
oppervl. lozing	50-246	122	66	56-1 205	892	
zwevend stof						41 236
rioollozing	0-98	25	16	0-18 386	206	
oppervl. lozing	3-127	42	9	1-1 982	128	
Zware metalen						
As	0	0	0	0-18 771	0	19 109
Ag	0	0	0	0-84	0	84
Cr	0	0	0	0-86 246	22	88 399
Zn	0-3	1	0	0-160 320	2 392	302 841
Cu	0	0	0	0-7 540	184	23 731
Cd	0	0	0	0-31	0	127
Pb	0-1	0	0	0-0 641	1	12 971
Hg	0	0	0	0-285	0	319
Ni	0	0	0	0-26 585	40	31 615

1. som van de vrachten voor de 22 bedrijven.

(Bron van de gegevens: VMM)

Uit Tabel 20 blijkt dat voor de parameters BZV, CZV en zwevend stof grote onderlinge verschillen vastgesteld kunnen worden en dat de mediaan telkens ver onder de gemiddelde waarde ligt. In deze tabel wordt onderscheid gemaakt tussen lozing op oppervlaktewater (gemeten na de zuivering door bedrijf) en lozing op riool (gemeten voor de zuivering op een RWZI) voor de parameters BZV, CZV en zwevend stof.

Voor de zware metalen komt de gemiddelde gewogen concentratie zelden boven de detectielimiet uit, waardoor deze waarde nagenoeg steeds 0 mg/l blijft. Ook het gemiddelde van de metingen en de mediaan blijven 0 mg/l. De enige uitzonderingen hierop vormen Zn en Pb. Voor Zn worden voor 5 op 22 bedrijven gemiddelde gewogen concentraties tussen 1 en 3 mg/l opgemeten. Voor Pb wordt bij 1 van de 22 bedrijven een waarde van 1 mg/1 gemeten. Hierbij stellen we vast dat vooral het metaal Zn in het afvalwater van bedrijven kan vastgesteld worden.

Slechts een 5-tal bedrijven heeft in 2004 metingen uitgevoerd naar organische stoffen in het afvalwater. Hieruit blijkt dat de gemiddelde gewogen concentratie slechts enkele µg/l bedraagt. Voor de benzeen-, xyleen-, styreen- en tolueenverbindingen bedraagt gaan de gemiddelde gewogen concentraties van 0 tot 42 µg/l, doch meestal blijft de waarde beneden 3 µg/l.

– Kwalitatieve benadering

Water als koelmiddel

Water wordt bij sommige processen gebruikt als koelmiddel om de matrijzen te koelen of te temperen. Daarbij ontstaat thermisch verontreinigd bedrijfsafvalwater. Hiervoor doet men

steeds meer beroep op een gesloten koelwatercircuit en is er geen lozing van afvalwater (zie ook Tabel 19, p. 158). Het koelwater is behandeld tegen algen, ontkalkt en wordt gezuiverd met filters om het ijzer dat afkomstig is van de matrijzen te verwijderen. Op zekere momenten is het wel nodig om het spuiwater te lozen.

Gebruik van watergedragen middelen als lijmen en inkten
Er kan ook afvalwater ontstaan bij verschillende nabehandelingsprocessen zoals de voorbereidende behandelingen, het lijmen en het bedrukken. Indien hierbij watergedragen systemen gebruikt worden, ontstaat steeds waterverontreiniging.

Schoonmaak en onderhoudswerken
Bij diverse activiteiten kunnen lekkages en morsverliezen voorkomen, zowel bij normaal bedrijf als bij schoonmaak-, onderhouds- en reparatiewerken. Bij het opruimen ervan en het schoonmaken van de vloer kunnen verontreinigde stoffen in het bedrijfsriool terechtkomen (Handboek Milieuvergunningen).
Dergelijke morsverliezen kunnen ontstaan bij het bevoorraden van een inrichting, het laden en lossen, overtappen en opslaan, of als gevolg van werkzaamheden op open terrein of boven oppervlaktewater. Het gaat hier om specifieke stoffen voor de productie van kunststoffen. Daarnaast kunnen ook hulpstoffen zoals ontvettingsmiddelen, zuren, alkalische stoffen, metaalpoeders, zouten, vloeibare brandstoffen, smeerolie en dergelijke verontreinigingen veroorzaken.

Hemelwater
Verder kan afvalwater ontstaan wanneer hemelwater op open terrein valt, dat verontreinigd is met afvalstoffen. Wanneer dit op oppervlaktewater of in de bodem vloeit, kan verontreiniging veroorzaakt worden.

3.9.2. Lucht

Bij verschillende processtappen in een kunststofverwerkend bedrijf kunnen luchtemissies optreden in de vorm van stof, gas, damp, nevel, VOS en stookemissies. Dit kan al dan niet gepaard gaan met geurhinder.

In Tabel 21, p. 161, wordt een overzicht gegeven van de emissievracht van de kunststofverwerkende sector per component voor de jaren 1990 en 2000 (AMINAL, 2004). Deze tabel werd opgesteld op basis van emissiejaarverslagen en enquêtes bij 346 verwerkers van thermoplasten, 7 verwerkers van de vezelversterkte kunststoffen en 22 polyurethaanverwerkers. Daarnaast werd een bijschatting gemaakt voor de stookemissies op basis van de energieverbruiken en voor de procesemissies op basis de productiegegevens en emissiefactoren uit de literatuur (zie verder). Deze emissiegegevens werden vervolgens geëxtrapoleerd naar de totale kunststofverwerkende sector. Merk op dat deze tabel enkel de procesemissies bevat van het verwerken van kunststoffen exclusief het bedrukken, lamineren en verlijmen.

Tabel 21: Overzicht van de emissies in de kunststofverwerkende sector in de periode 1990-2000, exclusief bedrukken en lijmen (AMINAL, 2004)

Component	Totale jaarvracht (ton/jaar)	
	1990	2000
procesemissies[1]		
VOS	3 952 (3 294)	2 730 (2 029)
schuimen	3 070	1860
thermoplasten	460	532
composieten	401	337[2]
stof	0,5	0,8
schuimen		0,13
thermoplasten		0,23
composieten		0,44

1. Volgens Fechiplast (Febelplast) liggen de emissiefactoren van de verwerking van EPS en PS schuim, alsook van de extrusie van PS die bij de berekeningen gebruikt werden te hoog. Hierdoor komt Fechiplast (Febelplast) tot lagere procesemissies. Deze worden tussen haakjes weergegeven in de tabel.
2. Volgens ruwe schattingen van leden van de sectororganisatie Reinforplast (Agoria) situeert de jaarlijkse emissie zich ergens tussen 21 ton (bij gebruik van LSE-harsen en indien 1,5% van het styreen emitteert) en 141 ton (bij gebruik van standaardhars en indien 6% van het styreen emitteert) (zie ook verder).

In Tabel 22, p. 162 wordt de evolutie van de emissies van de rubber- en kunststofverwerkende bedrijven sinds 1996 geschets op basis van de emissiejaarverslagen die de bedrijven hebben ingediend (VMM, 2005). Het gaat hier om de som van twee sectoren en er zijn beduidende verschillen tussen de cijfers in Tabel 22 en deze in Tabel 21.

De gegevens in Tabel 22 zijn enkel afkomstig van de bedrijven die een milieujaarverslag hebben ingediend in de betreffende jaren. Er werd geen extrapolatie uitgevoerd naar de totale kunststof-verwerkende sector. Verder werd ook geen bijschatting gedaan voor de stookemissies of voor de procesemissies. Daarenboven bevat deze tabel enkel bedrijven die bij de sector rubber- of kunststofverwerking opgenomen zijn en ontbreken dus de emissiecijfers van bedrijven die kunststof verwerken maar bv. onder de sectoren automobiel, bouw, textiel, grafische of dergelijke opgenomen zijn. Vooral de bedrijven die composieten verwerken zijn zelden ingedeeld in de kunststofverwerkende sector. De meeste waarden in Tabel 22 liggen dan ook lager dan deze in Tabel 21.

Tabel 22: Evolutie van de emissies (mg, kg, ton/jaar) door individueel geregistreerde bedrijven van de sector rubber- en plastiekverwerkende industrie in Vlaanderen (excl. lijmen en bedrukken)

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CO	ton	31	24	99	110	205	82	47	29	3
$SO_x(SO_2)$	ton	17	24	15	18	227	77	22	39	5
$NO_x(NO_2)$	ton	92	86	109	102	161	111	57	70	37
Cl-verbindingen(Cl^-)	ton	0	0	0,016	0	0	0	0	0	0
H_2S	ton	26	18	22	54	25	38	43	26	29
NH_3	ton	27	24	20	24	38	54	25	67	52
CO_2	kton	–	–	–	–	–	–	–	–	2
HFK's		–	–	–	–	–	–	–	–	284
totaal organische stoffen	ton	3682	3894	3996	3742	4704	4869	3195	2835	3308
groep aromatische KWS	ton	22	91	58	54	50	56	32	196	133
groep gehalogeneerde KWS	ton	526	677	717	784	758	751	532	174	393
PAK's	kg	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0
acrylonitril	kg	0	0	0	46	0	0	0	0	0
benzeen	kg	0	200	547	200	145	200	0	0	0
fenol	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
methyleenchloride	kg	422140	631966	683678	740146	725568	713877	524076	157535	109603
styreen	kg	1255	1252	1253	5278	28398	34828	23099	21572	17054
trichlooretheen	kg	20426	6706	3516	10573	6445	10060	1692	0	0
tolueen	kg	13803	16287	9814	16141	6489	13675	4540	7816	2652
xyleen-isomeren	kg	6874	40828	30460	24336	10661	5874	3347	130558	114120
zwavelkoolstof	kg	757545	792878	989186	774000	951000	988001	912160	1024151	1086000
tetrachlooretheen	kg	5271	1298	570	0	539	592	318	0	0
trichloorethaan	kg	50397	0	0	0	0	134	0	0	0
dioxines	mg	0	0	0	0	247	0	0	0	0
stof(totaal)	ton	3	1	3	0	11	5	3	1	0
antimoon	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
arseen	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 22: Evolutie van de emissies (mg, kg, ton/jaar) door individueel geregistreerde bedrijven van de sector rubber- en plastiekverwerkende industrie in Vlaanderen (excl. lijmen en bedrukken)

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
chroom(totaal)	kg	0	0	0	0	0	48	0	0	0
kwik	kg	0,016	0	0,017	0	0	0	0	0	0
lood	kg	160	0	311	0	0,809	50	0	0	0
koper	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zink	ton	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*: voorlopige resultaten stand van zaken: 30 september 2005

Bron: VMM, 2005

– VOS-emissies algemeen

De VOS emissies weergegeven in Tabel 22 zijn opvallend hoger dan deze in Tabel 21. Het verschil kan verklaard worden door de emissies afkomstig van het lijmen en bedrukken. Deze werden niet opgenomen in de procesemissies in Tabel 21. Tabel 22 daarentegen geeft alle VOS-emissies weer die de kunststofverwerkende bedrijven meten en melden in hun emissiejaarverslag, dus ook deze afkomstig van bedrukken, lamineren en/of lijmen met solventhoudende producten. Daarenboven zijn in deze tabel ook de VOS-emissies van de rubberverwerkende bedrijven opgenomen.

In Tabel 23 worden de niet-methaan VOS-emissievrachten afkomstig van het coaten en lijmen van kunststoffen weergegeven uit het "Jaarrapport Lozingen in de lucht 1990-2004" (VMM, 2005). Tot de coatingprocessen behoren ook nabehandelingen die niet in deze studie zijn opgenomen, met name het verven en lakken. De gegevens zijn gebaseerd op de studie (Aminal, 2003), waarin niet enkel de emissiejaarverslagen van de bedrijven gebruikt werden, maar ook enquêtes uitgevoerd werden om de diffuse emissies in te schatten. Nadien werd een extrapolatie uitgevoerd voor de volledige sector.

Tabel 23: Evolutie NMVOS-emissies (ton/jaar) door lijmen en bedrukken in de kunststofsector in Vlaanderen (VMM, 2005)

jaar	NMVOS-emissie van coating kunststoffen	NMVOS-emissies van lijmen en kleefstoffen	som NMVOS emissies van lijmen en coating	% van totale NMVOS van Vlaanderen
	(ton/jaar)	(ton/jaar)	(ton/jaar)	(%)
1990	1628	1609	3237	0,015
1995	1506	1508	3014	0,017
2000	486	1004	1490	0,011
2001	639	1112	1751	0,013
2002	578	1090	1668	0,013
2003	585	1218	1803	0,014
2004	585	1218	1803	0,015

Bron: VMM, 2005

In Tabel 21 zijn de procesemissies van de productie van schuimen, thermoplasten en composieten alsook de stookemissies opgenomen en geëxtrapoleerd voor de volledige sector. De procesemissies die ontstaan bij het verwerken van thermoplasten zoals extruderen, spuitgieten en dergelijke worden slechts door sommige bedrijven meegerekend en zijn niet steeds opgenomen in het emissiejaarverslag. Deze komen bijgevolg niet volledig tot uiting in Tabel 22, maar worden wel weergegeven in Tabel 21.

In Tabel 24, p. 165, wordt getracht aan de verschillende deelprocessen van de kunststofverwerking die opgenomen zijn in deze studie een totale VOS-vracht toe te wijzen. Merk op dat in deze tabel ook de VOS-emissie van het coaten van kunststoffen opgenomen werden, terwijl deze processen niet tot de afbakening van de voorliggende studie behoren.

Tabel 24: Opsplitsing van de VOS-emissies voor de kunststofverwerkende sector volgens het emitterende proces voor 2000 (ton/jaar)

proces	ton/jaar	% van totaal	referentie
stookemissies	195	4	Aminal, 2004 (Tabel 21)
procesemissies	2730	62	Aminal, 2004 (Tabel 21)
thermoplasten	532	12	Aminal, 2004 (Tabel 21)
composieten	337[1]	8	Aminal, 2004 (Tabel 21)
schuimen	1860	42	Aminal, 2004 (Tabel 21)
nabehandelingen	1490	34	schatting o.b.v. Aminal, 2003 en VMM, 2005
lijmen	1004	23	Aminal, 2003
bedrukken en coaten	486	11	schatting o.b.v Aminal, 2003 en VMM, 2005
totaal	4415	100	

1. Volgens ruwe schattingen van leden van de sectororganisatie Reinforplast (Agoria) situeert de jaarlijkse emissie zich ergens tussen 21 ton (bij gebruik van LSE-harsen en indien 1,5 % van het styreen emitteert) en 141 ton (bij gebruik van standaardhars en indien 6 % van het styreen emitteert) (zie ook verder).

De VOS-emissies van de sector situeren zich volgens deze opsplitsing vooral bij het verwerken van kunststoffen (schuimen) en in mindere mate bij de nabehandelingen.

– VOS-emissies bij verwerking van thermoplasten

Bij de verwerking van thermoplasten kunnen volgende VOS-emissies optreden:

– De kunststof kan nog vrije monomeren (styreen, acrylonitril, vinylchloride), oligomeren of korte ketens met eindstandige chemische functies bevatten. Het restmonomeergehalte wordt voornamelijk bepaald door de aard van de kunststof. Een goed gepolymeriseerde thermoplast bevat zeer weinig (enkele ppm) of zelfs geen vrije monomeren en oligomeren. Het restmonomeer en/of de oligomeren kunnen in verschillende stadia van de verwerking vrijkomen.
– Sommige vluchtige additieven, zoals stabilisatorsystemen (bevatten oplosmiddelen als white spirit en glycolesters), weekmakers, verdunners, smeermiddelen, lossingsmiddelen en dergelijke, kunnen tijdens de verwerking bij verhoogde temperatuur vrijgesteld worden. Deze toeslagstoffen zijn namelijk vaak vluchtiger dan de kunststof in primaire vorm. Vooral de gelering van PVC-pasta (bevat tot 50% weekmaker) op hoge temperatuur kan aanleiding geven tot mist en verontreinigende afgassen.
– Afhankelijk van de temperatuur en de tijd dat het gesmolten materiaal in de verwerkingsapparatuur blijft, kan het materiaal ontbindingsreacties vertonen. Zowel de kunststof als de additieven kunnen hierdoor afbraakproducten vrijstellen. De vluchtige stoffen die aldus ontsnappen zijn voornamelijk alifatische en licht aromatische koolwaterstoffen en zuurstofverbindingen, zoals ketonen, aldehyden en carbonzuren. In het geval van PVC komt HCl vrij als ontbindingsproduct.
– Sommige thermoplasten beginnen te depolymeriseren bij hogere temperaturen. Dit is het geval bij PS, waarbij styreen ontsnapt. Vinylchloride kan nooit vrij komen als depolymerisatieproduct van PVC. De kleine hoeveelheden vinylchloride die ontsnappen zijn te wijten aan niet gereageerd monomeer.

De emissies komen voornamelijk vrij bij het opstarten van een spuitgiet- of extrusieproces. Tijdens de opwarmfase die nodig om de kunststof te smelten, verblijft het materiaal ongeveer

een uur in de cilinder. Gedurende deze statische fase kan het materiaal al bij lagere temperatuur ontbinden. De gevormde gassen komen voornamelijk vrij op het moment dat de schroef begint te draaien en het eerste materiaal naar buiten komt. De emissie van deze gassen duurt slechts enkele minuten, aangezien alleen het materiaal dat zich reeds in de schroef bevond, kan ontbinden (± 0,1-2 liter).

Hoe korter de productieserie des te frequenter moet worden opgestart. Bij extrusie zijn de productseries over het algemeen groter en duren gemiddeld langer dan een maand in vergelijking met spuitgieten waar productieseries gemiddeld enkele weken tot een maand duren. Daartegenover staat dat spuitgieten een meer gesloten proces is waarbij minder emissies optreden.

Het is moeilijk de emissies kwantitatief in te schatten omdat ze afhangen de karakteristieken van de gebruikte polymeren (en additieven) en van de reële verwerkingsparameters. De totale emissies zijn bij normale verwerking beperkt, maar ze verhogen (soms sterk) bij stijgende temperatuur. De verwerker heeft er alle belang bij de juiste verwerkingsparameters in te stellen om dergelijke verliezen en de degradatie van het materiaal te voorkomen. Afhankelijk van het materiaal kunnen de vrijgekomen gassen toxisch, irriterend of brandbaar zijn. In Tabel 25, p. 167, staat een overzicht van de mogelijke ontbindingsproducten van kunststoffen (Presti, 1996).

Tabel 25: Mogelijke ontbindingsproducten van kunststoffen (Presti, 1996)

Soort kunststof	Ontbindingstemperatuur	Mogelijke ontbindingsproducten	Opmerkingen
Polyethyleen: PE **Polypropyleen: PP**	vanaf 240°C	– alifatische koolwaterstoffen (< 10 C-atomen): methaan, ethyleen, buteen – ketonen, aldehyden – vluchtige vetzuren	– weinig giftig – irriterend voor de slijmvliezen en luchtwegen – weinig giftig
Polyvinylchloride: PVC	– vanaf 150°C – 175-200°C, indien niet goed gestabiliseerd	– ontbinding van ftalaten: aldehyden (formol, acroleine) ftaalanhydride – HCl-gas – sporen van monomeer: vinylchloride	– irriterend voor de luchtwegen – irriterend en allergeen, met goed gestabiliseerd PVC en goed geregelde extruder geen ontgassing.
Polystyreen: PS	vanaf 250°C	– styreen – aromatische koolwaterstoffen: benzeen, ethylbenzeen, cumeen – aldehyden: benzaldehyde, antioxydantia: fenolen	het gehalte styreen verhoogt bij stijgende temperatuur
Acrylonitril – Butadieen – Styreen: ABS	indien sterk overhit is	– acrylonitril, styreen, tolueen, 1,3-butadieen – ethylbenzeen	irriterend voor de slijmvliezen, gevaar bij langdurige inademing
Styreen – Acrylonitril: SAN	nog voor 260°C	– styreen, acrylonitril – aromatische koolwaterstoffen, nitriten, aldehyden (met name: acroleine), antioxydantia: fenolen	gevaarlijk, ontvlambaar
Polymethyl-methacrylaat: PMMA	vanaf 280°C belangrijker vanaf 320°C	– methylmethacrylaat (< 5ppm), koolstofoxide (< 10 ppm)	snelle ontbinding van PMMA kan opeenstapeling van gassen veroorzaken, drukopbouw kan ertoe leiden dat gesmolten polymeer uit de spuitmond wordt geprojecteerd.
Polyamide: PA	nog voor 250°C	– alifatische koolwaterstoffen, aldehyden (acetalaldehyde), acroleine, nitriles (acrylonitril, acetonitrile, ...), ketonen (aceton, ...) – ammoniak en nitiles – koolstofoxide, – koolstofanhydride	– toxisch en irriterend voor de slijmvliezen en luchtwegen
Polyoxy-methyleen: POM	na lange tijd op 190°C	– formaldehyde, methylal – 1,3-dioxolanne, trioxanne	– irriterend voor de ogen en de luchtwegen – irriterend voor de ogen
Polyethyleen-tereftalaat: PET **Polybutyleen-tereftalaat: PBT**	270-280°C	– aldehyden, acetaldehyde, acroleine – alifatische koolwaterstoffen: ethyleen, koolstofoxide, water	– irriterend
Polycarbonaat: PC	250-280°C 320-340°C	– sporen onverzadigde alifatische en aromatische koolwaterstoffen, sporen aldehyden – dezelfde gassen, maar in grotere hoeveelheden	

Tabel 25: Mogelijke ontbindingsproducten van kunststoffen (Presti, 1996)

Soort kunststof	Ontbindingstemperatuur	Mogelijke ontbindingsproducten	Opmerkingen
Polyoxyfenyleen-oxide: PPO	vanaf 300°C	onverzadigde koolwaterstoffen (ethyleen), aromatische koolwaterstoffen (benzeen, tolueen, ethyl-benzeen), aldehyden (butylal-dehyde, acroleine)	
Polyfenyleen-sulfide: PPS	370°C	zwaveldioxide, carbonsulfide	irriterend voor de slijmvliezen
Polytetrafluor-etheen: PTFE	350-400°C	fijne deeltjes van fluorverbindingen, gefluoreerde koolwaterstoffen (onverzadigde en verzadigde)	wervelpijnen, gepaard gaand met koorts en irritatie van de luchtwegen. Octofluorisobutyleen is het meest giftig van alle ontbindingsproducten.

In Tabel 26 worden de emissiefactoren voor stofdeeltjes en VOS weergegeven zoals ze opgemeten werden bij experimenten met pilootinstallatie voor de extrusie van PE. De gegevens bevestigen de algemene tendens dat de emissies sterk oplopen bij stijgende verwerkingstemperatuur. Verder kan vastgesteld worden dat de verschillende types PE met verschillende toepassingen andere emissiefactoren vertonen, hetgeen aantoont dat de emissies sterk afhangen van de eigenschappen van het polymeer in kwestie en de wijze van verwerking.

Tabel 26: Experimentele emissiefactoren van extrusieprocessen met PE (Barlow et al., 1996)

	temperatuur (°C)	**Stof (mg/kg)**	**totaal VOS (mg/kg)**
LDPE gebruikt voor extrusie coating			
	180	2,4	8,0
	260	30,9	35,3
	315	242,0	157,4
LLDPE gebruikt voor blazen van film			
	200	21,7	9,3
	230	24,7	14,2
	260	59,9	19,9
HDPE gebruikt voor blow moulding			
	190	19,6	21,1
	220	26,6	30,7

Hieronder volgen nog enkele experimentele emissiefactoren die in de literatuur terug te vinden zijn.

Tabel 27: Emissiefactoren voor verwerking van verschillende kunststoffen

	temperatuur (°C)	**stof (mg/kg)**	**totaal VOS (mg/kg)**	**ref.**
PP	200°C-260°C	17-150	33-191	Adams et al., 1999
	300°C-320°C	218-653	202-819	
PC	300°C	6-33	11-116	Rhodes et al., 2002
PC/ABS blend	300°C	138	118	Rhodes et al., 2002
ABS	350-450°C		185-653	Contos et al., 1995

Bij de evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse polluentemissies naar het compartiment lucht gebruikt Aminabel de emissiefactoren weergegeven in Tabel 28, p. 170, (Aminal, 2004) voor de verwerking van thermoplasten.

Tabel 28: Emissiefactoren gebruikt bij de evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse polluentemissies naar het compartiment lucht voor de verwerking van thermoplasten (Aminal, 2004)

polymeer	min. emissiefactor (g VOS/kg)
LDPE	0,176
LLDPE	0,0232
HDPE	0,0432
PP	0,0191
PS extrusie	2,5 (0,1-0,2[1])
hard PVC	0,0616
zacht PVC	28,5

1. De emissiewaarde van 2,5 g VOS/kg PS wordt door Fechiplast in vraag gesteld. Een emissie van 0,2 g VOS/kg PS wordt door hen als "worst-case-scenario" (vacuumpomp op extrusielijn zonder condensator) aanzien en 0,05-0,1 g/kg als gemiddelde waarde.

Uit deze tabel blijkt duidelijk dat de grootste emissies te wijten zijn aan de verwerking van PS en zacht PVC. Bij PS worden slechts in geringe mate additieven toegepast. Wel kan een beperkte emissie optreden van vluchtige bestanddelen uit antistatica en smeermiddelen. Bij de verwerking van copolymeren van styreenbutadieen (o.a. HIPS) op te hoge temperatuur kan ontbinding ontstaan, waardoor onder andere styreen kan geëmitteerd worden. Granulaat ABS kan een wisselend gehalte aan vrij acrylonitril bevatten, maar de hoeveelheid is echter kleiner dan 1 g/kg ABS.

Zacht of weekgemaakte PVC bevat 20 tot 60% weekmaker, vulstoffen, smeermiddelen en stabilisatoren. Bij de verwerking van zacht PVC doen zich emissies van solventen en weekmakers voor. Groenewegen et al. geven in een studie in opdracht van de VROM (1993) volgende emissiefactoren bij de verwerking van zacht PVC:
– Solventen: 24 g VOS/kg
– Weekmakers: 2-7 g VOS/kg

Door ontbinding van het PVC kan bij hoge verwerkingstemperaturen als ontbindingsproduct HCl vrijkomen. In een goed gethermostatiseerde extruder is dit echter niet het geval.

De emissie van de weekmaker hangt sterk af van het aandeel van de weekmaker in de PVC-pasta en van de wijze waarop de verwerking gebeurt. Recente emissiemetingen tonen een emissie van weekmaker bij het kalanderen van technische folies van zacht PVC van 0,1-0,2% van de gebruikte weekmaker. Indien bij het kalanderen uitgegaan wordt van een weekmakergehalte van 25%, varieert de emissiefactor van 0,25 tot 0,5 g/kg zacht-PVC..

Bij het geleren van zacht PVC bij centrifugaal gieten komt meer weekmaker vrij. Afhankelijk van de toegepaste weekmaker kan de emissie oplopen van 2 tot 5% van het weekmakeraandeel. Indien het weekmakergehalte 25% bedraagt, betekent dit een emissiefactor van 5 tot 12,5 g/kg zacht PVC. Bij het geleren van zacht PVC bij rotatievormen komt minder weekmaker vrij omdat het een gesloten proces is. Hier komt naar schatting 0,1 tot 0,2% van de weekmaker bij de verwerking vrij. Dit betekent 0,25 tot 0,5 g/kg zacht PVC indien het weekmakergehalte 25% bedraagt

– VOS-emissie van thermoplastische schuimen

Bij de productie van thermoplastische schuimen wordt blaasmiddel gebruikt dat aanleiding geeft tot bijkomende VOS-emissies.

Volgens EMEP/Corinair wordt bij de aanmaak van EPS schuimen wordt zo'n 6% blaasmiddel (butaan, pentaan) toegevoegd. 77% hiervan komt bij de productie vrij. De rest diffundeert langzaam uit het schuim tijdens de gebruiksfase ervan. Dit betekent dat de emissiefactor voor VOS emissie bij de productie van EPS schuim 46,2 g/kg schuim is. Voor de productie van EPS wordt in de literatuur ook een emissiefactor van 40,3 g VOS/kg teruggevonden. Op basis van deze beide literatuurgegevens wordt in (Aminal, 2004) geopteerd een gemiddelde emissiefactor voor EPS uit literatuur te nemen van 43,3 g VOS/kg. In (Aminal, 2004) werden eveneens enquêtes uitgevoerd en uit de gerapporteerde gegevens werd een gewogen gemiddelde emissiefactor van 62 kg per ton productie EPS afgeleid. Uiteindelijk wordt in (Aminal, 2004) besloten om een gemiddelde te maken van de emissiefactor op basis van literatuurgegevens en deze op basis van gerapporteerde gegevens, d.i. 52,7 g VOS/kg. Voor EPS schuimen met een verlaagd pentaangehalte liggen de VOS-emissies lager.

Tabel 29: Emissiefactoren van thermoplastische schuimen (Aminal, 2004)

polymeer	Emissiefactor (g VOS/kg)
PS schuim (XPS of spuitgieten)	65,3 (0,1-0,2[1])
EPS schuim standaard	52,7 (40-46[2])

1. Volgens Fechiplast (Febelplast) zijn voor PS schuim veel lagere emissiefactoren van toepassing omdat hiervoor CO_2 als blaasmiddel wordt gebruikt. Dit heeft echter geen effect op de emissiewaarden in tabel 21 en 24 omdat er geen productie van PS schuim is.
2. Volgens Fechiplast (Febelplast) kan de emissie van EPS schuim nog lager zijn omdat naast het standaard schuim ook laag pentaanschuim geproduceerd wordt waarvan de emissiefactor 25-30 g VOS/kg bedraagt.

– VOS-Emissie van PUR schuimen

PUR-schuimen worden meestal in open systemen aangemaakt. Een beperkte hoeveelheid wordt in gesloten systemen (mallen) geproduceerd (RIM of Reaction Injection Moulding).

Volgens US EPA bedraagt de emissiefactor 28,3 g/kg PUR voor open systemen. Bij de productie in gesloten systemen komt blaasmiddel vrij maar wordt eveneens solvent bij het reinigen van de mallen geëmitteerd. Dit betekent een emissiefactor van 0,34 g/kg PUR door gebruik van blaasmiddelen en 2,5 g/kg PUR voor het reinigen.

Volgens de gegevens van de EMEP/CORINAIR database wordt bij de aanmaak van PUR schuimen zo'n 12% blaasmiddel toegevoegd. 30% hiervan komt bij de productie vrij. De rest diffundeert langzaam uit het schuim tijdens de gebruiksfase ervan. Dit betekent dat de emissiefactor voor VOS emissie bij de productie van PUR schuim 36 g/kg schuim is.

– VOS-emissies van composieten

Bij de verwerking van polyesterharsen ontstaan VOS emissies als gevolg van de verwerking en uitharding van het hars en als gevolg van reinigingsactiviteiten.

Voor de styreenemissie als gevolg van het verwerken en uitharden van het hars wordt een onderscheid gemaakt naar verwerkingsmethode en naar harstype. Bij reiniging wordt ervan uitgegaan dat 75% van het gebruikte solvent verdampt. Dit geeft aanleiding tot een emissiefactor voor reinigingsactiviteiten van 65,3 g VOS/kg hars (Aminal, 2004). Bij de evaluatie van het reductie-

potentieel voor diverse polluentemissies naar het compartiment lucht gebruikt Aminabel volgende emissiefactoren voor de verwerking van polyesterharsen (Aminal, 2004):
– gemiddelde emissiefactor voor de reiniging: 65,3 g VOS/kg hars
– gemiddelde emissiefactor verwerking van hars: 23,5 g styreen/kg hars

Deze emissiefactoren zijn afgeleid van literatuurgegevens.

Rekening houdend met de jaarlijkse productie aan vezelversterkte kunststoffen in Vlaanderen van 19 500 ton (schatting Agoria) en het aandeel van vezelversterkte polyesterhars (65%) hierin, blijkt dat in Vlaanderen 12 675 ton vezelversterkt polyesterhars geproduceerd wordt. Het gemiddeld harsgehalte in vezelversterkte kunststof bedraagt 30% en brengt het jaarlijks harsverbruik in Vlaanderen op 3 800 ton. Rekening houdend met dit harsverbruik en de emissiefactoren hierboven vermeld, brengt dit de totale emissie afkomstig van de verwerking van composieten volgens (Aminal, 2004) op 337,440 ton per jaar.

Volgens ruwe schattingen van de leden van de sectororganisatie Reinforplast (Agoria) ligt de totale jaarlijkse styreenemissie van de composietverwerking tussen 21 ton en 141 ton per jaar, afhankelijk van de hoeveelheid styreen in het hars (25% voor LSE-hars – 40% voor klassiek hars) en de geëmitteerde fractie hiervan (1.5% voor LSE-hars en 6% voor klassiek hars).
Voor de berekening van de totale emissie houdt Reinforplast echter geen rekening met de emissie van het reinigingssolvent. Dit wordt volgens Reinforplast gecompenseerd door een overschatting van de totale hoeveelheid polyesterhars (19 500 ton in plaats van 12 675 ton effectief) in hun berekening. De gebruikte emissiefactoren bedragen 3,75 g styreen/kg hars voor LSE-hars en 24 g styreen/ kg hars voor standaardhars. Deze zijn gelijk of kleiner dan deze gebruikt door (Aminal, 2004) en houden geen rekening met de emissies van de reiniging. De schatting van (Aminal, 2004) zal dan ook de reële emissies beter benaderen.

Styreen heeft een zeer lage olfactieve waarde, wat betekent dat men styreen ruikt zodra er enkele ppm styreen in de lucht aanwezig zijn. Doch styreen wordt zoals hierboven vermeld zeer snel afgebroken door in de omgevingslucht aanwezige bacteriën.

– VOS-emissies bij bedrukken en lijmen

Lijmen:
Bij het toepassen van lijmen doen zich vaak VOS-emissies voor. De meeste kunststofverwerkende bedrijven gebruiken solventlijmen. Het gemiddelde solventgehalte bedraagt 65%.
Het grootste gedeelte van de emissies te wijten aan het gebruik van solventlijmen is afkomstig van de verwerking van schuim (vb. PU-schuim). De lijmen worden gebruikt voor het vervaardigen van matrassen, matten, autozetels. Voor Vlaanderen wordt het verbruik van dichloormethaan als brandveilig solvent bij de verwerking van PUR-zachtschuim op 136 ton geschat voor 1999 (UG, 2002). Deze emissies zijn intussen verminderd, daar ernaar gestreefd wordt om in de PUR-zachtschuimsector het gebruik van dichloormethaan binnen enkele jaren volledig te vervangen door bv. hotmelts. Een ander belangrijk gedeelte solventlijmen gaat naar het produceren van laminaten en voor het belijmen van PVC. (Aminal, 2003).
Watergedragen lijmen worden slechts in enkele bedrijven gebruikt, maar wel in grote volumes. Verder is er ook VOS-emissie bij lijmcoatings, dit is het gebruik van lijmen voor de vervaardiging van zelfklevende materialen (plastic, papier, textiel). De VOS-emissies werden ingeschat op 26 ton voor 1998 (UG, 2002).
De totale VOS-emissies in de kunststofsector veroorzaakt door lijmgebruik in 2001 wordt geschat op 1.112 ton (Aminal, 2003). Merk hierbij op dat de emissies afkomstig van de reinigingsactiviteiten hierbij niet opgenomen werden.

Bedrukken:
Bij flexo- en diepdruk moet een onderscheid gemaakt worden tussen het gebruik van oplosmiddelhoudende inkten en watergedragen inkten. De gebruikte oplosmiddelhoudende inkten hebben een solventgehalte van gemiddeld 75%. Het waterig drukken met deze technieken gebeurt met inkten met een gemiddeld solventgehalte van 5 tot 20%. Van de oplosmiddelhoudende inkten zal 95-99% van het solvent emitteren naar de lucht. De rest komt in het afval terecht, nl. in de inktafval, in poetsdoeken of in afvalsolventen (UG, 2000).
De emissies van VOS door het inktverbruik in de grafische sector in Vlaanderen worden op 3 313 ton ingeschat. Het aandeel van het bedrukken van kunststof is niet gekend. De totale VOS-emissies in de kunststofsector veroorzaakt door coatinggebruik in 2001 wordt geschat op 638 ton (Aminal, 2003). Dit is opnieuw een overschatting omdat hieronder niet enkel het bedrukken maar ook het verven en lakken van kunststoffen wordt verstaan. Merk hierbij op dat de emissies afkomstig van de reinigingsactiviteiten hierbij niet opgenomen werden.

– VOS-emissies bij onderhoud en reiniging

Oplosmiddelen kunnen vrijkomen bij het schoonmaken van apparatuur (bv. wasbenzine) van de verschillende verwerkingsprocessen, maar ook bij reinigingsactiviteiten van de nabehandelingsapparatuur (drukken, lijmen, lamineren, …).

De polyesterverwerkende industrie maakt op relatief grote schaal gebruik van reinigingsmiddelen zoals aceton, dichloormethaan en methylethylketon (MEK). Van de organische oplosmiddelen die gebruikt worden om mallen of gereedschap schoon te maken verdampt ten minste 75%. In veel bedrijven is de emissie van schoonmaakmiddelen groter dan de styreen-emissie. De omvang van die emissie is niet afhankelijk van de toegepaste techniek. Deze emissie werd verrekend in de emissiefactor van de verwerking van composieten.

– Ozonafbrekende stoffen

Het gebruik van blaasmiddelen bij de productie van schuimen kan aanleiding geven tot emissies van ozonafbrekende stoffen. In Tabel 30, p. 174, wordt de evolutie van deze emissies weergegeven (VMM, 2005). Per jaar worden de hoeveelheden van elk van de 3 groepen ozonafbrekende stoffen weergegeven die geëmitteerd werden bij de productie van schuimen en de emissie ervan in de gebruiksfase in Vlaanderen. Daarnaast wordt aangegeven met welk percentage van de totale jaarlijkse emissie dit voor elk van de 3 groepen ozonafbrekende stoffen overeenkomt. Merk hierbij op dat het gebruik van CFK's bij de productie van schuimen sinds 1995 gestopt werd, en dat de opgetekende emissies enkel nog afkomstig zijn van de isolatieschuimen die nog in gebruik zijn.

Tabel 30: Evolutie van de emissie van ozonafbrekende stoffen in schuimen in Vlaanderen: som van emissies bij productie en gebruik (in ton)

	CFK's	HCFK's	HFK's
1995	224	844	70
1996	211	746	94
1997	198	831	148
1998	189	1010	151
1999	178	1354	96
2000	166	1127	43
2001	149	961	55
2002	146	383	412
2003	131	346	364
2004*	131	346	364

* voorlopige resultaten, stand van zaken 30 september 2005.

Bron: VMM, 2005

Bij schuimen werd in sommige gevallen een blaasmiddel gebruikt dat de ozonlaag aantast.

– PUR soepel schuim: hiervoor werden aanvankelijk CFK's gebruikt, maar deze zijn intussen vervangen door koolwaterstoffen en CO_2.
– PUR hard schuim: hiervoor werden aanvankelijk (H)CFK's gebruikt, maar deze zijn intussen vervangen door HFK's en lichte koolwaterstoffen. Dit zijn vluchtige organische verbindingen, die VOS-emissies veroorzaken. Een ander alternatief is CO_2, maar dit blaasmiddel bezit geen isolerende capaciteiten.
– geëxpandeerde en geëxtrudeerde kunststoffen: hiervoor worden koolwaterstoffen, CO_2 of HFK's ingezet,. Bij de productie van EPS komt 40 tot 65% van de in de grondstof ingebrachte hoeveelheid pentaan (uitgangsproduct bevat 6% pentaan) vrij tijdens het productieproces (InfoMil, 1997 (b)).

– Geur

Geurproblemen kunnen ontstaan bij de verwerking van polystyreen, polyesterverwerking en weekgemaakt PVC (stabilisatoren).

De geurdrempel voor styreen (dit is een concentratie die 50% van de testpersonen nog kan ruiken) bedraagt 0,1 mg/m³[28]. Deze concentratie is bijzonder laag en het is praktisch onmogelijk om de lucht te zuiveren tot beneden deze concentratie. Men raadt inrichtingen met dergelijke activiteiten aan om een schoorsteen (zo'n 30 m hoog) of een straalextractor voor verticale verspreiding te installeren.

– Veiligheid

Bijkomende veiligheidsproblemen zoals elektrostatische oplading en explosiegevaar zijn mogelijk.

[28] De emissiegrenswaarden voor styreen wordt in bijlage 4.4.2. van Vlarem II gegeven en bedraagt 100 mg/Nm³ bij een massastroom van 2000 g/u of meer.

3.9.3. Afval

– Hoeveelheden specifieke afvalstoffen

In Tabel 31 worden de voornaamste afvalstoffen weergegeven die de kunststofverwerkende nijverheid heeft gemeld in 2003. Bij de verwerking van de gegevens worden door OVAM alle rubrieken onder NACE-code 25 opgenomen. Dit wil zeggen dat deze gegevens niet enkel van de kunststofverwerkende bedrijven afkomstig zijn, maar ook van de rubberverwerkende.

Tabel 31: De voornaamste afvalstoffen afkomstig van de kunststof- en rubberverwerkende nijverheid in 2003

Afvalcategorie	Afvalhoeveelheid (ton)	ondergrens 95% BI	bovengrens 95% BI
Kunststofafval	49 990	39 968	58 123
Gemengd afval	24 710	22 145	27 276
Papier- en kartonafval	13 958	11 647	16 269
Houtafval	6 545	4 877	7 391
Film- en celluloideafval	3 551	3 550	3 551
Verpakkingsafval	3 335	2 225	5 305
Metaalafval	3 322	2 619	4 026
Bouw- en sloopafval	2 954	1 648	4 529
Grond	2 743	2 722	2 811
Zouten	2 743	1 628	4 981
Vloeibare afval(water)stromen voor externe verwerking	1 931	1 796	2 162
Andere chemische afvalstoffen	3 501	3 176	4 636
Verf-, lak- en coatingafval	1 258	1 133	1 410
Afval van (afval)waterbehandeling	2 717	2 599	3 160
Afval van organische oplosmiddelen	1 122	906	1 344
Overige afvalstoffen	3 316		
TOTAAL	127.696	116 490	138 902

Bron: OVAM

De afvalcategorie die in de grootste kwantiteit ontstaat is kunststofafval.

De verwerking van thermoplasten resulteert onvermijdelijk in intern afval:
- afval van het op punt stellen van een product of matrijs;
- afval van de opstart en het einde van een productie;
- uitval;
- productieafval van aanspuitingen, bramen en dergelijke bij thermoplasten;
- spoelmengsels bij productiewisselingen.

Alhoewel thermoplasten op zich goed recycleerbaar zijn, kan niet al het intern productieafval terug verwerkt worden om verschillende redenen:
- degradatie van het materiaal: chemische degradatie van de polymeren en van de additieven bij hoge verwerkingstemperaturen (170-300°C afhankelijk van het materiaal) kan optreden bij elke verwerkingsstap. Hierdoor verliest het materiaal zijn fysische en chemische eigen-

schappen. Dit beperkt in zekere mate de gebruiksmogelijkheden van het materiaal en bepaalt de mate waarin het materiaal herverwerkt kan worden.
– additieven in de kunststof kunnen de herverwerkingsmogelijkheden van het materiaal beperken. Ingekleurde materialen kunnen slechts in een beperkte verhouding gerecycleerd worden. Boven een bepaald percentage treedt er ten gevolge van chemische degradatie, vergeling op. Glasvezelversterkte materialen verliezen een deel van hun eigenschappen, telkens als het materiaal door een plastificeerschroef wordt gebracht omdat de lengte van de glasvezels ingekort wordt. Dit effect wordt versterkt in aanwezigheid van titaandioxide (TiO_2).
– door de grote verscheidenheid aan producten ontstaat een even grote verscheidenheid aan afvalproducten. Indien de hoeveelheden van sommige materialen te klein zijn, is recyclage niet realistisch.
– gebrek aan identificatie: de verschillende polymeersoorten zijn over het algemeen nauwelijks compatibel met elkaar. Het is dus belangrijk dat iedere afvalstroom geïdentificeerd kan worden. Vaak wordt te weinig aandacht besteed aan de markering van de materialen, of worden verschillende materialen samengevoegd, waardoor eventuele recyclage niet uitvoerbaar is. Soms werkt men ook met verschillende materialen in één productielijn. In die gevallen kan het productieafval niet meer in het proces ingebracht worden.

Bij thermoharders is de vormgeving irreversibel en is de recyclage van overschotten moeilijker. Hier moet het afval fijn vermalen worden (gemicroniseerd), zodat het als vulstof ingezet kan worden ofwel ingezet worden in de cementindustrie. Hiervan wordt door de bedrijven echter geen melding gemaakt.

– Verwerking van de afvalstromen

Tabel 32 geeft de verwerkingswijzen van de gemelde afvalstoffen weer.

Tabel 32: De verwerkingswijze van de afvalstoffen die door de kunststof- en rubberverwerkende nijverheid gemeld werden in 2003

Verwerkingswijze	Afvalhoeveelheid (ton)	ondergrens 95% BI	bovengrens 95% BI
Conditionering	67 272	61 221	73 323
Recyclage	43 832	35 501	52 163
Verbranden	10 122	8 400	11 844
Storten	6 353	4 850	9 362
Tijdelijke opslag	118	58	218
Gebruik als secundaire grondstof			
ALLE	**127 696**	**116 490**	**138 902**

Bron: OVAM

Onder conditioneren worden verscheidene verwerkingswijzen verstaan die opnieuw een afvalstof voortbrengen. Zo worden gemengde stromen kunststofafval soms eerst uitgesorteerd en gescheiden in monostromen.

Hoogkwalitatieve kunststofafvalstromen worden afgevoerd naar volwaardige materiaalrecuperatie. Sterk verontreinigd kunststofafval wordt soms gereinigd. Via het wassen kan ook op densiteit gesorteerd worden. De gesorteerde monostromen worden geshredderd, gegranuleerd en

afgevoerd voor recyclage. Hoogcalorische stromen met een lagere kwaliteit, waarvoor geen materiaalrecyclage mogelijk is, worden vooral opgewerkt tot energiepellets voor het bijstoken in cementovens (shredderen, granuleren en pelletiseren).

Voor secundaire grondstof dient de afvalstof aan een aantal voorwaarden te voldoen en dient de producent van het afval een certificaat aan te vragen (zie Vlarea). Geen enkel bedrijf uit de kunststofverwerkende of rubberverwerkende sector geeft hier melding van.

3.9.4. Energie

Op uitzondering van het schuimen, waar stoom geproduceerd wordt door verbranding, is het energieverbruik binnen de kunststofverwerkende industrie hoofdzakelijk elektrisch. De energietoevoer situeert zich op de volgende vlakken:

- smelten van grondstoffen;
- koeling (matrijs, kalibers, olie, …);
- aandrijving van randapparatuur (malers, compressoren, pompen, voordrogers, mengers, …);
- vacuümvormen van halffabrikaten.

Het machinepark (incl. randapparatuur zoals vermalers, hoppervullers, doseersystemen, transportbanden, …) neemt gemiddeld meer dan 90% van de totale elektriciteitskost voor zijn rekening. Het resterende percentage gaat naar ruimtelijke verwarming en verlichting.

Het energieverbruik is specifiek aan de verwerkingstechniek. Het energieverbruik is voor de verwerker een belangrijke factor omdat het een aanzienlijke werkingskost betekent.

Bij de evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse polluentemissies naar het compartiment lucht van Aminal (Aminal, 2004) werden voor de kunststofverwerkende sector 2 scenario's gevolgd om het energieverbruik voor het jaar 2000. De berekening van het gemiddelde van beide levert een inschatting van het totaal energieverbruik voor de sector kunststofverwerking van 10.700.000 GJ.

3.9.5. Geluid

Veel productieapparaten produceren meer dan 90 dB. Er bestaan systemen om de geluidsproductie te beperken zoals: drukkingskussens, geluid absorberende panelen of kasten. Soms is het echter niet mogelijk om dergelijke geluidsabsorberende technieken toe te passen.

Hoofdstuk 4 BESCHIKBARE MILIEUVRIENDELIJKE TECHNIEKEN

In dit hoofdstuk worden de mogelijke milieumaatregelen per milieudomein besproken. Het gaat hier zowel over de gebruikte producten als de technische en organisatorische maatregelen die kunnen getroffen worden (IPPC, 1999):

- preventieve en minimalisatie technieken;
- bestrijding;
- modernisering
- recyclage;
- vermindering emissie;
- afvalbehandeling en -afzet;
- ...

Deze oplijsting van milieuvriendelijke technieken is uiteraard niet-limitatief. De lijst geeft een overzicht van de stand der techniek op het verschijnen van de aanbeveling en kan in de toekomst verder aangevuld worden. Voor een gedetailleerde beschrijving van bepaalde milieuvriendelijke technieken wordt naar de techniekbladen in Bijlage 2 verwezen.

4.1. Water

Waterverontreiniging door de sector is veelal beperkt, zowel wat de aard als de hoeveelheid van het geloosde water betreft. Bij de verwerking van thermoplasten is het bedrijfsafvalwater voornamelijk afkomstig van de koelsystemen. Verder veroorzaken reinigingsactiviteiten en nabehandelingsprocessen zoals bedrukken en lijmen met watergedragen systemen afvalwater.

Tabel 33: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment water

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
W1	Waterbesparingsonderzoek uitvoeren en maatregelen toepassen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
W2	Voorkom lozingen bij calamiteiten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
W3	Gaas onder afwateringsrooster plaatsen	x									
W4	Gesloten koelcircuit		x			x					
W5	Hergebruik reinigings- en spoelwater								x	x	x
W6	Zorgvuldig werken met waterige inkten en lijmen en afvalwater gepast behandelen								x	x	x

a. Algemeen

W 1 Uitvoering van een waterbesparingsonderzoek en implementeren van de meest efficiënte maatregelen (FO-Industrie, 2002).

Binnen dit onderzoek wordt onder andere een analyse uitgevoerd van de waterhuishouding met toewijzing van tenminste 90% van het totale waterverbruik aan individuele installaties en (deel)processen. Uit de mogelijke waterbesparende maatregelen worden de meest kansrijke geselecteerd. Na het toetsen van de haalbaarheid ervan wordt vervolgens een planning opgesteld voor het invoeren van de meest belovende maatregelen uit de lijst.

Toepasbaarheid: Voor de volledige sector bij bedrijven waar meer dan 5 000 m³ per jaar water gebruikt wordt in de processen.
Milieuvoordeel: Waterbesparing.
Financieel: Waterbesparing leidt tot geringere kosten voor de inkoop van water en soms ook tot een lagere afvalwaterheffing. Dit onderzoek is kostenefficiënt indien grond- en leidingwaterverbruik meer dan 5 000 m³/jaar bedraagt en bij plannen voor nieuwbouw, uitbreiding of vernieuwing.

W 2 Voorkomen van lozingen van chemicaliën bij calamiteiten (Derden A., 1998).

Afsluitbaar maken van schrobputjes in werkruimten en opslagplaatsen waar met chemicaliën wordt gewerkt. Bij kans op zeer grote lozingen ook het bedrijfsriool afsluitbaar maken.

Toepasbaarheid: Voor de volledige sector in bedrijven waar gewerkt wordt met chemicaliën.
Milieuvoordelen: Voorkomt lozing van sterk vervuilde afvalstromen en draagt bij tot de juiste afvoer en verwerking van afvalstromen.
Financieel: Kosten zijn gering.

b. Voorbewerking

W 3 Gaas plaatsen onder de roosters van afwateringssysteem.

Indien het risico bestaat dat grondstofkorrels toevallig via de roosters van het afwateringssysteem in het afvalwater van het terrein terecht zouden komen, is het nuttig een gaas te plaatsen onder deze roosters op de plaats waar het lossen van de grondstoffen gebeurt.

Toepasbaarheid: Toepassen wanneer zich een rooster bevindt in de nabijheid van losplaats van grondstoffen.
Milieuvoordeel: Voorkomen van watervervuiling.
Financieel: Kleine investering, nagenoeg geen onderhoud.

c. Verwerking van thermoplasten

W 4 Overschakelen op een gesloten koelcircuit bij de verwerking van thermoplasten (Presti, 1996).

Een gesloten koelcircuit bestaat uit een gesloten circuit van koelwater dat door de cilinder en/of matrijs wordt gestuurd. De koeling gebeurt met behulp van een koelgroep.

Toepasbaarheid: Telkens wanneer gebruik gemaakt wordt van een waterkoeling bij de verwerking van thermoplasten.
Milieuvoordeel: Bij een gesloten koelcircuit wordt geen water meer geloosd tenzij voor onderhoud en spuiwater.

Financieel: Het verlaagd waterverbruik is een financieel voordeel. Bij een bedrijf met een groot aantal machines vereist een gesloten koelcircuit wel een aanzienlijke investering.

d. Nabehandeling

W 5 Hergebruik van reinigings- en spoelwater dat vrijkomt bij het reinigen van machineonderdelen waarmee waterverdunbare lijm wordt aangebracht. (European Commission, 2005)

Afvalwater afkomstig van de reiniging van lijmsystemen met waterverdunbare lijmen kan hergebruikt worden door een installatie met een retourleiding, pomp(en), opslagtank(s), filter(s) en een ionenwisselaar(s).

Toepasbaarheid: algemeen toepasbaar bij verlijmen met watergedragen systemen.
Milieuvoordelen: Besparing op het gebruik van water en grondstoffen en reductie van lijmafval.
Financieel: Investering nodig, maar besparing op aankoop van lijmen.

W 6 Zorgvuldig werken met waterige inkten en lijmen en afvalwater gepast behandelen. (Derden A., 1998)

Emissies naar water minimaliseren door een passende werkmethode die uit volgende stappen bestaat:
1. verwijderen van inkt- en lijmresten;
2. spoelen met weinig water dat daardoor sterk vervuild is;
3. het afvalwater niet lozen, maar laten behandelen in een (interne of) externe waterzuiveringsinstallatie of het reinigings- en spoelwater hergebruiken (zie W 5).
4. tenslotte nogmaals spoelen met water. Hierbij ontstaat afvalwater met enkel nog sporen van inkt dat slecht een beperkte vuilvracht draagt.

In Technische Fiche 1, p. 317, worden de mogelijke waterzuiveringsinstallaties aangegeven.

Toepasbaarheid: algemeen toepasbaar bij bedrukken en lijmen met waterige systemen.
Milieuvoordelen: beperkt tot niet lozen van afvalwater.
Financieel: Beperkte kosten, tenzij het afvalwater extern behandeld moet worden.

4.2. Lucht

Luchtemissies kunnen zich voordoen in verschillende productiestappen van de kunststofverwerking, van het mengen in de voorbewerking en het gebruik van vluchtige stoffen bij de productie van composieten en schuimen tot het gebruik van oplosmiddelhoudende lijmen in de nabehandeling. Bij de meng- en maalactiviteiten gaat het voornamelijk om stofemissies, terwijl zich bij de productie van composieten en schuimen alsook bij de nabewerkingen hoofdzakelijk emissies van vluchtige organische stoffen voordoen.

Tabel 34: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment lucht

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
L1	Stoffilters gebruiken bij droge mengtechnieken	x				x					
L2	Stoffilters gebruiken bij centraal vermalen van productie-uitval en -afval	x	x	x	x	x					
L3	Gekleurde masterbatchen gebruiken	x	x			x					
L4	(Voor)verpakte additieven toevoegen	x	x			x					
L5	Behandelen van luchtemissies van weekmaker en verdunner (TF 16)		x			x					
L6	Geur- en oplosmiddelvrije stabilisatoren voor PVC-verwerking	x	x			x					
L7	Harsen gebruiken die minder styreen emitteren (TF 2, 3 en 4)			x							
L8	Toepassen van UV-harding van polyester stukken			x							
L9	Spuittechniek aanpassen bij spuiten van harsen (TF 5 en 6)			x							
L10	Voorgeïmpregneerde matten gebruiken			x							
L11	Harsspuiten vervangen door handmatig aanbrengen			x							
L12	Een gesloten systemen (TF 7)			x							
L13	Een vacuümfoliesysteem			x							
L14	Vervangen methyleenchloride en aceton schoonmaakmiddelen (TF 8)			x	x						
L15	Good housekeeping tegen emissie van styreen en oplosmiddelen (TF 10)			x							
L16	Gesloten leidingsysteem voor oplosmiddelen en hars			x							
L17	Behandel luchtemissies bij composietverwerking (TF 11, 12, 13, 14, 15 en 20)			x							
L18	Vervang TDI door MDI bij productie van zacht PUR-schuim				x						
L19	Pentaan gebruiken als blaasmiddel voor de productie van isolatieschuim (TF 17)				x						
L20	CO_2 gebruiken als blaasmiddel voor de productie van opencellig zachtschuim				x						

Tabel 34: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment lucht (vervolg)

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
L21	CO_2 (zo nodig pentaan) gebruiken voor productie van vormschuim met integrale huid				x						
L22	Gebruik van variabele druk schuiminstallatie bij zacht PUR-schuim				x						
L23	Minimalisatie van blaasmiddel door keuze van polyol				x						
L24	Afdeksysteem toepassen bij zacht PUR-schuim				x						
L25	Spuitkop naspoelen met (polyether)polyol				x						
L26	Verlagen van pentaangehalte in EPS-grondstofkorrels				x						
L27	Productie van EPS-schuim met CO_2 als blaasmiddel				x						
L28	Optimalisatie van verbrandingsproces voor stoomproductie				x						
L29	Extrusie van (X)PS met CO_2 of N_2 als blaasmiddel				x						
L30	Reductie van spoelmiddelverbruik				x						
L31	Afgaszuivering bij schuimproductie (TF 14 en TF 20)				x						
L32	O_3-quencher gebruiken bij corona of UV/O_3-behandeling							x	x		x
L33	Substitutie van solventlijm door watergedragen lijm (incl. folielamineren) (TF 18)								x		x
L34	Substitutie van solventlijm door high-solid alternatieven								x		x
L35	Substitutie van solventlijm door smeltlijm								x		x
L36	Substitutie van solventlijm door reactielijm zonder solvent								x		x
L37	Substitutie van solventlijm door radiation-curing alternatieven								x		x
L38	Substitutie van solventlijm door co-extrusie								x		x
L39	Gebruik van (laser)lassen i.p.v. lijmen								x		x
L40	Substitutie van solventgedragen inkt door watergedragen inkt (TF 18)									x	
L41	Substitutie van solventgedragen inkt door UV-hardende systemen									x	

Tabel 34: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment lucht (vervolg)

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
L42	Substitutie van solventgedragen inkt door electronbeam uithardende systemen									x	
L43	Behandeling afgassen van diepdrukprocessen (TF 19)									x	
L44	Reinigingssolventen gebruiken met hoog vlampunt		x	x	x	x		x	x	x	x
L45	Substitutie van aromatische of gehalogeneerde reinigingssolventen		x	x	x	x		x	x	x	x
L46	Reinigingsmiddelen op basis van water gebruiken		x	x	x	x		x	x	x	x
L47	Automatische wasinstallatie voor machine-onderdelen en uitrusting							x	x	x	x
L48	Reiniging van machine-onderdelen met hoge druk waterspray		x	x	x	x		x	x	x	x
L49	Reiniging van machine-onderdelen met poederspray		x	x	x	x		x	x	x	x
L50	Ultrasoon reinigen		x	x	x	x		x	x	x	x
L51	Reinigen met droog ijs (CO_2)		x	x	x	x		x	x	x	x
L52	Thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen (TF 9)		x	x	x	x		x	x	x	x
L53	Behandeling van VOS-houdende afgassen (TF 20)			x	x	x		x	x	x	x

a. Voorbewerking

L 1 Stoffilters gebruiken bij droge mengtechnieken (FO-Industrie, 2002).

Bij sommige verwerkers van zacht PVC worden hulpstoffen via droge mengtechnieken aan de grondstof toegevoegd. Hierbij kunnen emissies optreden naar de buitenlucht van (eventueel giftige) poedervormige hulpstoffen. Om dit te voorkomen worden stoffilters op de mengapparatuur geplaatst. Het opgevangen stof kan meestal worden teruggevoerd in het proces. Dit kan het proces zelfs ten goede komen, doordat het stof een geconcentreerde vorm van stabilisatoren bevat.

Toepasbaarheid: Stoffilters op mengapparatuur vinden ruime toepassing bij het droog mengen.
Milieuvoordelen: Beperking van de emissie van stof naar de lucht.
Financieel: De aanschafkosten bedragen ongeveer € 5 000. Wanneer het opgevangen stof wordt teruggevoerd in het proces kunnen de aanschafkosten voor grondstoffen worden gereduceerd.

L 2 Stoffilters gebruiken bij centraal vermalen van productie-uitval en -afval.

Vaak wordt productie-uitval en -afval opnieuw gemalen en hergebruikt in de productie. Hierbij kunnen stofemissies optreden naar de buitenlucht. Om dit te voorkomen worden stoffilters op de maalapparatuur geplaatst of gebeurt het malen in een aparte, afgesloten ruimte. Het opgevangen stof kan meestal worden teruggevoerd in het proces. Hierbij kan het nodig zijn bijkomende veiligheidsmaatregelen te nemen om stofexplosies te voorkomen. Sneldraaiende molens kunnen namelijk aanleiding geven tot gloei of vonken. Wanneer deze in de filter terecht komen, kan een stofexplosie ontstaan. Bij directe recycling waarbij maalmolens of shredders bij de verwerkingsapparaten rechtstreeks gekoppeld zijn, is deze maatregel niet van toepassing.

Toepasbaarheid: Bij het centraal vermalen van kunststoffen (bv. productie-uitval en -afval). Deze techniek is niet van toepassing bij directe recycling.
Milieuvoordelen: Beperking van de emissie van stof naar de lucht.
Financieel: Wanneer het opgevangen stof wordt teruggevoerd in het proces kunnen de aanschafkosten voor grondstoffen worden gereduceerd. Soms zijn bijkomende beveiligingsinvesteringen nodig om stofexplosies te voorkomen.

L 3 Gekleurde masterbatchen gebruiken in plaats van poedervormige pigmenten (DGTRE, 1996)

Bij gebruik van poederkleuring komen stofemissies voor en moeten de manipulaties tot een minimum beperkt worden. De stortbakken moeten overdekt zijn en pneumatische transporten moeten vermeden worden. Het is daarom beter om gebruik te maken van gekleurde masterbatchen.
Toepasbaarheid: wanneer de kunststof bij de verwerker gekleurd wordt. Deze techniek wordt meestal reeds toegepast, tenzij een bedrijf zelf compoundeert.
Milieuvoordelen: beperken van stofemissies.

L 4 (Voor)verpakte additieven toevoegen bij het maken van compound (FO-Industrie, 2002).

De meeste additieven worden in bulk ingekocht en voor het mengen in “kleine” hoeveelheden afgewogen. Veelal ontstaat daarbij stof, onder andere tijdens intern transport en bij de weegschaal. Door de additieven in kleinere, welafgewogen hoeveelheden en verpakt in PE-zakken aan te kopen, kan het aantal handelingen en momenten waarop stofemissie optreedt, beperkt worden. In sommige gevallen kan het additief met PE-zak in de menger worden gegooid, het-

geen de stofemissie sterk reduceert. Voorwaarde voor het toevoegen van de additieven inclusief verpakking is dat de zakken de kwaliteit van het compound niet nadelig beïnvloeden en goed dispergeren.
Deze maatregel is complementair aan A 9.

Toepassing: voor bedrijven die zelf additieven toevoegen bij extrusie en verwerking van zacht PVC. Dit gebeurt reeds voor weekmakers, versnellers en antioxidanten.
Milieuvoordelen: Vermindering van restafval en reductie van stofemissie.
Financieel: Kostenbesparing op de verwerking van restafval en eventuele end-of-pipe maatregelen om de stofemissies te reduceren (zowel naar buitenlucht als eventuele persoonlijke beschermingsmiddelen). De inkoopprijs van (voor)verpakte kleinere verpakkingseenheden grond- en hulpstoffen is hoger dan van grond- en hulpstoffen in grotere verpakkingseenheden of in bulk. Bij bepaalde kritische toepassingen kunnen extra (hoge) kosten ontstaan door test- en vrijgavekosten.

b. Verwerking van thermoplasten

L 5 Behandelen van luchtemissies van weekmaker en verdunner bij de verwerking van PVC-pasta (FO-industrie, 2002):

Vooral bij het pastaverwerken en kalanderen kan de emissie van vluchtige weekmakers en verdunners naar de buitenlucht aanzienlijk zijn. Om de emissie te verminderen zijn een aantal technieken beschikbaar:
– filteren
– koelen en filteren
– naverbranding

Zie Technische Fiche 16, p. 343.

Toepasbaarheid: Filtertechnieken worden hoofdzakelijk toegepast bij zwak belaste afgasstromen met grote debieten. Naverbranders worden ingezet wanneer de concentratie aan VOS hoog is.
Milieuvoordelen: Beperking van de weekmaker-emissie naar lucht, vermindering grondstofgebruik bij hergebruik van weekmaker.
Financieel: Een luchtkoeler met elektrostatische filterinstallatie voor 15 000 m³/u kost ongeveer € 100 000. Een thermische naverbrander kost ongeveer € 2 500 000.

L 6 Geur- en oplosmiddelvrije stabilisatoren voor PVC-verwerking (FO-industrie, 2002)

Ba-Zn-stabilisatoren voor PVC bestaan doorgaans uit een systeem van vloeibare Ba- en Zn-zepen met daaraan toegevoegd een aantal organische co-stabilisatoren zoals alkyl-aryl-fosfieten (radicaalvangers) en ß-ketonen. Om een goede viscositeit te verkrijgen worden oplosmiddelen zoals (aromatische) terpentine of lagere glycolesters toegevoegd.
Bij gebruik van dergelijke stabilisatoren komt het oplosmiddel vrij. Daarnaast geven bepaalde fosfieten een geur af die verantwoordelijk is voor de nieuw-plastic lucht van veel zacht-PVC producten.
Voor veel PVC-toepassingen is het mogelijk om over te stappen op geur- en oplosmiddelvrije stabilisatorsystemen. Bij deze stabilisatorsystemen is het organisch fosfiet vervangen door een minder sterk ruikend type. Daarnaast bevatten deze stabilisatoren geen oplosmiddel.

Toepasbaarheid: De maatregel is algemeen toepasbaar voor PVC-verwerkende bedrijven.

Milieuvoordelen: Beperking emissies van (aromatische) koolwaterstoffen door eliminatie van het oplosmiddel. Beperking van de geur van producten.
Financieel: Geur- en oplosmiddelvrije stabilisatorsystemen zijn 15-20% duurder dan de conventionele stabilisatorsystemen. Aangezien deze stabilisatoren slechts max. 3 gewichtsprocent van de kunststof uitmaken, betekent dit een kostprijsverhoging van 0,45-0,6% van de kunststof.

c. Verwerken van composieten

L 7 Harsen gebruiken die minder styreen emitteren bij de verwerking van composieten (InfoMil, 2002, PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide, InfoMil, 1997 (a))

Bij de verwerking van polyesterharsen wordt styreen geëmitteerd. De emissie treedt op tijdens het opbrengen (dynamische fase) en tijdens de uitharding (statische fase). Traditionele hars bevat 25-50% styreen. Er zijn verschillende soorten harsen ontwikkeld die minder styreen emitteren in de dynamische en/of statische fase. De ontwikkeling is echter nog niet zo ver gevorderd dat er voor alle harsen (bv. voedingsgekeurde harsen) een efficiënt alternatief bestaat.

LSE-harsen: zie Technische Fiche 2, p. 320.
INSERT-harsen: zie Technische Fiche 3, p. 322.
DCPD-harsen: zie Technische Fiche 4, p. 323.

Toepasbaarheid: Bij open mal processen: LSE-harsen zijn bewezen techniek, INSERT-harsen zijn beperkt beschikbaar, DCPD-harsen geven nog een beperkt risico op delamineren. Niet elk type hars kan voor gelijk welke toepassing gebruikt worden. Voor elke afzonderlijke toepassing moet overwogen worden welk type hars met lage styreenemissie, de beste resultaten geeft.
Milieuvoordelen: Reductie van styreenemissie
Financieel: LSE-harsen zijn iets duurder en INSERT-harsen 10-15% duurder dan traditionele harsen. De kostprijs van DCPD-harsen is nagenoeg dezelfde als de conventionele harsen.

L 8 Toepassen van UV-harding van polyesterstukken (Milieu Inspectie, 2004).

De UV-straling zet in dit geval de vernettingsreactie in gang zodat initiatoren overbodig zijn. Styreen blijft echter nog steeds een basiscomponent van het productieproces en kan niet vermeden worden. Deze techniek wordt toegepast omdat er betere eigenschappen verkregen kunnen worden en heeft geen milieuvoordeel.

Toepasbaarheid: De techniek is niet bij elke composietverwerking toepasbaar.
Milieuvoordelen: Deze techniek verlaagt de styreenemissies niet significant, en heeft bovendien een verhoogd energieverbruik tot gevolg.
Financieel: Deze techniek is duurder dan de conventionele technieken omdat de UV-lampen een investering vereisen en omdat de harsen duurder zijn.

L 9 Spuittechniek aanpassen bij het spuiten van harsen (InfoMil, 2002):

De emissie van styreen bij vezelspuiten vindt voornamelijk plaats tijdens het opspuiten (de dynamische fase). Deze emissie is te beïnvloeden door aanpassingen van de spuittechniek, waardoor tevens overspray gereduceerd wordt. Door de toepassing van de methode van gecontroleerd spuiten en het gebruik van technologische betere spuitpistolen met lagere styreenemissies (MI, 2003).

Airless spuiten: zie Technische Fiche 5, p. 324.
Polyesterhars aanbrengen bij lagedruk: zie Technische Fiche 6, p. 325.

Spuiten met robots kan naast de twee bovenstaande technieken ook een positieve invloed hebben. De overspray wordt erdoor gereduceerd. Robots inzetten is echter meestal alleen economisch verantwoord indien continu grote reeksen identieke stukken geproduceerd worden (zie ook L 12).

Toepasbaarheid: Deze technieken worden reeds breed toegepast en aangemoedigd in de composietsector omwille van veiligheids- en gezondheidsredenen.
Milieuvoordelen: Emissiereductie van styreen bij het spuiten.
Financieel: De kosten van airless spuiten zijn vergelijkbaar met traditioneel spuiten. De aanschafkosten van een lagedruk systeem schommelen tussen € 10 000 en 15 000.

L 10 Voorgeïmpregneerde matten gebruiken bij de productie van composieten (KWS 2000, 1993).

Voorgeïmpregneerde glasmatten worden gebruikt bij de productie van weinig gekromde vlakken. Na het impregneren worden de grote vlakken direct afgedekt met foliebanen. Stevige folie kan meermaals gebruikt worden. Aansluitend wordt verdicht door ontluchtingsrollers over de folie te bewegen.

Toepasbaarheid: voor het impregneren van weinig gekromde vlakken bij de verwerking van composieten. Deze techniek wordt momenteel toegepast bij SMC verwerkingsapparatuur en bij luchtvaarttoepassingen waar koolstofvezel versterkte composieten gebruikt worden die elders gemaakt worden. Deze maatregel is enkel geschikt voor grote reeksen met dezelfde producten.
Milieuvoordelen: minder styreen emissies
Financieel: aankoop van voorgeïmpregneerde glasmatten of van stevige folie die hergebruikt kan worden.

L 11 Harsspuiten vervangen door handmatig aanbrengen (Milieu-Inspectie, 2004, PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide):

De grootste styreenemissie doet zich voor bij het spuiten van harsen. Bij het handmatig aanbrengen wordt minder styreen geëmitteerd en bij gesloten malsystemen is de emissie nog lager.
Alternatief: Voor grote (vanaf 5000 à 10 000 stuks/jaar), homogene series is het beter over te schakelen op gesloten systemen zoals beschreven in L12 en L13..

Toepasbaarheid: Deze techniek is enkel toepasbaar bij heel kleine reeksen (1 tot 3 stuks) en voor herstellingen van composietproducten.
Milieuvoordelen: minder styreenemissies.
Financieel: Deze maatregel is duur omwille van de loonkosten.

L 12 Gesloten systemen gebruiken in de composietproductie, dit kunnen gesloten malsystemen of gemechaniseerde processen in een afgesloten ruimte zijn (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, InfoMil 2000, KWS 2000, 1993, PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide).

In een aantal gevallen is het mogelijk om over te schakelen van een open malsysteem als hand lay-up en spray-up naar gesloten malsystemen. Bij een gesloten malsysteem voor het verwerken van kunstharsen worden styreenemissies vermeden. Een vacuüminjectiesysteem of een overdruksysteem kan aangewend worden.

Zie Technische Fiche 7, p. 326.

Het spuiten kan ook geautomatiseerd worden door robots in te schakelen en een afgesloten ruimte te creëren. Door de mechanisatie kan de overspray geminimaliseerd worden en door de

ruimte in te kapselen is het mogelijk de emissies tot een klein volume te beperken en deze te behandelen.

Toepasbaarheid: Bij de gesloten maltechniek is grootte van de producten beperkt tot 1,5 tot 2 m². Er is een minimale seriegrootte vereist van 5 000 tot 10 000 stuks per jaar. Ook de gemechaniseerde processen in een afgesloten ruimte zijn slechts haalbaar indien continu grote reeksen van 5 000 tot 10 000 identieke producten per jaar geproduceerd worden.
Milieuvoordelen: Bij een gesloten maltechniek is er een reductie van styreenemissie van 90% ten opzichte van een open malsysteem. Bij de gemechaniseerde productie is er minder overspray en kunnen de luchtemissies beter gecontroleerd worden.
Financieel: De kosten van deze maatregel hangen af van de productiegrootte, kostenindicatie tot € 2 500 per m² maloppervlak. Indien de series te klein zijn, kan de techniek niet rendabel toegepast worden.

L 13 Een vacuümfoliesysteem gebruiken bij de composietverwerking (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, InfoMil, 1996):

Hierbij wordt één malhelft gevormd door een rekbare folie. De totale malconstructie is daardoor lichter en de grootte van de producten is in principe onbeperkt. De flexibele bovenmal kan meerdere malen gebruikt worden. Vacuümfolie is beperkt toepasbaar voor complexe producten. Het produceren van min of meer vlakke producten, zoals (sandwich)panelen is technisch en economisch haalbaar. De folie is eenmalig bruikbaar en moet worden afgevoerd als bedrijfsafval.

Toepasbaarheid: Polyester-/epoxyharsverwerkers met grote productseries van 5 000 tot 10 000 stuks per jaar en geometrisch eenvoudige vormen (vb. vlakke panelen) met beperkte dimensies, deze techniek wordt nog voortdurend geperfectioneerd.
Milieuvoordelen: Reductie van de styreenemissie van ongeveer 90% ten opzichte van een open malsysteem, ook is minder grondstof (hars) nodig. Afvalreductie kan oplopen tot 80% omdat geen overspray meer voorkomt en geen rollers of kwasten meer nodig zijn, doch de folie moet afgevoerd worden als bedrijfsafval. Mits de emissie beneden de MAC-waarde[29] blijft is een lager energieverbruik mogelijk door minder ventilatie, kleiner afzuigvolume. Een verbetering van de arbeidsomstandigheden kan gerealiseerd worden en het productieproces is minder arbeidsintensief.
Financieel: De meerkosten per m² mal bedragen € 360 tot 600 dit is een verviervoudiging van de systeemkosten t.o.v. hand lay-up. De toepassing van de folie is meestal minder arbeidsintensief. Wanneer verschillende lagen moet gedrapeerd worden op complexe stukken, is er vaak veel tijd nodig voor het fixeren van de vezel- of sandwichmaterialen, zodat deze op hun plaats blijven tot de folie aangebracht is. Dit verloopt vlotter bij de klassieke verwerkingstechnieken.
De terugverdientijd is 2-4 jaar.

L 14 Vervangen van schoonmaakmiddelen methyleenchloride/aceton in de composietsector (InfoMil, 2002).

Methyleenchloride (of dichloormethaan) en aceton werden veel toegepast als reinigingsmiddel. Het gebruik van methyleenchloride is intussen verboden en aceton is brandgevaarlijk. Doordat

[29] De MAC-waarde (Maximale Aanvaardbare Concentratie) is een grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling van arbeiders in een fabriek. De grenswaarde is opgesteld vanuit veiligheids- en gezondheidsoverwegingen voor arbeiders in de fabriek en is gebaseerd op continue blootstelling. De MAC-waarde is geen emissiegrenswaarde die door een milieuwetgeving wordt opgelegd, maar een concentratie die niet overschreden mag worden omwille van de arbeidsveiligheid.

de solventen zeer vluchtig zijn, ontstaat een milieubelasting door de emissie naar de lucht. Daarom worden alternatieven gezocht.
Van geval tot geval moet overwogen worden hoe men de solventen best kan vervangen door andere reinigingsmiddelen en -methoden. In de composietsector worden alternatieven gezocht in de richting van hoogkokende reinigingssolventen en momenteel wordt het middel N-methylpyrolidon uitgetest.

Zie Technische Fiche 8, p. 328.

Toepasbaarheid: in de composietsector is de ontwikkeling van alternatieve schoonmaakmiddelen gaande. De alternatieve producten zijn niet in staat polyesterresten in gelfase los te weken en een voldoende reiniging te bekomen. Momenteel wordt het hoogkokende reinigingssolvent N-methylpyrolidon uitgetest. Er zijn nog andere beperkingen: producten op waterbasis kunnen niet gebruikt worden bij stalen mallen en de reiniging met alternatieve middelen kan omslachtiger zijn, langer duren en extra droogtijd of bijkomende (verwarmings-) apparatuur vergen (verwarmde reinigingsbak met spoelbak, centrifuge).
Milieuvoordelen: tot 90% emissiereductie van de oplosmiddelen, maar afvalwater afkomstig van de reiniging met water, hoger energieverbruik indien opgewarmd moet worden.
Financieel: Het schoonmaakmiddel is 2 tot 10 keer duurder. Een terugverdientijd van 0.5 tot 2 jaar is mogelijk. Voor biologische reinigingsmiddelen is de huidige kostprijs 7 tot 10 maal de prijs van een gewoon solvent.

L 15 Good housekeeping tegen emissie van styreen en oplosmiddelen in de composietsector: (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, KWS 2000, 1993, PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide)

Bij de verwerking van polyesters worden veel vluchtige oplosmiddelen gebruikt. Deze verdampen als ze in open contact staan met lucht. Verschillende organisatorische maatregelen zijn mogelijk, zoals
- Afdekken open emmers en vaten;
- Zelfsluitende afvalbak voor resten;
- Gebruikte poetsdoeken in afgesloten, zelfsluitende container en
- Reiniging gereedschap.
- Bijhouden van solventverbruiken

Zie Technische Fiche 10, p. 332.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar, wel is er aandacht nodig voor explosieveiligheid.
Milieuvoordelen: vermindering van emissie van oplosmiddelen tot 40%.
Financieel: tot 40% besparing op aankoop van oplosmiddelen.

L 16 Gesloten leidingsysteem voor oplosmiddelen en hars bij de verwerking van composieten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, KWS 2000, 1993, InfoMil, 1997 (a))

De oplosmiddelen (methyleenchloride, aceton, enzovoort) alsook hars en gelcoat, worden via een gesloten leidingsysteem (in plaats van vaten) gedistribueerd binnen het bedrijf. Het systeem kan centraal bestuurd worden door en computersysteem.

Toepasbaarheid: bij de verwerking van composieten. Meer en meer grote, goed georganiseerde bedrijven gebruiken dit systeem. Het vereist echter een grondige opvolging en regelmatig onderhoud (dagelijkse spoelprocedures en dergelijke). De techniek kan slechts toegepast worden na een grondige analyse (risico, milieuvoordelen en kosten) omwille van redenen in verband met:

– het hars: het systeem kan slechts toegepast worden indien continu hetzelfde type hars gebruikt wordt op alle werkposten. Indien bij kleine reeksen frequent van hars gewisseld wordt, leidt het veelvuldig reinigen (spoelen) van de leidingen tot extra afval en milieuverontreiniging. Indien verschillende werkposten het hars niet continu gebruiken, leidt stilstand in de zijlijn naar het ongebruikt aftappunt tot uitharding en verstopping.
– het reinigingssolvent: als brandbare solventen zoals aceton vloeibaar door de leidingen gepompt worden, kan drukval op de lijn of een lek in de lijn gasvorming veroorzaken. Eventueel ontsnappend acetongas veroorzaakt brand- en explosiegevaar.

Milieuvoordelen: emissiereductie van oplosmiddel tot 40% (30% vlgs (FO-industrie, 2002)), mits de emissie beneden de MAC-waarde[29] blijft kan minder afgezogen/geventileerd worden waardoor het energieverbruik daalt.
Financieel: investering, maar besparing tot 30% op aankoopkosten van oplosmiddelen

L 17 Luchtemissies behandelen van verwerking van composieten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, KWS 2000, 1993).

Indien bij de verwerking van composieten alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen zijn, kan overwogen worden een afzuigingsinstallatie te plaatsen om diffuse emissies geleid te maken en/of nageschakelde technieken toe te passen op de afgassen van de zone waar de vluchtige organische stoffen gebruikt worden, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies. Mogelijke nageschakelde technieken zijn:
– *Bioreactor:* zie Technische Fiche 11, p. 334: uit ervaring blijkt deze techniek technisch niet haalbaar te zijn in de Vlaamse composietbedrijven omwille van de ruimte die ervoor vereist is;
– *Zuurstofradicaalgenerator:* zie Technische Fiche 12, p. 336: onderzoek nog niveau van pilootplant;
– *Thermische en katalytische naverbranding*: zie Technische Fiche 13, p. 337: deze installaties zijn meestal economisch niet haalbaar voor composietbedrijven;
– *Cryocondensatie:* zie Technische Fiche 15, p. 341: deze techniek is slechts toepasbaar voor kleine debieten (50 m³/u) en dit debiet wordt in composietverwerkende bedrijven vaak overschreden.

Vanwege de lage styreenconcentratie van 100-150 mg/m³ of 25-125 ppm zouden ook volgende technieken in aanmerking kunnen komen (KWS 2000, 1993):
– biofiltratie via composted bed of waterslurrie (MI, 2003): dit is een innovatieve techniek die nog verder uitgetest moet worden;
– adsorptie aan actieve kool (MI, 2003): desorptie werkt echter niet voor alle solventen even vlot;
– opconcentratie gevolgd door naverbranding (MI, 2003) enkel in specifieke omstandigheden toepasbaar;
– absorptie in minerale olie of
– verbranding.

Zie ook Technische Fiche 20, p. 352.

Bij het gebruik van gemechaniseerd vezelspuiten in een afgesloten ruimte is het mogelijk een naverbrander in te schakelen omdat de afgezogen volumes kleiner zijn en de concentraties van de afgassen hoger liggen.

Het wikkelen van grote tanks, buizen of het produceren van schepen kan moeilijk in een afgesloten ruimte plaatsvinden en het plaatsen van een lokale afzuiging is dan ook moeilijk. Boven-

dien moeten de concentratieniveaus beneden de limieten voor de arbeidsveiligheid blijven, hetgeen een sterke ventilatie vereist waardoor erg grote debieten zouden moeten worden behandeld. De composietverwerkende sector geeft daarom de voorkeur aan brongerichte maatregelen.

d. Productie van schuimen

L 18 Vervang TDI door MDI bij productie van zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002)

Voor bepaalde schuimsoorten (in het geval van hogere densiteiten) is het mogelijk om te schuimen met MDI (methaan-difenyl-diïsocyanaat) in plaats van TDI (tolueendiïsocyanaat). MDI heeft een aanzienlijk lagere dampspanning dan TDI, waardoor de emissie van isocyanaat lager is. (Dampspanning TDI bij 25°C: 3 Pa; Dampspanning MDI bij 25°C: 0,2 Pa). Er dient wel rekening gehouden te worden met het feit dat het verbruik aan MDI hoger ligt per gewichtsdeel water, dan in geval van TDI.

Toepasbaarheid: Toepasbaar in beperkte mate bij bepaalde zacht-schuimsoorten, doch soms zijn de vereiste eigenschappen niet haalbaar met MDI.
Milieuvoordelen: Vermindering van de isocyanaat-emissie naar de lucht en daarmee ook verbetering van de arbeidsomstandigheden. Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, kan wellicht minder afgezogen/geventileerd, en daarmee energie bespaard worden.
Financieel: Reductie van de kosten voor het elektriciteitsverbruik indien minder ventilatie nodig is. De verbetering van de arbeidsomstandigheden is moeilijk in geld uit te drukken, maar heeft zeker een effect op de efficiency en op de continuïteit.

L 19 Pentaan gebruiken als blaasmiddelen voor de productie van isolatieschuim (FO-industrie, 2002, Ozon databank EMIS-website)

Bij de productie van gesloten cellig isolatieschuim (hard PUR-, PIR- en fenolschuimen) is het blaasmiddel een essentiële component in het eindproduct. Het blaasmiddel draagt namelijk bij tot de isolerende capaciteiten van het schuim. (H)CFK's boden in dit opzicht voordelen, omdat ze de beste thermische eigenschappen bezitten, maar ze zijn inmiddels verboden.

CO_2 is een alternatief blaasmiddel, maar levert geen extra bijdrage inzake isolatie. Omwille van de slechte isolatiecapaciteit van CO_2 kan met dit blaasmiddel niet dezelfde kwaliteit van het eindproduct bekomen worden als met de (H)CFK-blaasmiddelen. Pentaan heeft nog steeds een positief effect op de isolatiewaarde maar in mindere mate dan (H)CFK's. Met pentaan als blaasmiddel is de isolatiewaarde van het eindproduct lager dan met (H)CFK's, maar dit verlies kan nog gecompenseerd worden door de dikte van de producten te verhogen. Zie ook Technische Fiche 17

Toepasbaarheid: Bij de productie van gesloten cellig isolatieschuim (hard PUR-, PIR- en fenolschuimen). Pentaan is, net als andere lichte koolwaterstoffen, zeer brandbaar en vormt een belemmering voor de brandveiligheid. Om een goede brandveiligheid te waarborgen, moeten brandvertragers toegevoegd worden. Voor producten die aan de strengste brandveiligheidseisen moeten voldoen, is momenteel het gebruik van HFK's als blaasmiddel nog steeds vereist.
Milieuvoordelen: Reductie van de emissies van (H)CFK´s, waardoor reductie van de aantasting van de ozonlaag en reductie van het broeikaseffect optreden. Het gebruik van pentaan veroorzaakt VOS-emissies.
Financieel: Bij overschakeling op een ander blaasmiddel dient het productieproces veelal anders te worden ingericht. Deze aanpassing is eenmalig, maar extra aandacht is vereist inzake veiligheidsvoorschriften voor het gebruik van pentaangas (explosiebeveiliging). De productie-

kosten van het proces met pentaan zijn lager dan bij gebruik van (H)CFK's omdat pentaan goedkoper is en minder blaasmiddel vereist is.

L 20 CO_2 gebruiken als blaasmiddel voor de productie van opencellig zacht PUR-schuim (Ozon databank, EMIS-website)

Bij de productie van zacht PUR-schuim wordt een opencellige structuur gevormd waaruit het blaasmiddel onmiddellijk diffundeert. Het type blaasmiddel heeft geen effect op de kwaliteiten van het eindproduct. Men kan dan ook overschakelen op een milieuvriendelijk blaasmiddel als CO_2 zonder de eigenschappen van het eindproduct aan te tasten. Het productieproces dient echter volledig omgebouwd te worden.

Toepasbaarheid: Voor de productie van opencellig zacht PUR-schuim. Voor het vervaardigen van brandvertragende zacht PUR-schuimen van lage densiteit is het nog niet mogelijk om vloeibaar CO_2 in te zetten als blaasmiddel. De reden hiervoor is dat bij het toepassen van dit type blaasmiddel de druk langzaam afgebouwd moet worden en hiervoor schermen met fijne openingen gebruikt worden. Bij toevoegen van de brandwerende stoffen, die in tegenstelling tot de andere componenten van het reactiemengsel niet vloeibaar maar vast (poedervormig) zijn, verstoppen deze poriën. Tot op heden is nog geen alternatief gevonden. In dit geval dient men toch nog gebruik te maken van koolwaterstoffen (vb. methyleenchloride) als blaasmiddel.
Milieuvoordelen: Geen ozonafbrekende effecten meer ten opzichte van het gebruik van (H)CFK's. Het gebruik van koolwaterstoffen veroorzaakt geen broeikaseffect, maar geeft wel VOS-emissies.
Financieel: De omschakeling naar vloeibaar CO_2 vereist een aanpassing van het proces. de investeringskost wordt geraamd op € 500 000 voor een installatie met een PUR-productie van 60 ton/dag. Volgens (Aminal, 2004) zijn de werkingskosten van vloeibaar CO_2 lager door een lagere eenheidskost van vloeibaar CO_2 en tevens een 3 maal efficiëntere werking als blaasmiddel. De besparing op het blaasmiddel bedraagt ongeveer € 160 000 voor een productie van 60 ton/dag. De omschakeling wordt door de bedrijven terugverdiend na verloop van tijd.

L 21 CO_2 (en zo nodig pentaan) gebruiken voor de productie van vormschuim met integrale huid.

Bij het schuimen van half hard integraalschuim (vormschuim) wordt best CO_2 gebruikt uit milieu-overwegingen, maar kan omwille van kwaltiteitsredenen kan het nodig zijn om pentaan in te zetten als blaasmiddel. Door het gebruik van pentaan wordt een betere huidvorming bekomen waardoor de slijtvastheid en de scheurvastheid enorm verbeteren tegenover de schuimen die met CO_2 als blaasmiddel geproduceerd worden.
Toepasbaarheid: Bij schuimen van half hard integraalschuim, maar wanneer hoge eisen gesteld worden inzake slijtvastheid en scheurvastheid van de huid van het schuim is pentaan als blaasmiddel niet te vermijden.
Milieuvoordelen: Vermijden van gebruik van ozonafbrekende stoffen.

L 22 Gebruik van een variabele druk schuiminstallatie bij zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002)

Begin jaren '90 is een zachtschuimproces ontwikkeld dat de toevoeging van (fysische) blaasmiddelen overbodig maakt met name de variabele druk schuiminstallatie. Dit proces is gebaseerd op een volledig gecontroleerde procesgang in een luchtdichte omgeving. Het zachtschuim wordt onder specifieke (onder)drukcondities geproduceerd. De gehele installatie dient aangepast of vervangen te worden.

Toepasbaarheid: Bij schuimen van zacht PUR bij vervanging van installatie. Belangrijke kanttekening daarbij is dat de variabele druk schuiminstallatie veel meer ruimte in beslag neemt. Schuimen met vloeibaar CO_2 is een alternatief voor dit proces. Dit proces kan eveneens toegepast worden om PUR-schuim zonder blaasmiddel te produceren dat voldoet aan hoge brandveiligheidseisen.
Milieuvoordelen: Reductie blaasmiddelverbruik, indien men brandveilige eindproducten wil produceren kan men deze techniek gebruiken met toevoeging van brandvertragers. Men hoeft dus niet terug over te schakelen naar koolwaterstoffen als blaasmiddel.
Financieel: De investeringskosten bedragen ongeveer € 4 .000 000.

L 23 Minimalisatie van gebruik blaasmiddel door keuze van polyol bij zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002)

Een polyurethaanschuim ontleent zijn stevigheid aan de verbinding die wordt gemaakt door de reactie tussen water en isocyanaat. Vervanging van een deel van het water door een ander blaasmiddel, levert een zachter schuim.
De hoeveelheid blaasmiddel die wordt toegepast, is onder meer afhankelijk van het polyol dat wordt gebruikt. De toepassing van polymeer-polyolen (die deels voorgereageerd zijn) maakt extra blaasmiddel naast water overbodig. Een bijkomend voordeel van polymeer-polyolen is dat deze makkelijker te verwerken zijn (processing beter).
Het is ook mogelijk om de zachtheid van het schuim te verhogen door gebruik te maken van zachte polyolen. Deze hebben andere keteneigenschappen, waardoor het gebruik van fysische blaasmiddelen sterk wordt teruggebracht, terwijl de hardheden van de schuimen vergelijkbaar zijn. Een nadeel van zachte polyolen is dat meer TDI wordt verbruikt.

Toepasbaarheid: Polymeer-polyolen: breed toepasbaar bij de productie van zacht PUR-schuim; zachte polyolen: voor de productie van zacht-PUR met dichtheden hoger dan 22 kg/m³. Voor PU-schuimen met lagere dichtheden is deze maatregel niet toepasbaar.
NB. Aanpassing van machines is niet nodig.
Milieuvoordelen: Minder gebruik van fysische (veelal de ozonlaag aantastende) blaasmiddelen. De emissie van TDI kan echter toenemen (bij zachte polyolen).
Financieel: geen effect

L 24 Afdeksysteem toepassen bij productie van zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002, Info*:* www.europur.com)

Door afdekken van het zich vormende schuim wordt de emissie van TDI (tolueendiïsocyanaat) en/of MDI (methaan-difenyl-diïsocyanaat) aan de bovenzijde van het schuimblok vermeden. Daarnaast verbeteren de reactiecondities in de bovenste centimeters van het blok.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij blokschuimen van zacht PUR.
Milieuvoordelen: Minder emissies van isocyanaten. Er treedt wel een verschuiving op van de emissies naar de curing-fase. Ook de hoeveelheid snijafval wordt gereduceerd door het gebruik van een afdeksysteem.

L 25 Spuitkop naspoelen met (polyether)polyol bij zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002)

Voor het reinigen van de spuitkop wordt onder meer gebruik gemaakt van oplosmiddelen (vaak dichloormethaan). Door gebruik te maken van spoelpolyol wordt het oplosmiddelengebruik sterk naar beneden gebracht. Het spoelpolyol kan vervolgens geregenereerd worden.

Toepasbaarheid: Bij de productie van zacht PUR-schuim. Voor machines die werken met een trog is naspoelen met polyol (vooralsnog) onvoldoende.
Milieuvoordelen: Vermindering van het gebruik en de emissie van oplosmiddelen. Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, kan wellicht minder afgezogen/geventileerd, en daarmee energie bespaard worden.
Financieel: Minder verbruik van oplosmiddel resulteert in een besparing op de inkoop en op het energieverbruik.

L 26 Verlagen van pentaangehalte in EPS-grondstofkorrels (FO-industrie, 2002)

"Conventionele" EPS-grondstofkorrels bevatten circa 6 gewichts% pentaan. Inmiddels worden EPS-korrels met een verlaagd pentaangehalte (5,3 gewichts% pentaan in plaats van 6 gewichts%) toegepast, en wordt reeds geëxperimenteerd met EPS met een nog kleiner pentaangehalte van 3,5-4 gewichts% ("low pentane").

Toepasbaarheid: Het gebruik van EPS met verlaagd pentaangehalte is onder meer afhankelijk van producttype en de gewenste kwaliteit. In verpakkingsmaterialen vindt `low pentane´ EPS een hogere toepasbaarheid dan in bouwplaten. In sommige gevallen is aanpassing van machines noodzakelijk: bijvoorbeeld het introduceren van `naschuimen´ na het voorschuimen om de gewenste dichtheid van het product te bereiken.
Milieuvoordelen: Door gebruik van `low pentane´ EPS wordt de emissie van pentaan naar de atmosfeer verminderd. In principe leidt het gebruik van `low pentane´ EPS tot een lager verbruik van pentaan bij de grondstofleverancier, maar in bepaalde gevallen is er meer EPS-grondstof nodig om eenzelfde productkwaliteit te bereiken. Hierdoor is de netto grondstof besparing voor bepaalde producten nihil of zelfs negatief.
Daarnaast dient rekening gehouden te worden met het feit dat door een langere verblijfstijd tijdens het voorschuimtraject en de productie, meer energie verbruikt wordt.
Financieel: Vooral als extra proceshandelingen noodzakelijk zijn, gaat de toepassing van `low pentane´ EPS gepaard met extra investeringen en operationele kosten.

L 27 Productie van EPS-schuim met CO_2 als blaasmiddel (TU Delft, http://www.eet.nl/projecten/index.htm)

"Conventionele" EPS-grondstofkorrels bevatten circa 6 gewichtsprocent pentaan. Aan TU Delft wordt/werd een apparaat ontwikkeld voor de productie van PS-schuim met CO_2 als blaasmiddel voor verpakkings- en isolatiemateriaal.

Toepasbaarheid: Experimentele techniek.
Milieuvoordelen: Geen VOS-emissie.
Financieel: Geen gegevens.

L 28 Optimalisatie van het verbrandingsproces voor stoomproductie bij de productie van EPS (Presti, 1996)

Bij het verbrandingsproces om stoom te produceren kunnen schadelijke rookgassen en vliegas geëmitteerd worden. Door een optimalisatie uit te voeren (temperatuur, tijd en turbulentie) van het verbrandingsproces kunnen deze emissies tot een minimum herleid worden.

Toepasbaarheid: bij de productie van EPS met stoom.
Milieuvoordelen: Minder verbrandingsemissies.
Financieel: afhankelijk van de bestaande installatie.

L 29 Extrusie van (X)PS-schuim met CO_2 of N_2 als blaasmiddel

De schuimextrusie kan gebeuren met verschillende soorten blaasmiddelen. Omwille van milieuredenen kan men best overschakelen van HFK's die een broeikaseffect genereren en koolwaterstoffen die VOS-emissies geven, naar vloeibaar CO_2 of N_2-injectie (voor hoogwaardig, fijncellig schuim). Voor hoge dichtheden is het soms nodig chemische blaasmiddelen in te zetten die zeer kleine cellen vormen.

Toepasbaarheid: bij de productie van (X)PS-schuim. Enkel voor veeleisende, technologische toepassingen die een extreem hoge isolatiewaarde vereisen met een minimale dikte (vb. brandweerwagens of koeltransport) kan een afwijking nodig zijn en kan het gebruik van HFK's toegestaan zijn.
Milieuvoordelen: Minder emissies van CFK's en VOS.

L 30 Reductie van spoelmiddelverbruik bij de schuimproductie (FO-industrie, 2002)

De hoeveelheid spoelmiddel optimaliseren (minimaliseren) door:
- zoveel mogelijk in een gesloten systeem te werken
- spoelprocedures op te stellen/aan te passen. Dit kan ook geautomatiseerd worden.
- (vooral) de kleinere productiemachines met hoge druk door te blazen, waardoor het gebruik van spoelmiddel overbodig wordt

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij productie van schuimen, maar dient heel nauwkeurig opgevolgd te worden.
Milieuvoordelen: Reductie spoelmiddelverbruik. Door het gebruik van hoge druk neemt het energieverbruik toe.
Financieel: (Eenmalige) investering automatiseringsinstallatie. Besparing op de aanschafkosten van spoelmiddelen. Bij gebruik hoge druk een toename van de energiekosten.

L 31 Afgaszuivering bij schuimproductie

Indien bij de productie van schuimen alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog teveel restemissies zijn, kan overwogen worden een afzuigingsinstallatie te plaatsen en nageschakelde technieken toe te passen op de afgassen van de zone waar de vluchtige organische stoffen gebruikt worden.

Installeren van een afzuiginstallatie bij EPS-productie (Presti, 1996):

Door het transporteren van het voorgeschuimde EPS naar een opslagmedium worden vaak EPS-deeltjes vrij in de werkruimte verspreid. Om dit te vermijden kan men een afzuiginstallatie plaatsen. Dit kan men tevens doen bij het verzagen/snijden.

Toepasbaarheid: bij de productie van EPS
Milieuvoordelen: Minder afval en emissies, besparing op grondstoffen.
Financieel: minder onkosten van afvoer van afval en grondstofbesparing, doch de aanschafkosten zijn relatief hoog in verhouding tot de hoeveelheden EPS-deeltjes die vrijkomen.

Afgasreiniging met actieve kool (FO-industrie, 2002):

Er bestaan diverse filtermaterialen voor het afvangen van specifieke emissies. Zo kan met behulp van actieve kool isocyanaat worden afgevangen (geen pentaan). Periodiek moet de toplaag wel vervangen worden, daar de reactie van isocyanaat en water resulteert in de vorming van ureum. Een andere methode voor het afvangen van TDI en MDI is het opnemen van cellulair materiaal in een filter. (FO-industrie, 2002)

Zie ook Technische Fiche 20, p. 352.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij productie van schuimen.
Milieuvoordelen: Emissiereductie van isocyanaat en blaasmiddelen.
Financieel: Kosten waarmee rekening moet worden gehouden zijn installatiekosten (eenmalig), operationele kosten en kosten voor afvoer van de volle filters.

Procesgeïntegreerde naverbranding van pentaan voor EPS productie (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, InfoMil, 1997 (b)): zie Technische Fiche 14, p. 339.

Toepasbaarheid: Het is een bewezen techniek, maar de toepasbaarheid is onder meer afhankelijk van de balans tussen het aanbod van VOS en de vraag naar stoom.
Milieuvoordelen: Vermindering van de emissie van VOS (bijvoorbeeld 40-45% reductie van de pentaanemissie bij productie EPS) en besparing op het energieverbruik.
Financieel: Totale investering per bedrijf varieert grofweg tussen € 180 000 en 450 000. De investeringskosten kunnen in sommige gevallen beperkt worden door de stookinstallatie dichter bij de procesonderdelen met pentaanemissie te plaatsen. Operationele kosten bedragen ongeveer € 6 800 per jaar.

e. Nabehandeling

L 32 O_3-vernietigingsapparatuur gebruiken bij het toepassen van corona en UV/O_3-behandeling.

Bij activatietechnieken als corona en UV/O_3-behandeling ontstaan grote hoeveelheden O_3 die vernietigd moeten worden. Hiervoor worden compacte ozondestructie-eenheden ingezet die een metaaloxide katalysator bevatten om de ozon om te zetten in zuurstof.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar na een corona of UV/O_3-behandeling.
Milieu-afweging: Zorgt voor reductie van O_3-emissie.
Financieel: Investering in de orde van € 5 000,-.

L 33 Substitutie van solventlijm door watergedragen lijm (incl. folielamineren) (InfoMil, 2002, FO-Industrie, 2002).

Lijmen op waterbasis kunnen toegepast worden zoals de solventlijmen, maar ze vragen tijd en energie om te drogen. De installaties zijn eenvoudiger omdat de producten veiliger zijn.

Ook een folielamineermachine kan omgebouwd worden naar een oplosmiddelvrije folielamineermachine en geschikt worden gemaakt voor het gebruik van watergedragen lijm in plaats van oplosmiddelhoudende lijm. Er zijn wel langere wachttijden (ca. 1 dag) voordat de geproduceerde laminaten verder bewerkt kunnen worden (bv. snijden).

Nadelen van lijmen op waterbasis zijn:
– het gebruik en de stockage vraagt meer ruimte;
– de latente verdampingswarmte van water is hoger dan deze van solventen en bijgevolg zijn de droogtijden langer. In totaal kunnen de verliezen door het tempoverschil oplopen tot 30%;
– de verdamping afhankelijk van de luchtvochtigheid en de temperatuur waardoor buitentoepassingen soms problemen geven;
– de verbinding vertoont een minder glimmend effect, wat belangrijk kan zijn bij de verlijming van transparante materialen;

- na toepassen van de lijm blijven hydrofiele componenten achter, waardoor de verbinding watergevoelig blijft. Toepassingen die een goede waterbestendigheid vergen (bv. boten) komen niet in aanmerking voor lijmen op waterbasis;
- door de grotere oppervlaktespanning van water doordat vetten niet oplossen in water, moet de oppervlakte(voor)behandeling strenger zijn;
- de verwerkingsinstallaties moeten vaak aangepast worden omdat de viscositeit verschilt van deze van solventlijmen. Deze aanpassing is relatief gemakkelijk;
- gewoonten moeten veranderen: droging aanpassen, andere oppervlaktebehandeling, …
- de apparatuur waarmee de lijm in aanraking komt moet in inox uitgevoerd worden.

Zie ook Technische Fiche 17, p. 345.

Toepasbaarheid: bij het verlijmen van kunststoffen. Folielamineren met oplosmiddelvrije, watergedragen lijm kan gebruikt worden bij extrusie en blazen in de verpakkingsindustrie en ook in grafische afwerkbedrijven. De omschakeling is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: Reductie van VOS-emissie, minder geur, maar hoger energieverbruik omwille van een bijkomende droogstap, eventueel treedt watervervuiling op bij gebruik van watergedragen lijmen.
Financieel: De kostprijs van watergebaseerde lijm is vaak duurder, maar er zijn ook besparingen mogelijk zoals lagere brandverzekering en installaties die niet explosievrij hoeven te zijn. Er is geen luchtzuiveringsapparatuur meer nodig, die onderhouden moet worden. Het energieverbruik neemt af omdat de afzuigdebieten verminderen.

De ombouwkosten voor een folielamineerlijn variëren van ongeveer € 45 500 tot € 90 000 (incl. montage). De aanschafkosten van een nieuwe machine variëren van ongeveer € 360 000 tot € 450 000.

L 34 Substitutie van solventlijm door high-solid alternatieven (European Commission, 2005).

High-solid lijmen met een vaste stof gehalte tot 60% zijn beschikbaar. High solid lijmen worden meestal gebruikt bij laminatie van flexibele verpakkingen.

Toepasbaarheid: In nieuwe en bestaande installaties voor lijmen. De omschakeling van solventlijm naar high-solid lijmen is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: geen solventemissies.

L 35 Substitutie van solventlijm door smeltlijm (Presti, 1996).

Door het gebruik van hotmeltsystemen kan het solventgebruik vermeden worden.

Smeltlijmen zijn opgebouwd uit:
- een binder voor de cohesie (vaak copolymeren van ethyleen-vinylacetaat EVA);
- een component voor de verlijming (thermoplastische elastomeren);
- een laagsmeltende component voor de smelting (minerale was, parafines);
- een anti-oxydant.

Smeltlijmen zijn vaste producten, gebaseerd op thermoplasten. Ze worden verkocht in de vorm van granules, bladen, weefsels, … Ze worden op het te lijmen oppervlak toegepast in de vorm van en warme vloeistof; Door af te koelen komt de verbinding snel tot stand. Deze snelheid is een belangrijk voordeel, evenals de gemakkelijke stockage en transport.

Smeltlijmen bevatten geen solventen, en veroorzaken geen giftige dampen. De verwerking is snel en kan gemakkelijk geautomatiseerd worden. Momenteel worden lijmen met een lager smeltpunt ontwikkeld, waardoor het energieverbruik verder teruggedrongen kan worden.

Toepasbaarheid: Smeltlijmen worden vaak toegepast in de verpakkingssector, waar een snelle en geautomatiseerde productie belangrijk is. Bij de productie van PU-zachtschuim worden solventlijmen vaak vervangen door hotmelt-systemen. Hiervan zijn de emissies nagenoeg nihil. Ze worden steeds meer gebruikt als alternatief voor solventhoudende lijmen. Bepaalde bedrijven zijn reeds zo goed als volledig overgeschakeld op hotmelts. Het gaat voornamelijk om grote toepassingen (bv. matrassen), waarvoor de omschakeling relatief gemakkelijk kan gebeuren. Problemen bij omschakeling zijn: (1) bij kleine applicaties met handpistolen kampt men met technische problemen i.v.m. het verwarmen en warm houden van de lijm. Toch werd in sommige bedrijven ook voor kleine toepassingen overgeschakeld op hotmelts; (2) een andere moeilijkheid is dat bij verlijmen van twee PU-vlakken op elkaar de lijmplaats op de dwarsdoorsnede niet meer zichtbaar mag zijn. Bij toepassing van hotmelt is dit nog wel het geval. Ook bij de lijmproducenten worden meer hotmelts geproduceerd en wordt de solventlijmproductie afgebouwd (UG, 2002). De omschakeling van solventlijm naar smeltlijm is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: geen solventemissies, reductie van VOS-emissie, energiebesparing..
Financieel: het gebruik van smeltlijmen vereist de aankoop van specifieke apparatuur voor het smelten.

L 36 Substitutie van solventlijm door reactielijm zonder solvent (Presti, 1996).

Tot reactielijmen behoren de volgende families:
– epoxy, polyurethanen
– acrylaten en afgeleiden
– silicone
– thioplasten
– onverzadigde polyesters
– mastics op basis van synthetische rubber

De verwerking van deze lijmen bestaat uit en voorafgaande menging en uitharding.

Toepasbaarheid: De meeste reactieve lijmen worden gebruikt voor specifieke toepassingen (structurele, kracht dragende toepassingen) waarvoor geen goede alternatieven bestaan. Ze kunnen niet gebruikt worden wanneer de reactieve componenten te visceus zijn en daardoor moeilijk gemengd kunnen worden of wanneer de reacties te snel verlopen en de lijm te snel hard wordt.
Milieuvoordelen: Deze lijmen bevatten geen solventen, maar kunnen toch aanleiding geven tot emissies van vluchtige componenten zoals amines, isocyanaten en dergelijke die bovendien toxisch zijn. Men moet daarom uit het bestaande gamma reactieve lijmen de minst toxische kiezen en alle voorzorgen nemen ter individuele bescherming.
Financieel:

L 37 Substitutie van solventlijm door (1- of 2-component) radiation-curing alternatieven (European Commission, 2005).

Solventvrije lijmen van het type 1- of 2-componentlijm dat door straling uithardt. Deze bestaan uit 100% vaste stof en bevatten vaak isocyanides.
Het aanbrengen van een dunne, uniforme film is een algemeen probleem van deze solvent-vrije systemen. In tegenstelling tot de solventsystemen waar de laagdikte geregeld kan worden door

de viscositeit, moet hier de dikte ingesteld worden door het mechanisch uitrollen van de laag. De lijmlaag kan iets meer onregelmatigheden vertonen ten opzichte van een solventlijmlaag.
In de bedrijven waar flexibele verpakkingen gemaakt worden, wordt naast het bedrukken ook gelamineerd om een aantal verschillende kunststof films en aluminiumfolie samen te lijmen. UV-hardende lijmen worden hier gebruikt voor standaardsamenstellingen tot een gemiddelde kwaliteit. De systemen zijn toepasbaar in nieuwe en bestaande installaties.

Toepasbaarheid: deze lijmen worden meestal gebruikt in de flexo en packaging gravure bedrukking in laminatieprocessen van niet-poreuze substraten. Vele complexe laminaten kunnen geproduceerd worden met deze 2-componentsystemen. Er is wel speciale apparatuur voor nodig. Het gebruik van radiation-curing alternatieven is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: Deze techniek voorkomt VOS-emissies van solventen. De systemen vereisen echter meer energie dan solventsystemen omdat het drogen gebeurt met speciale IR/UV-drogers. Daarenboven bevatten deze lampen Hg, waardoor ze op een aangepaste manier verwerkt moeten worden wanneer de lampen afval worden.

L 38 Substitutie van solventlijm door co-extrusie (European Commission, 2005).

Het substraat kan bedekt worden met een warm, vloeibare kunststoffilm en daarna afgekoeld. Deze film kan tussen twee verschillende of meerdere lagen aangebracht worden en werkt dan als een lijm.

Toepasbaarheid: wordt toegepast bij flexibele verpakking. Deze omschakeling is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: solventemissies worden voorkomen, maar co-extrusie vereist energie.
Financieel: Deze techniek vereist een totaal nieuwe co-extrusielijn met verschillende extrusiecilinders. De investeringskosten kunnen hierdoor hoog oplopen.

L 39 Gebruik van (laser)lassen in plaats van lijmen.

Bij het gebruik van (laser)lassen wordt de emissie van solventen bij solventlijmen vermeden.

Toepasbaarheid: Identieke of verschillende thermoplastische kunststoffen zoals PE, PP, PA, PET, ABS, PEEK, PMMA, PC kunnen via (laser)lassen aan elkaar gemaakt worden. Er zijn geen beperkingen in afmetingen en het is mogelijk te lassen op moeilijk bereikbare plaatsen; Twee optisch en NIR transparante kunststoffen (zoals PMMA en PC) kunnen toch gelast worden door gebruik te maken van een absorberende tussenlaag, die na bestraling onzichtbaar wordt. De omschakeling naar lassen is echter niet bij alle toepassingen mogelijk en moet van geval tot geval onderzocht worden.
Milieuvoordelen: bij het (laser)lassen worden geen solventen gebruikt en is de VOS-emissie beperkt tot een minimum. Door de opwarming is het mogelijk dat vluchtige additieven aan de raakvlakken van de te lassen kunststoffen in beperkte hoeveelheden ontsnappen.

L 40 Substitutie van solventgedragen inkt door watergedragen systemen voor het bedrukken van kunststof substraten (Derden A., 1998, InfoMil, 2002, European Commission, 2005)

Zie Technische Fiche 17, p. 345.

Toepasbaarheid: Kwaliteitsproducten kunnen vaak enkel met solventinkten bedrukt worden om aan de hoge eisen te voldoen.
Milieuvoordelen: Reductie van de solventemissies bij bedrukken.

Financieel: De omschakeling van solventgedragen inkten naar watergedragen alternatieven vereist hoge investeringskosten (ongeveer € 68 000 voor de ombouw en € 14 000 voor de waterzuivering).

L 41 Substitutie van solventgedragen inkt door UV-hardende systemen (European Commission, 2005)

UV-hardende systemen bevatten geen organische solventen, maar reactieve acrylaatmonomeren en oligomeren. Deze systemen moeten gedroogd worden met IR/UV-drogers. De UV-inkten moeten gereinigd worden met ethanol, IPA (isopropylalkohol) of andere solventen. Maar deze systemen moeten niet elke dag gereinigd worden omdat de inkt niet uithardt wanneer er geen blootstelling is aan UV-licht.
Eens de inkt opgedroogd is, is hij echter moeilijker te verwijderen dan conventionele inkt. Dan moeten krachtigere chemische middelen ingezet worden.

Toepasbaarheid: UV-hardende inkten kunnen gebruikt worden in flexodruk en zeefdruk, maar zijn niet overal toepasbaar. De systemen zijn haalbaar voor nieuwe en bestaande installaties bij hogere oplages, maar de technische haalbaarheid is afhankelijk van de kwaliteitseisen. Voor zeefdruk is de substitutie niet overal toepasbaar.
Milieuvoordelen: Deze techniek voorkomt VOS-emissies van solventen. Deze systemen vereisen echter meer energie dan solventsystemen omdat het drogen gebeurt met speciale IR/UV-drogers. Daarenboven bevatten deze lampen Hg, waardoor ze op een aangepaste manier verwerkt moeten worden wanneer de lampen afval worden. Om UV-hardende inkten te verwijderen, kan het gebruik van P2 en P3 producten niet vermeden worden. Voor een grondige reiniging blijft een P1 reinigingsmiddel noodzakelijk.
Financieel: De investering in een nieuwe drukpers voor UV-inkten is vergelijkbaar met de investering in een conventionele drukpers. De kosten voor de ombouw van de zeef- en flexodrukpersen bij het omschakelen van solventhoudende inkten naar UV-inkten bedragen € 20 000 tot 30 000 per pers per kleur. Hierin zijn begrepen de constructie, de UV lampen, de transformatoren en het koelen. De operationele kosten voor het werken met UV-inkten zijn ten opzichte van deze voor het werken met solventhoudende inkten ook duurder. De lampen verbruiken veel energie (onder vorm van elektriciteit), deze lampen moeten continu gekoeld worden en de UV-inkten zijn ongeveer drie maal duurder dan de solventhoudende inkten. Het druktechnische voordeel ervan is dat het drukwerk onmiddellijk droog is en er kan met meer detail worden gedrukt. Het inktverbruik is lager.

L 42 Substitutie van solventgedragen inkt door electronbeam uithardende systemen (European Commission, 2005)

Electronbeam uithardende systemen bestaan uit laagmoleculaire polymeren die reageren met een elektronenstraal uit een vacuümbuis. De beschieting met elektronen zet de polymerisatiereactie in gang, waardoor de vloeibare of poedervormige inkt uithardt. De inkten bevatten geen solventen en harden niet uit tot ze blootgesteld worden aan licht. Daardoor kunnen ze lange tijd bewaard worden en is het reinigen eenvoudig.

Toepasbaarheid: Het gebruik van elektronenstralen geeft bestralingsgevaar voor de werknemers. De techniek wordt soms gebruikt voor toepassingen die een hogere glans geven en voor metaaldecoratie.
Milieuvoordelen: VOS-emissies gereduceerd tot 0.
Financieel: de drogers hebben een hoge initiële kostprijs, maar een bescheiden operationele kost.

L 43 Afzuiging van de VOS-houdende afgassen van (diep)drukprocessen (Aminal, 2002).

Via afzuiging en nabehandeling kunnen VOS-diffuse emissies gereduceerd worden. Door de afzuiging worden de diffuse emissies geleid gemaakt en kan de emissiestroom aangesloten worden op een bestaande naverbrander of op een nieuw te installeren naverbrander.
Veelal zal in aanvulling op de goede afzuig door drogers ook de bodemafzuiging tussen drukwerken of een randafzuiging op inktbakken, moeten worden aangesloten op de naverbrander. Ook de ventilatie van de automatische wasmachine kan in aanmerking komen om op de naverbrander te worden aangesloten.

Zie Technische Fiche 19, p. 350.

Toepasbaarheid: Vermindering van de diffuse emissies tot ver beneden de 20% van de input is enkel mogelijk bij diepdrukmachines met een krachtige droging na elke drukwerk en bodem- of randafzuiging tussen de drukwerken, zoals bij moderne diepdrukpersen.
Uitvoering van de maatregel is niet mogelijk ter hoogte van de tussendrogers bij flexopersen met een centrale tegendrukcilinder. Omwille van plaatsgebrek is het niet mogelijk om bij elke tussendroging een afzuiging te voorzien. Hier treedt echter nog geen volledige droging op. De belangrijkste emissie bij elke individuele drukrol doet zich voor bij elk van de inktbakken. Deze moeten dan voldoende afgesloten zijn om emissie te voorkomen. Bij deze systemen wordt een sterke einddroging voorzien en hier is wel voldoende plaats en kan een afzuiginstallatie geplaatst worden.
De maatregel is technisch uitvoerbaar bij de grotere heliobedrijven.
Bij nieuwe installaties en bij vervanging van oude installaties is meestal een afzuiging voorzien. Omwille van technische redenen is het voor bestaande installaties moeilijk om een afzuiging bij te plaatsen. Er dienen dan grote debieten, laag beladen lucht afgezogen en behandeld te worden, wat milieutechnisch en economisch geen ideale oplossing is.
Milieuvoordelen: Vermindering van de diffuse emissies tot ver beneden de 20% van de input is mogelijk.
Financieel: De techniek wordt standaard geplaatst op nieuwe installaties, maar voor bestaande lijnen is het financieel en technisch moeilijk en moet dit van geval tot geval bekeken worden. Er dienen leidingen en regelsystemen geplaatst te worden en de naverbrander moet aangepast worden voor grotere debieten en lagere concentraties. Investering komt al snel boven € 100 000.

f. Algemene reinigings- en emissiereductietechnieken

L 44 Reinigingssolventen gebruiken met hoog vlampunt (Derden A., 1998)

De verdampingssnelheid van solventen bepaalt de hoeveelheid solvent dat verdampt gedurende de reinigingsactiviteit. Bijgevolg kan de verdamping gedurende het reinigen verlaagd worden door het gebruik van solventen met een lager vlampunt. Men onderscheidt P1, P2, P3 en P4 producten.

Toepasbaarheid: bij bedrukken van kunststoffen zijn P2 of P3 steeds toepasbaar, eventueel kunnen kleine hoeveelheden agressieve middelen nodig zijn. Bij de tussenreinigingen bij zeefdruk kunnen de minder vluchtige solventen (P2 en P3) gebruikt worden, maar bij de eindreiniging moet het mogelijk blijven om P1-solventen te gebruiken om een volledige droging te verkrijgen, evenals voor het verwijderen van hardnekkige vlekken (spookbeelden, e.d.).

In de composietsector werden meestal metyleenchloride en aceton gebruikt om te reinigen, maar methyleenchloride is intussen verboden en aceton, een VOS, houdt brandgevaar in. Alternatieven zijn momenteel nog niet volledig uitgetest (zie ook L14).
Milieuvoordelen: minder VOS-emissies, namelijk ongeveer 80% minder VOS-emissies uit schoonmaakmiddelen.
Financieel: gering.

L 45 Reinigingssolventen met aromatische of gehalogeneerde verbindingen vervangen (European Commission, 2005):

O.a. tolueen en xyleen zijn aromatische verbindingen die in reinigingssolventen kunnen voorkomen. Gehalogeneerde verbindingen worden vaak gebruikt om te ontvetten, bv. het gebruik van methyleenchloride voor het verwijderen van persistente vervuiling bij het bedrukken van flexibele verpakkingen. Deze reinigingsmiddelen kunnen vervangen worden door niet vluchtige solventen als n-methyl-2-pyrrolidon en ethanolamine.
In de composietsector werden meestal metyleenchloride en aceton gebruikt om te reinigen, maar methyleenchloride is intussen verboden en aceton, een VOS, houdt brandgevaar in. Alternatieven zijn momenteel nog niet volledig uitgetest (zie ook L14).

Toepasbaarheid: voor het reinigen vooral bij nabehandelingsactiviteiten.
Milieuvoordelen: minder emissies van toxische stoffen.

L 46 Reinigingsmiddelen op basis van water gebruiken:

Voor de composietsector zijn watergedragen reinigingsmiddelen niet vaak toepasbaar (zie ook L 14).

Toepasbaarheid: Voor het reinigen van apparatuur, de mogelijkheden van waterige reinigingsmiddelen voor drukinstallaties zijn afhankelijk van het inktsysteem dat gebruikt werd.
Milieuvoordelen: minder solvent emissies.

L 47 Automatische wasinstallatie voor machine-onderdelen en uitrusting gebruiken

Automatische wasinstallatie is een onafhankelijke machine die (kleine) onderdelen van apparatuur en installaties wast. Voor wassen met solventen wordt de wasinstallatie gesloten uitgevoerd en worden de afgassen behandeld.

Specifiek in de drukkerijsector laten de zeefdrukvorm- en flexodrukpersspoelmachines toe inktresten te verwijderen uit zeefdrukvormen of flexodrukpersen via een recirculerende vloeistof in een gesloten systeem. In een wasinstallatie voor zeefdrukvormen wordt in twee opeenvolgende processtappen de inkt verwijderd en het zeefdruksjabloon gestript in een gesloten systeem.

Toepasbaarheid: Deze techniek kan ingezet worden voor het reinigen van apparatuur in de kunststofverwerking, maar wordt vooral toegepast in de flexo en gravure verpakkingsbedrukking. Hier zijn gesloten wasinstallaties en geïntegreerde afzuiging van solventemissies en behandeling van de afgassen een gebruik. Bij zeefdruk is het toepasbaar, in hoofdzakelijk grotere formaten, en flexodruk algemeen. Omdat het reinigen helemaal afgesteld is op de gebruikte inktsystemen, heeft het omschakelen van een solventgedragen systeem naar een watergedragen systeem grote gevolgen voor deze wassystemen. Het reinigen en spoelen moet helemaal opnieuw bekeken worden wanneer nieuwe inktsystemen gebruikt worden. Dit is een belangrijk nadeel.

Milieuvoordelen: gebruik van minder solventen en dus minder solventemissies, lagere productie van afvalwater, lager solvent- en reinigingsmiddelenverbruik. Wanneer hiermee manuele reiniging vervangen wordt, zullen ook minder solventhoudende afvalstoffen zoals poetsdoeken ontstaan. Deze techniek heeft ook gezondheids- en veiligheidsvoordelen: minder blootstelling aan dampen en minder contact met reinigingsmiddelen. Deze techniek vereist energie.
Financieel: Wasinstallaties voor flexo en gravure verpakkingsbedrijven zijn een medium investeringskost voor nieuwe en bestaande bedrijven. De werkingskosten zijn beperkt door de kortere reinigingstijden, lagere consumptie van reinigingsmiddelen en kleinere hoeveelheid gevaarlijk afval. In grotere installaties wegen deze verlaagde kosten op tegen de investering. Voor kleinere bedrijven is dit niet het geval.

L 48 Reinigen van machine-onderdelen met hoge druk waterspray:

Deze schoonmaakmachine laat toe om bv. matrijzen, diepdrukcilinders, rakels en/of gegraveerde walsen onder hoge druk te reinigen door middel van een waterspuit met natriumbicarbonaat of gelijkaardige reinigingsmiddelen in plaats van met solvent. Het apparaat kan uitgevoerd worden in een afgesloten reinigingsmachine met automatisch aangestuurde mechanische spuitkoppen (beschikbaar voor de drukapparatuur).
Door de reiniging onder hoge druk enkel toe te passen op speciaal daartoe voorziene plaatsen, het afvalwater op te vangen en af te voeren als afval, kan men de afvalwaterlozing sterk beperken.

Toepasbaarheid: Voor de volledige sector waar apparatuur gereinigd moet worden en heel specifiek gebruikt voor reinigen van nabewerkingsinstallaties. De haalbaarheid is afhankelijk van de inktsoort die gebruikt werd. Voor zeefdruk is het een standaard techniek om de drukdrager uit de zeef te halen met hoge drukwaterstralen.
Milieu-afweging: beperking van solventemissies ten opzicht van reinigen met solvent, maar verhoogd waterverbruik en meer afvalwater dan solventsystemen. Anderzijds reductie van de hoeveelheid afvalwater ten opzichte van andere reinigingssystemen op waterbasis.

L 49 Reinigen van machine-onderdelen met poederspray:

In flexo verpakkingsdruk wordt het reinigen van machine-onderdelen en rakels uitgevoerd met speciaal gecoate natriumbicarbonaat. Dit wordt op het oppervlak gespoten met hoge druk. Gesloten apparaten worden gebruikt. De techniek kan in de drukkerij toegepast worden, of men kan de onderdelen bij gespecialiseerde firma's laten reinigen.

Toepasbaarheid: soms gebruikt bij reinigen van nabehandelingsinstallaties.
Milieu-afweging: beperking van solventemissies, maar de poederspray genereert een afvalstroom.

L 50 Ultrasoon reinigen:

Diverse machine-onderdelen, cilinders en anilox rollers van bedrukkingsprocessen kunnen ultrasoon gereinigd worden. De techniek is gebaseerd op het effect van hoog frequente geluidstrillingen in water. Deze verwijderen de verontreinigingen door de krachtige drukgolven die ze veroorzaken. Het verbruik van energie en reinigingsmiddel is laag. Het is een snelle, efficiënte techniek.

Toepasbaarheid: Voor reiniging van bedrukkingsapparatuur.
Milieu-afweging: beperking van solventemissies.

L 51 Drukinstallatie reinigen met droog ijs (CO_2) en droogijsstralen van matrijzen en andere productie-onderdelen (FO-Industrie, 2002):

Droge inkt kan van de drukinstallatie verwijderd worden door beschieten met droge ijspellets. Droogijsstralen is gebaseerd op een geheel pneumatisch proces met behulp van vaste koolzuurkorrels van -79°C. Deze korrels worden in een straalmachine door een persluchtstroom meegenomen naar het straalpistool.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar voor het schoonmaken van matrijzen/mallen en transportbanden (eventueel ook mogelijk bij het reinigen van kalanderrollen en drukrollen). Het gebruik van de koude vaste koolzuur vereist een aantal veiligheidsmaatregelen zoals voldoende ventilatie en het dragen van veiligheidshandschoenen en gehoorbescherming. Droogijsstralen kan ernstige corrosieproblemen geven (ook op nabijgelegen machines en apparatuur) indien het niet op een zorgvuldige en correcte manier wordt uitgevoerd. Deze techniek geeft een erg grondige reiniging, maar er is ervaring voor vereist. De techniek kan in het bedrijf toegepast worden, maar veroorzaakt erg veel lawaai. Vandaar dat de reiniging van onderdelen steeds meer extern bij gespecialiseerde firma's wordt uitgevoerd.
Milieuvoordelen: Minder VOS-emissies dan bij het reinigen met oplosmiddelen.

L 52 Thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen (FO-industrie, 2002):

In een thermische reinigingsinstallatie worden de te reinigen materialen (diverse hulpmiddelen en machine-onderdelen) in een oven door middel van hete lucht gereinigd. In de praktijk worden de beste resultaten momenteel geboekt bij een temperatuur van 450°C en een verblijfsduur van circa 4,5 uur, uiteraard afhankelijk van de vervuilings- en beladingsgraad.

Zie Technische Fiche 9, p. 330.

Toepasbaarheid: Voor machine-onderdelen in de verschillende verwerkingsprocessen van kunststoffen: extrusie, spuitgieten, composieten, ….
Milieuvoordeel: Het oplosmiddelengebruik kan met 95% gereduceerd worden, maar er is nu energieverbruik van de oven nodig en de nareinigingsstap verbruikt water.
Financieel: Er kan bespaard worden op de aankoop van oplosmiddelen, anderzijds verbruikt de oven energie.

L 53 Behandeling van de VOS-houdende afgassen algemeen.

Indien bij bepaalde processen (vb. nabehandeling of reiniging) alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog teveel restemissies zijn, kan overwogen worden een afzuiginginstallatie te plaatsen en nageschakelde technieken toe te passen op de afgassen van de zone waar de vluchtige organische stoffen gebruikt worden.
Daarom moet een afzuiginstallatie geplaatst worden om diffuse VOS-emissies te vermijden. De behandeling van de afgassen moet dan berekend zijn op het type afgassen, de concentratie aan verontreinigingen en het gemiddelde debiet dat behandeld moet worden (European Commission, 2005). Soms dienen voorbehandelingstechnieken toegepast te worden, zodat de concentraties in de afgasstroom voldoende hoog zijn om een efficiënte verwijdering toe te laten.

Zie ook Technische Fiche 20, p. 352.

Toepasbaarheid: VOS-emissies ontstaan hoofdzakelijk bij het nabehandelen van kunststoffen met solventhoudende middelen zoals bv. bij het lijmen, bevlokken en bedrukken en bij reinigingsactiviteiten met solventhoudende schoonmaakmiddelen. Bij het verwerken van kunststof-

fen kunnen eveneens VOS-emissies optreden, bv. bij de verwerking van thermoplasten (weekmakers, verdunners en stabilisatoren bij PVC), composieten (styreenhoudende harsen, schoonmaakmiddelen, zie ook L 17) en schuimen (blaas- en spoelmiddelen, zie ook L 31).
In de composietsector dienen de VOS-reductietechnieken afgestemd te worden op de grootte van de stukken en de gebruikte productieprocessen. Zo kan het wikkelen van grote tanks, buizen of het produceren van schepen moeilijk in een afgesloten ruimte plaatsvinden en het plaatsen van een lokale afzuiging is dan ook moeilijk. Bovendien moeten de concentratieniveaus beneden de limieten voor de arbeidsveiligheid blijven, hetgeen een sterke ventilatie van de werkruimte vereist waardoor erg grote debieten zouden moeten worden behandeld (zie ook L 17).
Milieuvoordelen: Deze technieken zijn alle gericht op het reduceren van de VOS-emissies.
Financieel: De emissiereductietechnieken vereisen telkens een investering en werkingskosten. Soms kan het solvent herwonnen worden en opnieuw gebruikt, soms kan de energie ervan gerecupereerd worden in andere processen.

4.3. Grondstofgebruik (milieubelastende producten)

In verband met het grondstofgebruik werd slechts één milieuvriendelijke maatregel weerhouden en deze heeft betrekking op de verwerking van thermoplasten.

G 1 Vervangen van lood en koper als stabilisatoren voor PVC (FO-Industrie, 2002).

Cadmiumhoudende stabilisatoren zijn reeds door Europese wetgeving een tiental jaren verboden voor verreweg de meeste PVC-toepassingen. In het kader van een zelfverbintenis van de Europese PVC-industrie hebben de producenten van cadmiumstabilisatoren hun verkoop in de EU in 2001 gestaakt.
Loodhoudende en driewaardige tinstabilisatoren worden naast andere systemen in een hoeveelheid van ongeveer 1% toegepast als stabilisator voor PVC. De toepassing van tinstabilisatoren in PVC levert een gering milieu-effect, maar de toepassing van loodstabilisatoren levert een groter milieunadeel. Het beleidsstandpunt (1997) is dat het aandeel organo-tinstabilisatoren in nieuw PVC niet verder mag toenemen dan in 1995.

Toepassing: Voor bedrijven die zelf zacht PVC formuleringen compounderen voor extrusie en spuitgieten. Waar thans nog lood- of tinstabilisatoren worden toegepast is het mogelijk adequate alternatieven te gebruiken. Voor tin is het aantal alternatieven beperkt wanneer een goede lichtbestandheid en hoge transparantie vereist is. De mogelijkheden hangen af van de producteigenschappen die gewenst worden. Voor lood bestaan alternatieven en in de vrijwillige verbintenis van de Europese PVC industrie is een uitfasering van loodstabilisatoren tegen 2015 opgenomen.
Financieel: Over het algemeen kosten alternatieve stabilisatiesystemen voor tinverbindingen evenveel. Voor loodverbindingen zijn vervangende systemen over het algemeen iets duurder.

4.4. Afval – grondstof(her)gebruik

Afval ontstaat nagenoeg bij elke productiestap van de kunststofverwerking. De afvalstroom die ontstaat, kan zowel bestaan uit kunststofafval als uit andere soorten afval zoals bv. verpakkingsafval, afgewerkte olie, afvalinkten, -lijmen of vervuilde reinigingsmiddelen. Indien kunststofafval ontstaat in het productieproces, houden de milieuvriendelijke maatregelen die hiervoor aangewend kunnen worden meestal verband met grondstofhergebruik. Vandaar dat beide milieu-aspecten hier samen behandeld worden.

Tabel 35: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment afva l

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
A1	Goed productontwerp en variabel aantal eindproducten (TF 21)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A2	Beperken van het aantal grondstofsoorten	x	x	x	x	x				x	x
A3	Goede productieplanning (TF 22)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A4	Registratie procesparameters	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A5	Gescheiden inzameling van afval en good housekeeping (TF 25)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A6	Regelmatig onderhoud van de machines en oliecontrole	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A7	Gebruik maken van extern gerecycleerd materiaal (TF 23)	x	x	x	x	x					
A8	Kwaliteitsbeheersing van het product	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A9	Good housekeeping verpakkingsafval grondstoffen (TF 24)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A10	Volumineus plastic verpakkingsafval compacteren met pers	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A11	Hygroscopische kunststoffen voordrogen	x	x			x					
A12	Waterdicht opslaan van granulaat	x	x			x					
A13	Intern vermalen en verwerken van productie-uitval (TF 23)	x	x		x	x	x				
A14	Koud malen met cryogeen koelsysteem	x	x	x	x	x	x				
A15	Wanddikteregelsysteem bij extrusie en blazen		x			x					
A16	Installatie hot-runner bij spuitgieten (TF 27)		x			x					
A17	Hydraulische neusafsluiter bij spuitgieten		x			x					
A18	Geautomatiseerde transportband bij spuitgieten		x			x					
A19	Technische aanpassingen bij verwerking van thermoplasten (TF 26)		x			x					
A20	Aanpassing machine aan rheologische eigenschappen polymeer bij de verwerking van thermoplasten		x			x					
A21	Olieregeneratiesysteem bij spuitgietmachines		x			x					
A22	Gerecycleerd materiaal toepassen in meerlaagsysteem bij extrusie (TF 29)		x			x					

Tabel 35: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment afva (vervolg)l

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
A23	Schroef tijdig vervangen extruders, spuitgietmachines en blaasinstallaties		x			x					
A24	Extra cilinders voor spuitgietmachines en extruders		x			x					
A25	Hergebruik schoonmaakcompounds voor verwerking thermoplasten		x			x					
A26	Toevoegen voorverpakte additieven bij verwerking van zacht PVC		x			x					
A27	Gasinjectie toepassen bij spuitgieten van volumineuze producten (TF 30)		x			x					
A28	Corrosie en afzettingen verwijderen in koelkanalen bij koeling van thermoplasten		x			x					
A29	Temperatuurwisselingen voorkomen bij thermovormen		x			x					
A30	Geschikte warmtetoevoer voor oven kiezen bij thermovormen		x			x					
A31	Gestanste plaat van thermovormen hergebruiken of laten ophalen		x			x					
A32	Hergebruik van weekmakercondensaat bij verwerking van weekgemaakte thermoplasten		x			x					
A33	Vlasvezelversterkte kunststof			x							
A34	Intern hergebruik glasvezel versterkte kunststof resten			x							
A35	Coldrunners toepassen in matrijzen bij spuitgieten van composieten			x							
A36	Hergebruik emmers, kwasten en rollers bij harsverwerking			x							
A37	Reductie van overmaat polyol bij zacht PUR-schuim				x						
A38	Hergebruik van EPS-schuimresten				x		x				
A39	Kleine eenheden smelten/sealen tot grote eenheden bij schuimproductie				x		x		x		
A40	Intern hergebruik zacht-schuimresten				x						
A41	Compacteren van schuimresten en extern hergebruik				x						
A42	Verzamelen van EPS-schuimresten en aanbieden voor recyclage				x						
A43	Regenereren van oplosmiddelen en extern recycleren van spoelmiddel van schuimproductie				x						

Tabel 35: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in het compartiment afva (vervolg)l

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
A44	In-line afsnijden, vermalen en verwerken van afgesneden randen bij bewerking van thermoplasten		x			x	x				
A45	Gloeidraad, waterstraal of laserstraal in plaats van zaag gebruiken bij bewerking van kunststoffen						x				
A46	Zaagsel van bewerkingen van kunststoffen opvangen en intern verwerken		x			x	x				
A47	Gebruik van gesloten containers met aftapinstallatie voor lijm en inkt								x	x	x
A48	Hergebruiken van inkt- en lijmresten op waterbasis (TF 31)								x	x	x
A49	Corona- of plasmatechniek gebruiken in plaats van vlambehandeling in de nabehandeling							x			
A50	Destillatie van solventhoudend afval van bedrukken en lijmen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A51	Wegwerp of herbruikbare poetsdoeken gepast behandelen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A52	Solvent uit poetsdoeken verwijderen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A53	Terugwinnen van gebruikt reinigingssolvent door destillatie			x	x				x	x	x
A54	Reinigingssolvent terugbezorgen aan leverancier	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

a. Algemeen

A 1 Goed productontwerp en variabel aantal eindproducten afspreken met de klant (Presti, 1996, FO-Industrie, 2002)

Teneinde de hoeveelheid afval en overschotten te beperken is het mogelijk om afspraken te maken met de klant in verband met een goed productontwerp en een variabel aantal eindproducten.

Zie Technische Fiche 20, p. 352.

Toepasbaarheid: Toepasbaar in de volledige sector bij ontwerp van nieuwe producten en bij bestaande producten vooral in geval van massaproductie. Voor bepaalde (hoogwaardige) producten kunnen slechts na goedkeuring van de afnemer wijzigingen aangebracht worden. In sommige gevallen is het niet mogelijk deze afspraken met de klant te maken, omdat deze autonoom wenst te beslissen (vb. automobielindustrie).
Milieuvoordelen: Lager energieverbruik en over het algemeen worden ook de andere milieuaspecten positief beïnvloed.
Financieel: de kosten en/of baten zijn geheel afhankelijk van het productontwerp, materiaal en productieproces. De afspraak voor een variabele hoeveelheid producten brengt geen investering mee. Rekening houdend met de gerealiseerde grondstofbesparing zijn dergelijke initiatieven in de composietsector economisch zinvol op het moment dat matrijzen moeten gebouwd of vernieuwd worden of zodra overgeschakeld wordt op een andere productietechniek mits ook de klant kan en wil bijdragen in de kosten van de nieuwe mal (zeker indien klant eigenaar is van de mal).

A 2 Beperken van het aantal grondstofsoorten bij de voorbewerking en verwerking van kunststoffen (FO-industrie, 2002, blazen, extrusie en spuitgieten).

Door het aantal grondstofsoorten zoveel mogelijk te beperken nemen de mogelijkheden voor intern hergebruik toe. Dit heeft met name te maken met de interne organisatie van de diverse reststromen en het zodanig bewerken dat hergebruik mogelijk is (bijvoorbeeld malen).

Toepasbaarheid: Zowel bij de voorbewerking als bij de verwerking van kunststoffen is de toepasbaarheid afhankelijk van de producteisen. Bij toelevering is samenspraak met de klant nodig en deze is niet altijd bereid het materiaalgebruik aan te passen.
Milieuvoordelen: Materiaalbesparing en vermindering van de hoeveelheid afval is hiermee mogelijk.
Financieel: Er zijn geen investering nodig.

A 3 Goede productieplanning rekening houdend met materiaal- en kleurovergangen (Presti, 1996, FO-industrie, 2002).

Door nauw overleg tussen de diverse bij de productie betrokken afdelingen (inkoop, planning, productie, logistiek, verkoop) kan door optimalisatie van planning en routing van de productie op diverse fronten milieuwinst worden gerealiseerd.

Zie Technische Fiche 22, p. 357.

Toepasbaarheid: Algemeen in de sector toepasbaar in de mate van het mogelijke (just-in-time leveringen, marktvraag).
Milieuvoordelen: Minder instelverliezen, minder grondstoffengebruik, energieverbruik en afvalproductie.

Financieel: Investeringskosten bedragen € 2 500 tot 12 500 afhankelijk van de toegepaste grondstoffen en producten en de terugverdientijd schommelt tussen 6 en 12 maanden.

A 4 Registratie van procesparameters (Presti, 1996).

De belangrijkste procesparameters worden per serie opgeslagen om later bij het verwerken van een gelijkaardig materiaal terug op te roepen en dusdanig de opstartfase te verkorten en minder procesafval te creëren.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar in de sector.
Milieuvoordelen: Minder procesafval bij de opstartfase
Financieel: De investeringskosten hangen af van het type systeem. De terugverdientijd loopt van 2 tot 12 maanden.

A 5 Gescheiden inzameling van het afval en good housekeeping ivm grondstofresten en productieafval (Presti, 1996, FO-Industrie, 2002).

Afvalstromen die altijd selectief ingezameld moeten worden, zijn:
– gevaarlijk afval
– papier en karton
– wit- en bruingoed
– kunststoffen per soort en eventueel per kleur

Ook andere afvalstromen kunnen gesorteerd worden. Het papier en karton, het plastic en het andere afval moeten apart ingezameld worden in de daarvoor bestemde containers. Hierdoor verhoogt de kans op recyclage en vermijdt men dat het dit soort afval op de stortcontainer terecht komt.

Enkele voorbeelden van good housekeeping ivm grondstofresten en productieafval::
– grondstofresten laten verwerken bij recycleur of andere verwerker
– productieafval sorteren en coderen om te verkopen aan recycleurs of andere verwerkers

Zie Technische Fiche 25, p. 363.

Toepasbaarheid: De scheiding van afvalstromen is algemeen in de sector mogelijk, tenzij dit redelijkerwijze niet kan worden verlangd. Gevaarlijke afvalstoffen moeten altijd gescheiden afgegeven worden. Een uitzondering vormt bv. de zeefdruk waar in vele gevallen kleine oplages gedrukt worden op heel diverse materialen. Hierdoor is scheiding in soorten kunststof (kleur en type) niet zinvol.
Good housekeeping is algemeen toepasbaar, maar de sensibilisering van de werknemers is van groot belang.
Milieuvoordelen: Afvalscheiding en good housekeeping leidt tot mogelijkheden voor nuttige toepassing van afvalstoffen (product- of materiaalhergebruik of toepassing als brandstof), tot een reductie van de hoeveelheid afval en tot grondstofbesparing.
Financieel: Voor diverse afvalstromen levert scheiding financieel voordeel op voor het bedrijf. Bij sommige afvalstromen kan scheiding leiden tot een beperkte kostenverhoging. De investeringskosten zijn € 2 500-12 500 met een terugverdientijd van 2 jaar. Val-I-Pac stelt € 2/ton ter beschikking voor het recycleren van kunststof verpakkingsafval. Door good housekeeping kan men voor de verwerking van grondstofresten en productieafval in de meeste gevallen nog een vergoeding krijgen.

A 6 Regelmatig onderhoud van de machines en regelmatige controle van de oliekwaliteit, eventueel plaatsen van externe oliefilters (Presti, 1996).

Preventief onderhoud neemt over het algemeen minder tijd in beslag dan "break-down" onderhoud, omdat de slijtage-effecten minder groot zijn. Door de optimale werking van een machine is er minder productie-uitval, minder defecten en kan men steeds op de verwerkingsmachine betrouwen. Bij de planning moet rekening gehouden worden welke orders op welke machine het best verwerkt worden zodat er een minimum aan overgangsmateriaal ontstaat.
De levensduur van de olie wordt verlengd en eventuele schade aan de apparatuur (spuitgietmachine en pompen) wordt vermeden.

Toepasbaarheid: Algemeen in de sector.
Milieuvoordelen: Minder afval door productie-uitval, langere levensduur van machines.
Financieel: Investeringskosten bedragen € 2 500-12 500 en de terugverdientijd bedraagt 2 jaar. Zo moeten in de externe olieleidingen van de spuitgietmachine filters aangebracht worden die de Fe- en Cu-deeltjes verwijderen uit de olie.

A 7 Gebruik maken van intern en/of extern gerecycleerd materiaal (FO-Industrie, 2002).

Bij de keuze van de grondstof voor een product kan naast virgin-materiaal en/of materiaal uit intern hergebruik, gebruik worden gemaakt van materiaal dat afkomstig is van externe recycling bedrijven. Dit kan leiden tot een geringer energieverbruik over de hele keten van het product (van wieg tot graf). Daarnaast kan reeds in de ontwerpfase van een product rekening worden gehouden met recycling, bijvoorbeeld door gebruik van gelijksoortige grondstoffen en eenvoudige scheiding.

Zie Technische Fiche 23, p. 359.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar in de kunststofverwerking (thermoplasten, composieten) op voorwaarde dat het eindproduct blijft voldoen aan de gewenste kwaliteits- en traceerbaarheidseisen. Voor sommige gevoelige toepassingen (voedsel, drinkwater, medische producten) is het gebruik van secundaire grondstoffen beperkt. Het gebruik van gerecycleerde kunststof kan ook beperkt worden door eisen van verwerkbaarheid en door eisen van de klant.
Milieuvoordelen: Vermindering van het grondstoffengebruik en het energiegebruik over de hele keten.

A 8 Kwaliteitsbeheersing van het eindproduct bij de verwerking en nabehandeling van kunststoffen (Presti, 1996)

De producten moeten op regelmatige tijdstippen gecontroleerd worden op hun kwaliteit. Wanneer ze onder de specificaties ligt moet het proces bijgestuurd worden, zodat de gewenste kwaliteit gehaald wordt.

Toepasbaarheid: Algemeen bij verwerking van kunststoffen en bij de nabehandelingen.
Milieuvoordelen: Minder productieafval
Financieel: Bewaken van de eindkwaliteit van het product behoort tot de normale productiecontrole.

b. Voorbewerking

A 9 Good housekeeping verpakkingsafval van grondstoffen(InfoMil, 2002, Presti, 1996, European Commission, 2005, Preventieplan verpakkingen van Febelplast (Fechiplast, 2003), Derden A., 1998).

Enkele voorbeelden:
– retourverpakkingen voor grondstoffen (vb. paletten)
– grotere verpakkingseenheden voor grondstoffen
– bulksilo's en tanks voor grondstoffen
– herbruikbare big-bags
– inkomende verpakkingen hergebruiken
– oktabins met losbodem

Zie Technische Fiche 24, p. 360.

Maak de verpakkingen verder ook zo volledig mogelijk leeg. De inhoud controleren na het ledigen van de recipiënten gebeurt om na te gaan of er nog grondstofresten zijn. Hierdoor wordt de contaminatiegraad van het verpakkingsafval beperkt. Octabins waarvan de laatste hoeveelheden niet meer opgezogen kunnen worden met de hoppervuller moeten geledigd worden in de volgende. Deze maatregel kan gecombineerd worden met L 4.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar in de volledige sector, maar vooral bij vaste leveranciers en afnemers, grote hoeveelheden en voldoende omloop van grondstoffen.
Milieuvoordelen: Reductie van verpakkingsafval, grondstofbesparing.
Financieel: Het gebruik van retourverpakkingen en grotere verpakkingseenheden zijn kosten neutraal tot kostenbesparend. Bulksilo's/tanks en herbruikbare big-bags vereisen een investeringskost maar zijn terug te verdienen binnen 2 jaar. De investeringen voor het hergebruik van inkomende verpakkingen is korter dan 1 jaar en de aankoop voor octabins met een losboden wordt in 1 tot 2 maanden terugverdient.
Via containerpremies stimuleert Val-I-Pac[30] bovendien de selectieve inzameling van bedrijfsmatig verpakkingsafval door tussenkomst in de huur van selectieve containers (zie ook www.valipac.be).
Het grondig ledigen van verpakkingen vereist geen investering.

A 10 Volumineus plastic verpakkingsafval compacteren met een pers (Presti, 1996).

Door het afval een lager volume te geven, bespaart men de transportkosten van de afvalcontainer. De dichtheid van het verpakkingsafval neemt hierdoor toe en het stortvolume neemt af.

Toepasbaarheid: In de volledige sector bij volumineus verpakkingsafval.
Milieuvoordeel: Minder transport nodig omdat het volume kleiner is.
Financieel: De totale hoeveelheid verpakkingsafval moet voldoende groot zijn om de transportkosten te kunnen verantwoorden. De investering bedraagt 3 750 à 12 500 en de terugverdientijd bedraagt 6 tot 24 maanden. Via recyclagepremies stimuleert Val-I-Pac de recyclage van bedrijfsmatige verpakkingsmaterialen[30].

[30] Val-I-Pac, een door de overheid erkend organisme, geeft bovendien premies aan bedrijven die hun bedrijfsmatig verpakkingsafval op een goede manier sorteren zodat het gerecycleerd kan worden. Via recyclagepremies wordt de recyclage van bedrijfsmatige verpakkingsmaterialen gestimuleerd en via containerpremies wordt de selectieve inzameling van bedrijfsmatig verpakkingsafval gestimuleerd door tussenkomst in de huur van selectieve containers (zie ook www.valipac.be).

A 11 Hygroscopische kunststoffen voordrogen (Presti, 1996)

Naast of op de machine kan een voordrogingssysteem aangebracht worden. Het te verwerken materiaal zal al dan niet door deze voordroging gestuurd worden. De voordroging zorgt ervoor dat het te verwerken materiaal een zeer laag vochtigheidsgehalte heeft. De hoeveelheid afgekeurde producten verminderen en/of de procesparameters zullen constanter zijn omdat het inkomend materiaal bij constante temperatuur blijft.

Toepasbaarheid: voor de verwerking van hygroscopische kunststoffen.
Milieuvoordelen: Minder afval door uitval.

A 12 Waterdicht opslaan van het granulaat (FO-industrie, 2002).

Om te voorkomen dat als gevolg van vochtig granulaat strengbreuk optreedt in de extruder of vochtplekken in de producten ontstaan, is het belangrijk dat de grondstoffen waterdicht en overdekt worden opgeslagen. Dit leidt tot minder afkeur.

Toepasbaarheid: Algemeen voor verwerking van thermoplasten die gevoelig zijn aan vocht.
Milieuvoordelen: Grondstofbesparing en afvalreductie
Financieel: De investeringskosten zijn afhankelijk van de voorzieningen die getroffen moeten worden en liggen tussen € 400 en 4 500 en de terugverdientijd is 2 tot 5 jaar.

A 13 Intern vermalen (centraal of in-line) en verwerken van productie-uitval van de verwerking van thermoplasten:

(zie ook E 5 en A 44)

Verschillende maatregelen van goede praktijk in acht nemen waaronder:
– planning van het vermalen van materiaal
– vermalen en hergebruiken van productie-uitval in minder eisende/donkere producten
– centraal intern vermalen
– in-line vermalen.

Zie Technische Fiche 23, p. 359, Technische Fiche 26, p. 365.

Toepasbaarheid: Vooral toepasbaar bij de verwerking van thermoplasten, maar afhankelijk van de situatie (kwaliteitseisen, traceerbaarheidseisen) kunnen de overschotten in de eigen productie ingezet worden.
Milieuvoordelen: Minder grondstofverbruik, minder productieafval.
Financieel: Investeringskosten voor kleine vermaler (2,2 kW) bedraagt € 3 750 en voor een grotere vermaler (4,4 kW) € 7 500.

A 14 Koud malen met cryogeen koelsysteem (FO-industrie, 2002)

Met koud malen met een cryogeen koelsysteem verbetert de kwaliteit van maalprocessen in geval van soepele materialen. Bij koud malen wordt de temperatuur verlaagd tot het punt waar het product bros wordt. Doordat de soepele producten zich beter laten malen op deze lage temperatuur kan men een veel kleinere korrel creëren. Daarnaast kost het malen van een bros product minder energie. Deze energiebesparing is groter dan de extra energie die het kost om de producten te koelen.
Indien een soepele kunststof op omgevingstemperatuur vermalen wordt, ontstaat een materiaal met onregelmatige korrelvorm dat via een bijkomende extrusie-stap verwerkt moet worden om gebruiksklaar te zijn.

Een bijkomend voordeel van cryogeen malen van samengestelde materialen is dat verschillende materialen zich kunnen gaan `klusteren´ (bijvoorbeeld vezels bij het malen van vloerbedekking). Hierdoor ontstaan vlokken, die door middel van zeven van elkaar kunnen worden gescheiden.

Toepasbaarheid: koudmalen van soepele kunststoffen is algemeen toepasbaar. De techniek is binnen de sector nog onvoldoende gekend. Er dient meer ervaring opgebouwd te worden.
Milieuvoordeel: energiebesparing en grondstofbesparing (vanwege betere toepasbaarheid maalgoed).
Financieel: De investering voor een cryogeen koelsysteem is, in vergelijking met de kosten voor een conventioneel koelsysteem, laag. De operationele kosten van het cryogeen malen zijn wel hoger en bedragen minder dan € 0,01 per kg. Besparingen worden behaald doordat efficiënter, bedrijfszekerder en met een hogere productkwaliteit gemalen wordt.

c. Verwerking thermoplasten

A 15 (G3) Wanddikteregelsysteem bij extrusie en blazen (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002)

Een wanddikteregelsysteem bij extrusie en blazen voorkomt overgewicht van halffabrikaten. Bij veel vormen van extrusie (bv. buis-, folie- en plaatextrusie) bestaat de mogelijkheid de machines te voorzien van een systeem voor automatische bewaking en correctie van de wanddikte. Hierdoor wordt het overgewicht van halffabrikaten en producten beperkt en is een materiaalbesparing mogelijk (vb. 4% bij buisextrusie).

Toepasbaarheid: Toepasbaar bij veel vormen van kunststofextrusie voor bijvoorbeeld buis-, folie- en plaatextrusie en bij blazen. Bewezen techniek.
Milieuvoordeel: Reductie grondstofverbruik tot circa 5% en reductie van het energieverbruik.
Financieel: De kosten van een wanddikteregelsysteem voor kunststoffen bedragen circa € 62 500. Bij een grondstofgebruik (€ 0,80/kg) van 1 250 ton/j kan circa € 75 000 op grondstoffen bespaard worden. Daarnaast is er een energiebesparing van circa 20 000 kWh/j. In dit geval is de terugverdientijd minder dan 1 jaar, voornamelijk door besparing op grondstoffen.

A 16 Installatie van een hot-runner of naaldafsluiter bij spuitgieten (Presti, 1996, InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002)

In hot-runnermatrijzen wordt het aanspuitkanaal op hogere temperatuur gehouden zodat zich geen aanspuitkegels vormen. Het geproduceerde product wordt zonder aanspuitingen gelost uit de matrijs. (zie ook A 19 optimaliseren aanspuitkanalen)
Bij een naaldafsluiter wordt het aanspuitkanaal na het vullen van de matrijs afgesloten (en opgevuld) door een “naald” waardoor het kanaal niet gevuld wordt met de kunststofsmelt en er ook geen afval is van aanspuitkanalen. Deze techniek is echter niet voor alle materialen beschikbaar.

Zie Technische Fiche 27, p. 367.

Toepasbaarheid: Voor spuitgieten van producten met een hoge omzet en relatief grote aanspuitingen.
Milieuvoordelen: Minder productie-uitval en -afval, materiaalbesparing. De energiebesparing is afhankelijk van de situatie.
Financieel: Maatregel kost € 6 250 tot 37 500 en is in minder dan 2 jaar terugverdiend.

A 17 Monteren van neusafsluiter bij spuitgieten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002).

Door een spuitgietmachine te voorzien van hydraulische neusafsluiters worden neuslekkages voorkomen. Het belangrijkste is dat de uitstroom-opening van de extruder niet te groot is. Die opening kan met een hydraulische neusafsluiter geregeld worden, of bijvoorbeeld middels een plaatje met kleine opening.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij spuitgieten. Veel nieuwe spuitgietmachines zijn standaard voorzien van neusafsluiters. Vooral zinvol bij producten met hoge vloei, bijvoorbeeld polypropeen (PP).
Milieuvoordelen: Materiaalbesparing 0-5%. Daarmee wordt tevens afvalreductie en energiebesparing gerealiseerd. Tevens voorkomt men storingen die ontstaan door beschadiging van de bedrading.
Financieel: De investeringskosten van een hydraulische neusafsluiter bedragen € 5 000 tot 10 000 per bestaande machine. De besparing bedraagt circa € 10 000 per jaar (FO-industrie, 2002). De investeringskosten bedragen ongeveer € 9 100 per machine. De besparing kan oplopen tot € 11 500 per jaar (InfoMil, 2002).

A 18 Geautomatiseerd transportband bij spuitgieten (Presti, 1996).

Door een transportband onderaan de matrijs op te stellen kunnen de aanspuitingen opgevangen worden en getransporteerd naar bijvoorbeeld een in-line vermaler. Een groot deel van de aanspuitingen kan dan gerecupereerd worden zonder contaminatie en opnieuw in het proces ingebracht worden.

Toepasbaarheid: Bij spuitgieten.
Milieuvoordelen: Minder afval, grondstofbesparing.
Financieel: De investeringskost gaat van € 2 500 tot 5 000 en kan in 2 jaar terugverdiend worden.

A 19 Technische aanpassingen die de hoeveelheid afgekeurde producten beperken bij de verwerking van thermoplasten (InfoMil, 2002, zie ook E 9):

Enkele voorbeelden:
- Zorgvuldig opvangen van geloste producten (FO-industrie, 2002), vb. via de installatie van een “picker” of een “pick-and-place” robot (Presti, 1996, FO-industrie, 2002);
- Matrijsontwikkeling en proefspuiten door computersimulatie (InfoMil, 2002 A5, FO-industrie, 2002);
- Functionaliteitsmatrijzen (FO-industrie, 2002);
- Optimalisatie aanspuitkanalen (FO-industrie, 2002);
- Een goede nulserie (FO-industrie, 2002);
- Optimaliseer de ligging van de koelkanalen (InfoMil A5, FO-industrie, 2002);
- Snelwisselsysteem voor matrijzen (InfoMil, 2002);
- Matrijzen met wisselschalensysteem (InfoMil, 2002):
- Optimaliseer lengte-breedte verhouding van schroef en cilinder (InfoMil, 2002);
- Barrière-schroef en/of schroef met andere diepte plaatsen (InfoMil, 2002).

Zie Technische Fiche 28, p. 369.

Toepasbaarheid: Bij verwerking van thermoplasten (zie TF 26).
Milieuvoordelen: Reductie van productieafval en energiebesparing.
Financieel: afhankelijk van de specifieke aanpassing (zie TF 26).

A 20 Aanpassing van de machine aan reologische eigenschappen van polymeren bij de verwerking van thermoplasten (FO-industrie, 2002).

Door een juiste combinatie van de machinecondities en de reologie van het polymeer worden optimale smeltcondities verkregen, waardoor zowel productkwaliteit als opbrengst worden gemaximaliseerd. Het gaat hierbij om temperatuur, schroefopbouw, barrièreschroef, enkel- en dubbelschroef, mengdeel, verhouding schroef- en metaaloppervlak. Een homogenere smelt en stabieler proces zorgen voor minder afkeur. Energiebesparing vindt plaats door een betere verhouding tussen opwarming ten gevolge van wrijving in de smelt zelf en de opwarming ten gevolge van buiten toegevoerde warmte en verbetering van de kleef van het polymeer ten opzichte van de schroef en de cilinderwand.

Toepasbaarheid: altijd voor grote runs, maar bij frequente materiaalwissels niet zo nuttig.
Milieuvoordelen: Door de aanpassingen reduceert het energie- en grondstofverbruik en ontstaat er minder afval.
Financieel: De aanschaf van speciale schroeven en toepassing van duurdere hulpstoffen wordt terugverdiend door de hogere output en het ontstaan van minder afval.

A 21 Olieregeneratiesysteem bij spuitgietinstallaties (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002):

Het systeem bestaat uit een losstaande filter die periodiek de hydraulische olie van de spuitgietmachine extra fijn filtert (tot deeltjesgrootte 3 µm).
Het is mogelijk dezelfde filter bij meerdere machines te gebruiken indien via snelkoppelingen aansluitingen gemaakt worden. De filter wordt dan aan de hand van een roulatieschema op de verschillende machines aangesloten. Het is echter minder arbeidsintensief om per machine een extra filter te voorzien. Op deze wijze worden ook foute manipulaties voorkomen.
De verversingstijd van de olie kan met dit filter worden verlengd tot ongeveer 4,5 jaar, dit is een verlenging van de standtijd met een factor drie tot vier. Hierdoor wordt de hoeveelheid afgewerkte olie verminderd en wordt de levensduur van de pers- en zuigfilters verlengd omdat minder slijtage optreedt.

Toepasbaarheid: bij spuitgieten.
Milieuvoordelen: minder afval van afgewerkte olie
Financieel: De maatregel heeft een kostenbesparend effect op de inkoop van olie en de afvoer van afgewerkte olie. De standtijd van de olie kan met een factor 3 à 4 verlengd worden. De terugverdientijd is korter dan 1 jaar.

A 22 Toepassen van gerecycleerd materiaal via meerlaagssysteem bij extrusie (InfoMil, 2002, FO-Industrie, 2002),

Door een installatie voor meerlaagsextrusie te voorzien kunnen meerlaagse kunststofproducten worden gemaakt. De extruder wordt dan voorzien van een meerlagenspuitkop, waarmee ten minste één laag uit gerecycleerd kunststof kan bestaan.

Zie Technische Fiche 29, p. 373.

Toepasbaarheid: bij extrusie over het algemeen bij constante aanvoer van afgedankte thermoplasten die eenvoudig ontdaan kunnen worden van verontreinigingen. De techniek is ook geschikt voor zuiver intern productieafval (vb. in folie).
Milieuvoordelen: Thermoplastisch kunststofafval kan (hoogwaardig) gerecycleerd worden (bv. opnieuw toe te passen in drukloze rioleringsbuizen). Maar er is een hoger energiegebruik omdat een recyclingstraat nodig is.

Financieel: Aanschafkosten ongeveer € 680 000 tot 1 588 000 per installatie, over het algemeen niet rendabel voor een individueel bedrijf. Er zijn ook extra investeringskosten.

A 23 Schroef tijdig vervangen bij extrusiemachines, spuitgietmachines en blaasinstallaties (FO-industrie, 2002):

Een afgesleten schroef veroorzaakt een lagere capaciteit en een hoger energiegebruik. Tijdige reparatie of vervanging van de schroef verbetert de productiviteit en kwaliteit en vermindert het energiegebruik. Een hulpmiddel voor het meten van de slijtage van de schroef is het plaatsen van een energiemonitor. Het (specifiek) energieverbruik (kWh/kg) stijgt bijvoorbeeld zichtbaar als de schroef slijt.

Toepasbaarheid: algemeen bij blazen, extrusie en spuitgieten
Milieuvoordelen: Een energiebesparing tot 20% is mogelijk. Daarnaast kan de hoeveelheid instelverliezen en afkeur gereduceerd worden.
Financieel: De kosten en terugverdientijd zijn minimaal. De vervangingsinvestering kan vervroegd worden.

A 24 Extra cilinders voor spuitgietmachines en extruders (FO-industrie, 2002):

Als men extra cilinders (bijvoorbeeld specifiek voor bepaalde productgroepen) gebruikt in de productie kan dit leiden tot minder verlies van grondstoffen bij het wisselen van productsoort. Dit komt doordat men dan niet opnieuw verschillende instellingen hoeft in te voeren.

Toepasbaarheid: Bij blazen, extrusie en spuitgieten, vooral voor grotere series.
Milieuvoordelen: Materiaalbesparing en minder afval.
Financieel: Investeringen zijn afhankelijk van het aantal en het soort cilinders dat men aanschaft.

A 25 Hergebruik schoonmaakcompounds bij de verwerking van thermoplasten (FO-industrie, 2002).

De schoonmaakcompounds die vrijkomen na het reinigen van de spuitgietmachine en/of extruder kunnen worden verzameld en hergebruikt.

Toepasbaarheid: De maatregel is slechts toepasbaar indien de schoonmaakcompound niet te vervuild is en wanneer voldaan wordt aan de kwaliteitseisen van de betreffende producten (waarin het materiaal wordt herverwerkt). Indien schuurmiddel of stabilisatoren in de schoonmaakcompounds aanwezig zijn, is het niet mogelijk om deze te gebruiken voor een tweede reiniging. Ook voor producten in contact met levensmiddelen kan deze maatregel niet toegepast worden.
Milieuvoordelen: Indien schoonmaakcompounds gebruikt worden, betekent hergebruik een reductie van afval en grondstoffenverbruik. Het is echter beter geen schoonmaakcompounds gebruiken.
Financieel: Besparende maatregel.

A 26 Toevoegen van (voor)verpakte additieven bij verwerking van zacht PVC (L 4) (FO-industrie, 2002):

De meeste additieven worden in bulk ingekocht en voor het mengen in `kleine´ hoeveelheden afgewogen. Veelal ontstaat daarbij stof, onder andere tijdens intern transport en bij de weegschaal. Door de additieven in kleinere, welafgewogen hoeveelheden en verpakt in PE-zakken aan te kopen, kan het aantal handelingen en momenten waarop stofemissie optreedt, beperkt worden. In sommige gevallen kan het additief met PE-zak en al in de menger worden gegooid, hetgeen de stofemissie flink reduceert.

Toepasbaarheid: Wordt al toegepast bij weekmakers, versnellers en oxidanten in zacht PVC. Met name toepasbaar bij grote series. Belangrijk is dat aandacht wordt besteed aan het interne transport van de kleinere zakken additieven, zodat tijdens transport geen lekkage ontstaat. Voorwaarde voor het toevoegen van de additieven inclusief verpakking is dat de zakken de kwaliteit van het compound niet nadelig beïnvloeden en goed dispergeren.
Milieuvoordelen: Vermindering van het restafval en reductie van de stofemissie.
Financieel: Kostenbesparing op de verwerking van restafval en eventuele end-of-pipe maatregelen om de stofemissie te reduceren (naar de buitenlucht en eventuele persoonlijke beschermingsmiddelen). De inkoopprijs van (voor)verpakte (kleinere verpakkingseenheden) grond- en hulpstoffen is hoger dan van grond- en hulpstoffen in grotere verpakkingseenheden. Bij bepaalde (kritische) toepassingen kunnen extra (hoge) kosten ontstaan door test- en vrijgavekosten.

A 27 Gasinjectie toepassen bij spuitgieten van volumineuze producten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002):

Tijdens dit proces wordt een gas geïnjecteerd nadat de matrijs gedeeltelijk gevuld is met kunststof. Het gas (vaak stikstof) duwt de gesmolten kunststofkern voor zich uit, totdat de matrijs geheel gevuld is. Dit resulteert in een kunststofproduct met een holle kern. Bij het spuitgieten van grote en/of dikwandige producten (en in mindere mate reeds toegepast voor dunwandige producten) wordt deze techniek ingezet.

Zie Technische Fiche 30, p. 374.

Toepasbaarheid: Bij het spuitgieten van grote en/of dikwandige producten.
Milieuvoordelen: Minder afkeurverliezen en energiebesparing.
Financieel: Er is een investering vereist maar anderzijds wordt minder grondstof verbruikt.

A 28 Regelmatig verwijderen van corrosie en afzetting in koelkanalen bij de waterkoeling van thermoplasten (FO-industrie, 2002).

Door regelmatige verwijdering van corrosie en afzetting in de koelkanalen (bv. door bij ombouwen de koelkanalen goed door te blazen, door ultrasoon reinigen of door toevoeging van bij voorkeur biologisch afbreekbare middelen in het water die afzettingen tegengaan) blijft de warmte-overdracht egaal en optimaal. Naast het vermijden van krimpspanningen (en daarmee afkeur) door een regelmatigere koeling, resulteert deze maatregel in energiebesparing.

Toepasbaarheid: Bij toepassen van koelsystemen bij de verwerking van thermoplasten.
Milieuvoordeel: Reductie in energieverbruik, afkeur en koelwaterverbruik.
Financieel: Reductie van energie-, afval- en koelwaterkosten.

A 29 Good housekeeping: temperatuur wisselingen voorkomen bij thermovormen (InfoMil, 2002).

– *Continu doorpersen*: (bij thermovormen)
  Bij thermovormen kunnen onderbrekingen van het productieproces aanleiding geven tot temperatuur-schommelingen in de oven. Deze kunnen op hun beurt productie-uitval veroorzaken. Door continu te blijven persen, blijven de ovens op de juiste temperatuur.

– *Temperatuur en/of staptijd van oven verlagen na pauzes*:
  Door het verlagen van de temperatuur van de oven na de pauze of door het verkorten van de staptijd lopen de eerste delen sneller door de oven, waardoor ze minder snel zullen verbranden. Het veranderen van de temperatuur of de staptijd is erg afhankelijk van andere factoren,

zoals het soort materiaal en de buitentemperatuur. Het vraagt veel ervaring van de perser om op deze manier productie-uitval te voorkomen.

– *Verkorten van de cyclustijd:*
De temperatuur van de oven loopt in de pauze op doordat geen materiaal wordt doorgevoerd dat de warmte opneemt en afvoert. Als de ovenband tijdens de pauze sneller door de oven loopt kan deze meer warmte afvoeren. Hierdoor blijft de temperatuur in de oven tijdens de pauze constant en ontstaat na de pauze geen afkeur door een te hoge oventemperatuur.

Toepasbaarheid: Bij gebruik van een oven bij thermovormen van platen.
Milieuvoordelen: Afvalreductie 0 tot 10%, energiebesparing 0-10%.
Financieel: het continu doorpersen kan invloed hebben op de arbeidskosten, de andere maatregelen zijn kosten neutraal.

A 30 Geschikte warmtetoevoer voor oven kiezen bij thermovormen (InfoMil, 2002):

– *Heteluchtovens met lage luchtsnelheden (FO-industrie, 2002 1634):*
In het geval dat het materiaal in de oven wordt voorverwarmd, is het belangrijk dat de temperatuur in de oven homogeen en niet te hoog is. Bij heteluchtovens met lage luchtsnelheden kan een gedeelte van de verbranding van het materiaal voorkomen worden doordat de temperatuur dan nauwkeuriger te regelen is. Een verbeterde procesvoering is mogelijk.

– *Katalytische gasbranders:*
Dit is een substituut voor een quarts of calrod IR heater (zie ook E 30). Het warmteverlies naar de lucht is verwaarloosbaar klein. Deze techniek werd slechts recent op de markt geïntroduceerd (InfoMil, 2002) en is niet bruikbaar bij inhomogene verwarming.

Toepasbaarheid: heteluchtovens met lage luchtsnelheden: algemeen toepasbaar bij thermovormen, katalytische gasverbrander: marktintroductie.
Milieuvoordelen: reductie van ovenafval (en dus van het grondstofverbruik) tot 10%. Het aantal platen dat gelijktijdig in heteluchtovens wordt verwarmd is vaak groter, waardoor een storing met verlies van de oveninhoud meer ovenafval oplevert. Energiebesparing tot 80% bij katalytische gasbranders.
Financieel: heteluchtovens met lage luchtsnelheden: aanzienlijke investeringen, maar besparing grondstofkosten en kosten voor afvalafvoer. Katalytische gasbrander: investering: € 36 500-75 000.

A 31 Gestanste plaat van thermovormen vermalen en opnieuw verwerken of selectief stockeren en laten ophalen door producent (Presti, 1996):

– *Gestanste plaat vermalen en opnieuw verwerken:*

Het geraamte dat ontstaat door het uitsnijden van de eindproducten uit de plaat vermalen en opnieuw gebruiken.

Toepasbaarheid: bij thermovormen: indien men in hetzelfde bedrijf de platen aanmaakt door extrusie, kan de recyclage makkelijk gebeuren.
Milieuvoordelen: Afvalreductie, minder grondstoffen nodig.
Financieel: er wordt bespaard op de aankoop van grondstoffen

– *Gestanste plaat selectief stockeren en ophaling door producent:*

Indien de verwerker vertrekt van een toegeleverde plaat kan hij het maalgoed niet opnieuw zelf verwerken. De verwerker kan diverse materialen selectief stockeren en laten ophalen. De ver-

werker kan een afspraak maken met de leverancier van de plaat om het productieafval terug te nemen. Om het transportvolume (en dus de transportkosten) te reduceren kan de verwerker een maler plaatsen.

Toepasbaarheid: bij thermovormen: indien de plaat niet zelf geëxtrudeerd wordt
Milieuvoordelen: minder afval
Financieel: Bij de ophaling van dit materiaal zal de kostprijs een belangrijke rol spelen, eventueel moet een maler geplaatst worden.

A 32 Hergebruik van weekmakercondensaat bij verwerking van weekgemaakte thermoplasten (FO-industrie, 2002):

In veel geleerovens vindt ongewenste condensatie plaats van een deel van de weekmaker (vanwege ´koudeplekken´).

a) Deze vloeibare weekmakers kunnen opgevangen en (intern of extern) gedestilleerd worden, waarna de weekmakers opnieuw inzetbaar zijn in het productieproces.
b) Het is ook mogelijk om de vloeibare weekmakers op te vangen en in te spuiten in een branderinstallatie. Op deze manier wordt de energie-inhoud van de weekmakers benut.

Toepasbaarheid: Bij toepassen van weekgemaakte kunststoffen. Toepasbaarheid bij destillatie en hergebruik is afhankelijk van de zuiverheid van het weekmakercondensaat.
Milieuvoordelen:

a) Bij destillatie en hergebruik: een besparing op grondstoffen-verbruik en toename van het energieverbruik door destillatie.
b) Bij inspuiten in branderinstallatie: besparing op energieverbruik.

Financieel: Besparing op de kosten voor het afvoeren van weekmakercondensaat.

a) Bij destillatie en hergebruik: besparing op de kosten voor de inkoop van weekmaker. Vanwege de kosten voor de aanschaf van een destillatiekolom en de manuren voor het destilleren zelf, heeft deze maatregel een lange terugverdientijd.
b) Bij inspuiten in branderinstallatie: besparing op de kosten van het energieverbruik.

d. Verwerken van composieten

A 33 Gebruik van natuurlijke vezels en natuurlijke harsen (InfoMil, 2002)

Afhankelijk van de toepassing van het uiteindelijk product kan vlas een goede vervanger zijn van glas. De treksterkte van glas is 2,5 tot 3 maal groter dan die van vlas. De specifieke sterkte van vlas ligt net iets onder die van glas. De stijfheid van glas en vlas is praktisch gelijk.
Gerepeld strovlas wordt eerst verhit in water bij een temperatuur van 106-180°C, vervolgens gedroogd en daarna weer verhit tot ongeveer 160°C. Na deze behandeling worden de stengel en de vezel gescheiden. De aldus behandelde vlasvezels worden verwerkt tot non-wovens door vernaalding van gestapelde vliezen of gehakseld tot 6-9 mm. Deze non-woven matten kunnen verder verwerkt worden in GMT en de gehakselde vezels in SMC en extrusie (nog in onderzoek).
De vereiste voorbehandelingen van vlas met het oog op het bekomen van levenslange goede versterkingseigenschappen zijn momenteel nog onvoldoende gekend en uitgetest. Het is wel reeds duidelijk dat vlasvezels niet voor alle toepassingen kunnen ingezet worden. Omwille van de vochtabsorptie zijn buitentoepassingen bijvoorbeeld nagenoeg uitgesloten. Bovendien is de vlasvezel niet compatibel met de thans gebruikte harsen en moeten nieuwe harsen ontwikkeld worden, samen met nieuwe composietformulaties en aanpassingen aan de gebruikte technologieën en machines.

Andere natuurlijke vezels die glasvezel kunnen vervangen in de composietverwerking zijn hennep en textielafvalvezel. Hiervan zijn reeds composietproducten op de markt, maar verder ontwikkelingswerk is nodig.

Toepasbaarheid: De composiettechniek met natuurlijke vezels en natuurlijke harsen is in ontwikkeling. Het onderzoek naar het verwerken van vlas in extrusie/SMC/GMT loopt. Er is nog veel ontwikkelingswerk nodig vooraleer deze techniek op industriële schaal toegepast kan worden.
Milieuvoordelen: Vlasvezel versterkte kunststof is lichter dan glasvezelversterkte. Bij het toepassen in de transportsector betekent dit een energiebesparing. Als afvalstroom zijn composieten van natuurlijke harsen en natuurlijke vezels beter te recycleren en te verwerken dan vlasvezelversterkte composieten. Vlas veroorzaakt minder slijtage aan productie-apparatuur, betere arbeidsomstandigheden.
Financieel: Vlasvezels zijn op basis van prijs concurrerend met glasvezel. Aanpassingen in het productieproces zijn nodig.

A 34 Intern hergebruik glasvezel versterkte kunststof(GVK)-slijpsel en/of gemalen GVK-afval (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, InfoMil, 1997 (a), 25-21):

Bij verschillende processen komt afval vrij in de vorm van GVK-slijpsel of reststukken, hetgeen in een aantal gevallen intern kan worden hergebruikt. Het afval kan gebruikt worden voor het verdikken van lijmpasta's of het vullen van gietharsen (polyesterbeton, kernen). Het is niet voor elk product mogelijk om GVK-afval als vulmiddel te gebruiken omwille van kwaliteitseisen. Voor hergebruik kan een maalinrichting nodig zijn om de afvalresten te verkleinen. Als het afval niet direct gebruikt kan worden, is het zinvol om het tijdelijk op te slaan tot een product vervaardigd wordt met veel inserts.
Hergebruik snijafval van glasvezel: Snijafval kan intern hergebruikt worden bijvoorbeeld bij het handlamineren. In de praktijk vindt met name bij de montage intern hergebruik van snijafval plaats.

Toepasbaarheid: In de praktijk vindt met name bij het verlijmen van onderdelen intern hergebruik van slijpafval plaats. Een belangrijke voorwaarde voor intern hergebruik is het behoud van de kwaliteit van het product en/of de mechanische eigenschappen van de lijm. Voor verdikken van lijmpasta's en vullen van gietharsen, er is een mogelijk kwaliteitsverlies van het product en/of mechanische eigenschappen van de lijm. Eventuele belemmerende factoren kunnen van logistieke aard zijn (afstemming omvang van stroom slijpsel en/of reststukken en maalcapaciteit) of te maken hebben met het vinden van een adequate toepassing.
Milieuvoordelen: Afvalreductie en besparen op grondstoffen: tot 10%.
Financieel: Investering € 450-4 500 (InfoMil, 2002) € 2 300-23 000 (FO-industrie, 2002), terugverdientijd 2 tot 5 jaar.

A 35 Toepassen van coldrunners in de matrijzen bij spuitgieten van composieten (FO-industrie, 2002)

Coldrunners in de matrijzen hebben, in tegenstelling tot hotrunners, een koud aanspuitkanaal waardoor composieten (vrijwel) zonder aanspuitverliezen verwerkt kunnen worden. De coldrunners zorgen voor vermindering van materiaalstress en voorkomen ongewenste uitharding van het materiaal in de runners.

Toepasbaarheid: Voor spuitgieten van composieten in massafabricage en bij relatief grote aanspuitingen. Door het koude aanspuitkanaal vergen de coldrunners vaak wel meer onderhoud en raken sneller verstopt.

Milieuvoordelen: De materiaalbesparing is ongeveer 5-10%, afhankelijk van de mate van intern hergebruik. Energiebesparing door verbetering van het energieverbruik, afhankelijk van de specifieke situatie.
Financieel: De investeringskosten variëren van € 5 000 tot 50 000. De terugverdientijd is afhankelijk van de productserie grootte, looptijd, gewichtsverhouding aanspuiting-shot, enz. Meestal rendabel vanaf een gewichtsverhouding aanspuiting-shot groter dan 10%.

A 36 Hergebruik emmers, kwasten en rollers bij harsverwerking (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002).

Voor de verwerking worden gereedschappen als kwasten, rollers en emmers gebruikt. Soms worden deze eenmalig gebruikt. Reiniging verlengt de levensduur. Door de emmers te voorzien van een insert (plastic zak) hoeft niet de hele emmer weggegooid te worden. Flexibele emmers kunnen ook meerdere malen gebruikt worden, doordat de inhoud na uitharding gemakkelijk te verwijderen is. Kwasten en rollers waarin polyester is uitgehard, zijn niet meer bruikbaar. Dit is te voorkomen door deze gereedschappen tijdig te reinigen en./of te bewaren in afgesloten bakken. Het reinigen kost uiteraard wel enige tijd.

Toepasbaarheid: bij verwerking van harsen.
Milieuvoordelen: vermindering van gereedschapverbruik: reductie van 60 tot 80%. Per saldo zal wel meer reinigingsproduct verbruikt worden voor het reinigen van de kwasten en rollers. Reinigingsmiddelen op waterige basis verdienen vanuit milieuoogpunt de voorkeur. Indien aceton en/of dichloormethaan gebruikt wordt als reinigingsmiddel zal de totale emissie hiervan toenemen.
Financieel: Kostenbesparend tot 80% van de gereedschappen.

e. Productie van schuimen

A 37 Reductie van overmaat polyol bij de productie van zacht PUR-schuim (FO-industrie, 2002)

Bij het opstarten van het systeem moet een overmaat polyol dan wel een ondermaat aan isocyanaat aanwezig zijn om de sterk exotherme reactie in de hand te houden. Dit reactiemengsel van de opstartprocedure wordt apart opgevangen om te voorkomen dat de traag uitreagerende massa op de productiebaan terechtkomt. Deze ongecontroleerde overmaat polyol kan geminimaliseerd worden, waardoor de hoeveelheid schuimafval van het opstarten wordt gereduceerd. Dit kan gebeuren door het plaatsen van een timer op de driewegvalve: eerst gaat de valve van de polyol open en vervolgens die van TDI (MDI).

Toepasbaarheid: Deze maatregel wordt reeds breed toegepast. In geval van polyesterpolyol kan sprake zijn van een verhoogd brandrisico; bovendien kan vervuiling optreden van het roerwerk.
Milieuvoordelen: Afvalreductie en minder chemicaliëngebruik.
Financieel: Besparing van afvalverwerkingskosten en aanschafkosten van chemicaliën.

A 38 Hergebruik van EPS-schuimresten (Presti, 1996, FO-industrie, 2002)

Tijdens het op maat snijden van de geschuimde producten, kan een aanzuigsysteem de vrijkomende resten aanzuigen en naar een vermaler sturen. Vanuit de vermaler wordt het maalgoed opnieuw naar de opslageenheid na de voorexpansie gebracht. EPS-schuimuitval kan in veel gevallen bijgemengd worden bij de virgin-grondstof. In sommige gevallen wordt het materiaal gemalen en/of ontstoft. Bij het gebruik van schuimresten zijn de cyclustijden en de stoomtijd naar verwachting langer, hetgeen meer energie kost.

Toepasbaarheid: Algemeen bij het op maat snijden van schuimen. Belangrijke voorwaarde is dat de resten schoon zijn. De mogelijke mate van inmenging in de grondstof is afhankelijk van de te bereiken kwaliteit van het eindproduct. Voor sommige producten is inmenging tot 50% (technisch) mogelijk.
Milieuvoordelen: Minder afval en besparing op grondstoffen. Bij interne recycling (toevoegen aan virgin EPS-grondstof) wordt voor het zelfde product minder pentaanhoudend EPS gebruikt waardoor de pentaan-emissies worden verminderd.
Financieel: De investeringskosten kunnen hoog zijn. Vooral als extra proceshandelingen noodzakelijk zijn, gaat de toepassing van "low pentane" EPS gepaard met extra investeringen en operationele kosten. De economische haalbaarheid is afhankelijk van de hoeveelheid productieafval die men kan recupereren.

A 39 Kleine eenheden smelten/sealen tot grotere eenheden bij schuimproductie (FO-industrie, 2002)

Wanneer geproduceerde blokken tot grotere eenheden gelijmd worden, ontstaat minder snijafval.

Toepasbaarheid: Afhankelijke van type product/productassortiment van de schuimen.
Milieuvoordelen: Afvalreductie en een reductie van het grondstofgebruik. Emissie van VOS (Vluchtige Organische Stoffen) kan vermeden worden door het gebruik van lijmen op waterbasis, hetgeen voor (E)PS zelfs noodzakelijk is in verband met degradatie onder invloed van oplosmiddelen.
Financieel: Besparingen in de aanschafkosten van grondstoffen en afvalverwerkingskosten zijn mogelijk.

A 40 Intern hergebruik van zacht-schuimresten (FO-industrie, 2002):

Door zacht-schuimresten (onder meer trimfoam) in een maalinstallatie te vermalen tot fijn poeder, kan dit intern hergebruikt worden door inmenging in de grondstof. De inmenging in de grondstof is beperkt tot circa 7%. Een andere toepassing is het versnijden en weer lijmen. Op deze manier ontstaat een ander type schuim (trim foam) met specifieke toepassingen (bv. judomatten).

Toepasbaarheid: Voor hoogwaardige herverwerking is een gedegen voorscheiding noodzakelijk. Mogelijkheid van inmenging van zacht-schuimpoeder is beperkt tot circa 7%.
Milieuvoordelen: Vermindering van de hoeveelheid schuimafval in combinatie met een gereduceerd verbruik aan grondstof. Nadeel is echter wel dat de maalinstallatie veel energie verbruikt.
Financieel: Besparing op afvalverwerkings- en grondstofkosten. De operationele kosten zijn relatief hoog, met name door de hoge energiekosten van de maalinstallatie en de bediening (manuren).

A 41 Compacteren van productieafval en extern hergebruik van schuimresten (Presti, 1996, FO-industrie, 2002):

Wanneer het productieafval niet meer geschikt is om opnieuw in het proces gebracht te worden wegens een te grote contaminatiegraad, composieten, en dergelijke, kan men een pers installeren die het volume van het afval aanzienlijk kan reduceren. Hierdoor is minder opslagcapaciteit nodig, daalt het stortvolume of wordt het interessanter voor een ophaler. Bovendien zijn minder transportbewegingen vereist. Diverse schuimresten kunnen namelijk extern hergebruikt worden. Schuimresten (onder meer trimfoam) van zacht-PUR kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt

als grondstof voor de productie van kussens (niet verlijmde vlokken), carpetunderlay, judomatten, enzovoort (verlijmde vlokken).

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar wanneer sprake is van schoon schuimproduct.
Milieuvoordelen: Reductie van afval en van grondstoffen. Indien de resten tot balen worden geperst neemt het energieverbruik toe.
Financieel: Reductie in afvalverwerkingskosten en opbrengst door verkoop schuimresten. De kosten van het persen zijn vrij hoog, met name door de energiekosten en bediening (manuren).

A 42 Verzamelen van secundair materiaal (EPS-schuimresten) en aanbieden voor recyclage (FO-industrie, 2002):

Secundair EPS wordt selectief ingezameld in het bedrijf en aangeboden voor recyclage, bv. als hulpgrondstof voor de fabricage van isolerende bakstenen en lichtbeton en als grondverbeteraar (substraten, composteerhulpmiddel en drainage).
Niet verontreinigd secundair materiaal kan ook bij de virgin-grondstof gemengd worden (eventueel na behandeling) of teruggebracht worden naar de grondstof polystyreen (PS). Van dit granulaat kunnen vele nieuwe artikelen worden gemaakt.
Voor gebruikte EPS verpakkingsmaterialen, afkomstig van de eindverbruikers, bestaan diverse inzamelsystemen (zie Styfabel: http://www.styfabel.be).

Toepasbaarheid: Vervuild EPS kan over het algemeen gemakkelijker extern dan intern gerecycleerd worden. Vooral voor inmenging in de virgin-grondstof is het belangrijk dat het materiaal schoon is.
Milieuvoordelen: Door hergebruik van secundair EPS kunnen grondstoffen worden bespaard. Het transport van EPS (veel volume) kost veel energie. Hierdoor is het milieu-effect regionaal gebonden, dat wil zeggen afhankelijk van het feit of recycle-materiaal direct retour genomen kan worden na een nieuwe levering, of dat apart gereden wordt en over welke afstand.
Financieel: Door inzet van secundair materiaal kan op de kosten voor virgin-materiaal worden bespaard. Daartegenover staan de inzamelkosten en de verwerkingskosten (opwerking). De kosten voor intern hergebruik (opslag, sortering en eventueel nabehandeling) bedragen tussen circa € 0,10 en 0,25 per kg. Val-I-Pac stelt € 2/ton ter beschikking voor de recyclage van kunststof verpakkingsafval.

A 43 Regenereren en extern recycleren van oplos- en spoelmiddelen bij schuimproductie (FO-industrie, 2002): zie ook A 53.

Door middel van destillatie kan een gedeelte van het polyol of oplosmiddel teruggewonnen worden en opnieuw worden gebruikt. Bij het zelf uitvoeren van een destillatie van gebruikte middelen, bestaat de kans dat het bedrijf ook een vergunning voor de afvalverwerkingsactiviteiten nodig heeft. Indien de afvalstof uit de eigen productie komt en op dezelfde locatie gedestilleerd en opnieuw gebruikt wordt, zijn de sectorale voorwaarden van rubriek 2 van Vlarem (zie ook 2.4.2.a), nl. verwerking van afvalstoffen, niet van toepassing op het bedrijf.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij schuimen mits de kwaliteit van het regeneraat voldoende is. Het spoelmiddel heeft een korte houdbaarheid en hardt snel uit.
Milieuvoordelen: Reductie grondstoffenverbruik
Financieel: Kosten voor externe recycling. Besparingen mogelijk in de aanschafkosten van polyol of oplosmiddel.

f. Bewerkingen

A 44 In-line afsnijden, vermalen en intern verwerken van afgesneden randen bij bewerking van thermoplasten (Prest, 1996, zie ook A 13).

Het overtollige materiaal aan de zijkanten van de plaat/film wordt weggesneden om de gewenste breedte te bekomen. Deze randen kunnen gerecupereerd worden en opnieuw ingezet in het proces. Hierdoor wordt grondstof bespaard en productie-uitval voorkomen. Door in-line vermalen daalt de kans op contaminatie en heeft het maalgoed een goede kwaliteit, waardoor meer grondstof uitgespaard kan worden. Nadeel is dat bij onderhoud van de vermaler de hele productielijn stilgelegd moet worden. (Zie ook A 13, Technische Fiche 26

Toepasbaarheid: bij bewerking van thermoplasten.
Milieuvoordelen: Minder productieafval, minder grondstofverbruik
Financieel: De investeringskosten voor een kleine vermaler (2,2 kW) bedraagt € 3 750 en voor een grotere vermaler (4,4 kW) € 7 500. De investeringskosten voor een kleine vermaler (2,2 kW) bedraagt € 7 500 en voor een grotere vermaler (4,4 kW) € 12 500.

A 45 Gloeidraad, waterstraal of laserstraal gebruiken in plaats van zagen bij bewerken van kunststoffen (Presti, 1996, FO-industrie, 2002, InfoMil, 2002, zie ook A24).

Bij het op de juiste lengte brengen van profielen, buizen en platen kan bij het verzagen van zachte materialen (bv. LDPE of zacht PVC) zaagsel vermeden worden door het gebruik van een gloeidraad of een water- of laserstraal. Hierbij ontstaat afval in de vorm van complementaire vormen en `zaagsel´. Door de (zaag-)snede zo klein mogelijk te houden, kan de plaat beter benut worden.

Waterstraalsnij-apparatuur:
Met een druk van 3.500 bar wordt water door een zeer kleine diamanten opening geperst. Het water verlaat de spuitmond met een snelheid van ongeveer 2 keer de geluidssnelheid. Daardoor ontstaat er als het ware een versneld erosieproces vanwege de hoge `impact´ van het water op het materiaal. Voor zachte materialen als schuim en isolatiemateriaal wordt puur water gebruikt. Voor dikkere zachte materialen (>30 mm) wordt polymeer aan het water toegevoegd. Na het snijden met water kan een extra droogstap noodzakelijk zijn.

Toepasbaarheid: Bij bewerking van kunststoffen. Het waterstraalsysteem is voor 99% van alle schuimmaterialen geschikt, maar is niet geschikt voor kunststoffen en/of hulpstoffen (bijvoorbeeld lijmen) die vochtgevoelig zijn en/of in meubelen toegepast moeten worden.
Milieuvoordelen: Geen thermische belasting, geen stof of dampen. Weinig materiaalverlies vanwege de relatief kleine snijrand. Besparing plaatmateriaal tot 5% mogelijk. Mogelijk toename van het energieverbruik door een droogstap en ontstaan van afvalwater.
Financieel: De investeringskosten bedragen € 5 000-20 000 en de terugverdientijd wordt geschat tussen 6 en 24 maanden. Investeringskosten voor een waterstraalsnijapparaat bedragen circa € 150 000,- tot € 350 000,- en de bedrijfskosten zijn ongeveer € 17,50/uur voor één snijkop.

A 46 Zaagsel van bewerkingen van kunststoffen opvangen en opnieuw intern verwerken (Presti, 1996).

Het zaagsel dat ontstaat door het op de juiste lengte brengen van profielen, buizen en platen wordt opgevangen en opnieuw als grondstof in het productieproces ingezet.

Toepasbaarheid: bij bewerking van kunststoffen.

Milieuvoordelen: Hierdoor wordt grondstof bespaard en productie-uitval vermeden.
Financieel: De investeringskosten kunnen oplopen van € 12 500 tot 37 500. De terugverdientijd is ongeveer 2 jaar.

g. Nabehandeling

A 47 Het gebruik van gesloten containers met inkt of lijm met een aftapinstallatie:

Om te voorkomen dat verpakkingsafval ontstaat, kunnen de producten in gesloten container geleverd worden en via een aftapinstallatie worden geledigd. De leverancier neemt dan de geleverde containers opnieuw mee.

Toepasbaarheid: toepasbaar bij permanent gebruik (minstens dagelijks) van inkt en lijm in grote hoeveelheden.
Voor drukkerijen is deze maatregel enkel zinvol indien gewerkt wordt met een mengkeuken waarin basiskleuren worden vermengd tot drukklare inkt of indien een heel beperkt gamma standaardkleuren in heel grote hoeveelheden worden gebruikt. Bovendien moeten bij drukkerijen de inkten opgeroerd worden vooraleer deze verdeeld worden in de pers en vaak moeten de inkten qua kleur op de pers worden bijgesteld. Dit vormen bijkomende beperkingen voor het toepassen van deze maatregel bij drukkerijen.
Milieuvoordelen: Voorkomen van verpakkingsafval.

A 48 Opwerken en hergebruiken van inktresten van waterige inkt en lijm (Derden. A., 1998):

Om te voorkomen dat inktafval ontstaat, kan de inkt zoveel mogelijk opgewerkt worden. Bij diepdruk en flexografie is het niet mogelijk om alle inkt op te gebruiken. Er is een minimum hoeveelheid nodig om de inktbakken gevuld te houden. Bij het einde van een order blijft dus altijd een aanzienlijke hoeveelheid inkt over.

Zie Technische Fiche 31, p. 376.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij bedrukken en lijmen. Bij de productie en het bedrukken van verpakkingen van voedingswaren moet binnenkort de traceerbaarheid strenger gecontroleerd worden. Hierdoor komt deze maatregel voor deze toepassingen onder druk te staan. Wegens de specifieke kenmerken van zeefdrukkerijen is de maatregel hier moeilijk toepasbaar.
Milieuvoordelen: Besparing van grondstoffen en reductie van (gevaarlijk) afval.
Financieel: Rechtstreeks hergebruik vereist geen investering en levert een besparing op. De resten samenvoegen en inzetten voor de aanmaak van nieuwe kleuren en lijmen vereist bijkomende apparatuur en deze is enkel voor grotere omzetten economisch haalbaar.

A 49 Gebruik een corona- of plasmatechniek in plaats van een vlambehandeling in de nabehandeling.

Bij een vlambehandeling kan het proces minder goed gestuurd worden, hetgeen tot meer afkeur van producten leidt. Door het gebruik van corona- en plasmatechnieken wordt dit vermeden.

Toepasbaarheid: Het vervangen van een vlambehandeling door een corona- of plasmatechniek is algemeen technisch mogelijk. Deze technieken worden al frequent toegepast in de sector.
Milieuvoordelen: Minder afval door slechte controle van het proces. Geen brandrisico's meer.
Financieel: de corona- en plasmatechnieken vereisten een grotere investering, maar de technieken bieden meer flexibiliteit.

A 50 Destillatie van solventhoudend afval van bedrukken en lijmen (zie ook A 52):

Solventhoudend afval zoals inkt of lijm kan gedestilleerd worden om het solvent terug te winnen en de hoeveelheid gevaarlijk afval te reduceren. Deze techniek kan enkel ingezet worden bij grotere solventbehoeften en bij het gebruik van maximaal 1 of 2 solventsoorten. Bij het destilleren van een mengsel van meerdere solventen bekomt men een destillaat waarvan de eigenschappen en samenstelling niet gekend zijn. Deze zijn hierdoor voor hoogwaardige toepassingen niet meer bruikbaar. Bij het uitvoeren van een destillatie van gebruikte solventen, bestaat de kans dat het bedrijf ook een vergunning voor de afvalverwerkingsactiviteiten klasse 1 nodig heeft. Indien de afvalstof uit de eigen productie komt en op dezelfde locatie gedestilleerd en opnieuw gebruikt wordt, zijn de sectorale voorwaarden van rubriek 2 van Vlarem (zie ook 2.4.2.a), nl. verwerking van afvalstoffen, niet van toepassing op het bedrijf.

Toepasbaarheid: bij bedrukken en lijmen met solventen. Toepasbaar in nieuwe en bestaande installaties
Milieuvoordelen: Minder gevaarlijk afval en hergebruik van solvent, maar de filtratie vergt energie.
Financieel: minder kosten voor afvoer van gevaarlijk afval. Investeringskosten hangen af van de grootte van de destillatie-installatie, de tankcapaciteit, de automatisatie en dergelijke. Deze kosten starten vanaf € 150 000. Voor kleine bedrijven (zeefdrukkerijen) is dit geen haalbare technologie.

h. Algemene reinigingstechnieken

A 51 Wegwerp poetsdoeken die vervuild zijn met VOS, behandelen als gevaarlijk afval of herbruikbare doeken gebruiken (Derden A., 1998):

Alle wegwerp poetsdoeken in de bedrijven of drukkerijen die vervuild zijn met VOS, worden behandeld als gevaarlijk afval, tenzij door het bedrijf zelf wordt aangetoond dat dit niet nodig is. Deze poetsdoeken bestaan meestal uit synthetische vezels. Per gewichtseenheid, kunnen ze verschillende keren meer oplosmiddel_bevatten dan herbruikbare doeken. Na gebruik worden ze meestal verbrand samen met de onzuiverheden die ze bevatten. De verbranding van het slib afkomstig van het wassen van herbruikbare doeken heeft weinig voordelen ten opzichte van de verbranding van wegwerpdoeken. De wegwerpdoeken hebben veel betere absorptie-eigenschappen dan de herbruikbare, waardoor minder gewicht en volume nodig is. Daardoor is de hoeveelheid die getransporteerd moet worden veel kleiner. Het voordeel van de herbruikbare doeken is dat minder afval ontstaat.

Toepasbaarheid: bij het bedrukken van kunststoffen.
Milieu-afweging: Het gebruik van wegwerpdoeken voorkomt ongecontroleerd storten of verbranden van gevaarlijke afvalstoffen. Herbruikbare poetsdoeken veroorzaken minder afval. Er wordt geen voorkeur uitgesproken in de BREF voor oppervlaktebehandeling met solventen (European Commission, 2005). Voor de verbranding is energie nodig en de productie van wegwerp artikelen verbruikt grondstoffen.
Financieel: kosten voor het afvoeren van poetsdoeken als gevaarlijk afval of een investering voor het wassen van poetsdoeken.

A 52 Verwijderen van solvent uit poetsdoeken voor deze getransporteerd worden (zie ook A 50, European Commission, 2005):

Meestal wordt het solvent uit de poetsdoeken verwijderd door gravitaire afvloeiing, een wringmachine of een centrifugale extractie. De herwonnen solventen kunnen, indien ze nog de ver-

eiste eigenschappen bezitten, opnieuw gebruikt worden. Indien de herwonnen solventen te vervuild zijn, kunnen ze ook gedistilleerd worden. Indien verschillende solventen gebruikt worden, wordt het herwinnen van een bruikbaar solvent bemoeilijkt.

Toepasbaarheid: kan eventueel bij het bedrukken (wordt vaak gebruikt in drukindustrie in US) zowel voor herbruikbare als wegwerp poetsdoeken, indien het gaat om zeer grote hoeveelheden poetsdoeken en indien ze heel erg doordrongen zijn.
Milieuvoordelen: solventen kunnen hergebruikt worden (om te poetsen), minder afval moet getransporteerd worden, maar er ontstaan wel emissies van de behandeling van deze poetsdoeken.
Financieel: minder afvalkosten, minder solvent aankopen.

A 53 Terugwinnen van solvent van schoonmaakmiddelen en oplosmiddelen door destillatie (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, zie ook A 43):

Oplosmiddelen (bv. methyleenchloride en aceton bij composietverwerking) raken verontreinigd tijdens het gebruik. In verontreinigde vorm zijn ze niet meer te gebruiken en moeten als gevaarlijk afval afgevoerd worden.
De vervuilde schoonmaaksolventen en oplosmiddelen kunnen na hun gebruik als reinigingsmiddel, gedistilleerd worden en hergebruikt. Door het lage kookpunt van reinigingsmiddelen zijn deze te scheiden uit een afvalstroom met oplosmiddelen. Hiervoor bestaan speciale destillatie-eenheden. De vervuilde oplossing wordt in een destillatieketel verwarmd. Het oplosmiddel verdampt en wordt vervolgens langs een koeler geleid waarbij het weer condenseert. Het residu dat achterblijft in de ketel moet als gevaarlijk afval worden afgevoerd.
Deze techniek kan enkel ingezet worden bij grotere solventbehoeften en bij het gebruik van maximaal 1 of 2 solventsoorten. Bij het destilleren van een mengsel van meerdere solventen bekomt men een destillaat waarvan de eigenschappen en samenstelling niet gekend zijn. Deze zijn hierdoor voor hoogwaardige toepassingen niet meer bruikbaar. Bij het uitvoeren van een destillatie van gebruikte solventen, bestaat de kans dat het bedrijf ook een vergunning voor de afvalverwerkingsactiviteiten nodig heeft. Indien de afvalstof uit de eigen productie komt en op dezelfde locatie gedestilleerd en opnieuw gebruikt wordt, zijn de sectorale voorwaarden van rubriek 2 van Vlarem (zie ook 2.4.2.a), nl. verwerking van afvalstoffen, niet van toepassing op het bedrijf.

Toepasbaarheid: geschikt voor middelen met kookpunt tussen 40 en 200°C. Speciale aandacht moet besteed worden aan de plaatsing van de destillatiekolom en aan de opslag van (vervuilde) oplosmiddelen. Dit met het oog op explosiegevaar (de combinatie van bijvoorbeeld aceton en peroxide in de harsverwerkende industrie, resulteert in een uitermate explosief mengsel). Ook door statische oplading kan brand- en explosiegevaar ontstaan (onder meer opslag aceton). In de auto-industrie wordt bv. reeds 80-90% van de reinigings- en purgeersolventen herwonnen ofwel on site en anders off-site.
Milieuvoordelen: Reductie van afvoer van vervuild oplosmiddel (gevaarlijk afval) tot 60-90%, lager grondstofgebruik door lager verbruik van oplosmiddelen, maar een verhoogd energieverbruik, destillatieresidu is gevaarlijk afval, gevaarlijke arbeidsomstandigheden.
Financieel: Investeringskosten afhankelijk van capaciteit van de destillatiekolom. De bouwkosten kunnen hoog oplopen omdat aan de veiligheidseisen moet voldaan worden. Een destillatieketel van 12 liter kost ongeveer € 3 400, 25 liter € 5 700 en 100 liter € 18 000. De financiële haalbaarheid van deze maatregel wordt bepaald door onder meer de hoeveelheid en de inkoopprijs van het schoonmaakmiddel, de afvoerkosten van het gevaarlijk afval (oplosmiddel, maar ook het residu van de destillatie) en de energiekosten.

A 54 Terugbezorgen van reinigingssolventen aan de leverancier:

Sommige leveranciers geven bijkomende dienstverlening in de vorm van de terugname van de gebruikte solventen en de verwerking ervan, bv. door filtratie of destillatie. De gezuiverde solventen kunnen worden hergebruikt door de afnemer of door een andere gebruiker.

Toepasbaarheid: bij gebruik van reinigingssolventen.
Milieuvoordelen: Minder gevaarlijk afval en solvent hergebruik, maar destillatie kost energie.
Financieel: minder kosten voor afvoer van gevaarlijk afval.

4.5. Bodem

B 1 Regelmatig nazicht van de rioleringen bij gebruik van chemicaliën

Een lek bedrijfsriool is een bron van bodemverontreiniging. Riolen kunnen lek raken door mechanische beschadiging, bijvoorbeeld door verzakkingen van een gebouw, van het wegdek of door boomgroei. Daarnaast is het mogelijk dat riolen chemisch aangetast worden. Oplosmiddelen kunnen namelijk PVC aantasten en sulfaten en zuren kunnen gres, beton en staal beschadigen.

Inwendig camera-onderzoek van rioleringen, waarbij er indicaties zijn van mogelijke chemische aantasting of mechanische beschadiging.

Zie ook Technische Fiche 33, p. 380.

Toepasbaarheid: toegepast bij gebruik van chemicaliën (vb. bij bedrukken).
Milieuvoordelen: voorkomt dat vervuild afvalwater in de bodem terecht komt.
Financieel: De kosten voor het treffen van bodembeschermende maatregelen zijn over het algemeen beperkt in vergelijking met de vaak zeer hoge kosten voor sanering van bodemverontreiniging die op zou treden als geen bodembeschermende maatregelen worden genomen.

4.6. Energie

Tabel 36: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in verband met energiegebruik

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
E1	Energiebesparingsonderzoek	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E2	Overschakelen op spaarlampen of selectief verlichten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E3	Frequentieregeling op elektromotoren	x	x	x	x	x	x			x	
E4	Elektromotoren met hoog rendement	x	x	x	x	x	x			x	
E5	Optimaal gebruik van maalmolen (TF 32)	x									
E6	Optimaal gebruik van grondstofdroger	x									
E7	PID-regeling op cilinder en kalibreersysteem bij extrusie en spuitgieten		x			x					
E8	Gepulseerd koelen van matrijs (TF 31)		x			x					
E9	Optimaliseer ligging van koelkanalen bij spuitgieten		x			x					
E10	Isolatie van cilinder		x			x					
E11	Isolatie tussen opspanplaat en matrijs		x			x					
E12	Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine (TF 35) en elektrisch/ elektromotorisch aangedreven schroef (TF 36)		x			x					
E13	Energiezuinige spuitgietmachine of extruder		x			x					
E14	Oude extrusie- en spuitgietmachines vervangen door nieuwe		x			x					
E15	Gebruik van stralingswarmte van koelwater voor ruimteverwarming		x			x					
E16	Hergebruik van restwarmte voor drogen en verwarmen van materiaal		x			x					
E17	Machines uitschakelen in plaats van stand-by zetten bij extrusie en spuitgieten	x	x	x	x	x	x				
E18	Een multipompsysteem of een volumepomp met variabel debiet bij spuitgieten		x			x					
E19	Energiemonitor voor optimale instelling van spuitgietproces		x			x					
E20	Juiste dimensionering van elektromotoren bij extrusie en blazen		x			x					
E21	Toepassing zuinige blaasmondjes bij luchtkoeling		x			x					

Tabel 36: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in verband met energiegebruik (vervolg)

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
E22	Meervoudige spuitkoppen bij extrusie		x			x					
E23	Meervoudige matrijzen bij spuitgieten		x			x					
E24	Hydrauliek-koeling van spuitgietmachines		x			x					
E25	Twee koelcircuits op verschillende temperaturen		x			x					
E26	Katalytische gasbranders bij thermovormen		x			x					
E27	Stralingswarmte van koelwater gebruiken voor het drogen van schuimen				x						
E28	Energie-efficiënt systeem voor drogen na lijmen of bedrukken								x	x	x

a. Algemeen

E 1 Uitvoering van energiebesparingsonderzoek door een gespecialiseerd bureau en de prioritaire maatregelen toepassen (Presti, 1996, FO-Industrie, 2002).

De verwerker krijgt bij een algemene doorlichting van het elektriciteitsverbruik een beter zicht op de plaatsen waar een te groot energieverbruik is en er worden maatregelen aangegeven om dit verbruik te reduceren. Vooral bij de productie van film en folies kan deze maatregel gunstige effecten hebben.
Dit energiebesparingsonderzoek kan ook in beperkte vorm uitgevoerd worden.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar.
Milieuvoordelen: Verlaging van het energieverbruik.
Financieel: Afhankelijk van de toegepaste maatregelen.

E 2 Verlichting: overschakelen op spaarlampen en selectief verlichten (Presti, 1996).

Klassieke lampen vervangen door TL-buizen, compacte fluo lampen of andere energiezuinige alternatieven, zoals metaaldamplampen, kunnen een substantiële verminderen van het energieverbruik teweeg brengen. Verder de verlichting slechts selectief gebruiken, bv. enkel de verlichting aanzetten boven de productielijnen die in werking zijn.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar.
Milieuvoordelen: Minder energieverbruik.
Financieel: De kostprijs bedraagt ongeveer € 3 voor een TL-lamp en € 9 voor een copact fluo. De terugverdientijd bedraagt 6 à 24 maanden.

E 3 Frequentieregeling op elektromotoren (FO-industrie, 2002).

Als een apparaat wisselende vermogens moet leveren of regelmatig op een vermogen onder zijn maximum draait is bij vervanging van de motor frequentieregeling vaak rendabel. Frequentieregeling wordt toegepast op een specifiek type draaistroommotor (de draaistroomkortsluitankermotor). Het kan daarom niet in alle gevallen op een bestaande motor worden toegepast. Bij vervanging van de motor kan een ander type motor worden gekozen, zodat frequentieregeling mogelijk is.

Toepasbaarheid: De meest rendabele toepassingen van frequentieregeling komen voor bij projecten waar een aantal apparaten naast elkaar gebruikt wordt. Door één apparaat met frequentieregeling uit te rusten kan het volledige vermogensbereik op toeren worden geregeld. De maatregel is relevant bij vervanging en vooral toepasbaar bij wisselende gevraagde vermogens en combinaties van meerdere apparaten.
Milieuvoordelen: Energiebesparing.
Financieel: De meerkosten bij vervanging van de motor zijn gelijk aan de meerinvestering voor de frequentieregelaar. De kosten van een frequentieregelaar zijn afhankelijk van de complexiteit van de regeling en het regelbereik. De prijs is de afgelopen jaren afgenomen.
Bij een bereik onder 10 kW kost een frequentieregeling circa € 2 250,- 5 500,-. Bij vermogens rond 50 kW kost de frequentieregeling ongeveer € 18 000-22 500,-. Bij een vermogen boven 100 kW kan de prijs tot boven € 45 000,- oplopen. De terugverdientijd is ongeveer 2 tot 5 jaar.

E 4 Elektromotoren met hoger motorrendement (FO-industrie, 2002):

Bij aanschaf van een nieuwe elektromotor is het verstandig ook op het rendement van verschillende types te letten. Het rendement van elektromotoren loopt niet ver uiteen, het verschil ligt in de orde van procenten. Bij een motor die veel uren maakt kan de meerinvestering voor een motor met hoger rendement de moeite waard zijn.

Toepasbaarheid: Deze maatregel is vooral toepasbaar bij veel draaiuren. De kunststofverwerker is echter gebonden aan het aanbod van de leveranciers van spuitgietmachines en extrusielijnen.
Milieuvoordelen: Energiebesparing.
Financieel: De terugverdientijd is erg situatieafhankelijk.

b. Voorbewerking

E 5 Optimaal gebruik van maalmolen: (InfoMil, 2002, Presti, 1996)

Verschillende maatregelen kunnen genomen worden bij het vermalen van overschotten:
– optimale bezetting van maalmolens;
– vermijden van stand by;
– toerental op schroef;
– regelmatig onderhoud.

Zie Technische Fiche 32, p. 378.

Toepasbaarheid: De meeste maatregelen zijn eenvoudig te implementeren.
Milieuvoordelen: Lager energieverbruik.
Financieel: Door het energieverbruik te reduceren, kunnen de kosten gedrukt worden.

E 6 Optimaal gebruik van grondstofdroger (FO-Industrie, 2002, InfoMil, 2002, InfoMil, 1997 (c))

Verschillende maatregelen kunnen genomen worden bij het drogen van grondstoffen:

– *grondstofdroger optimaal dimensioneren*
Aanpassen van de capaciteit van de droger aan de grondstofdoorzet. Door gebruik te maken van kleinere grondstofdrogers in plaats van te grote grondstofdrogers, wordt voorkomen dat (veel) granulaat na een stop weer opnieuw moet worden gedroogd.

– *sensoren plaatsen*
In de grondstofdroger kunnen sensoren geplaatst worden, die de luchtvochtigheid en de temperatuur van de drooglucht meten en ook het vochtgehalte van het materiaal. Hierdoor wordt overmatig drogen en overmatig energieverbruik voorkomen.

Toepasbaarheid: Deze technieken zijn reeds bewezen en zijn algemeen toepasbaar.
Milieuvoordelen: Er kan een energiebesparing van 0 tot 5% gerealiseerd worden.
Financieel: De aanschafkosten van nieuwe drogers begint, inclusief sensoren, vanaf € 2 000. De aanschafkost voor een sensor bedraagt ongeveer € 200 per stuk. De terugverdientijd van deze sensoren is 1 tot 3 jaar.

c. Verwerking van thermoplasten

E 7 Een PID regeling op cilinder en kalibreersysteem plaatsen bij spuitgieten en extrusie (W1) (Presti, 1996).

Deze PID regeling zorgt ervoor dat het temperatuursprofiel of de energie input over de cilinder en de kalibers zo constant mogelijk gehouden worden. Dit is nodig om de kwaliteit van het product te garanderen en laat een optimaal energieverbruik toe. De meeste regelingen zijn reeds geïncorporeerd in de (nieuwe) verwerkingsmachines of zijn beschikbaar bij de leverancier.

Toepasbaarheid: algemeen bij spuitgieten en extrusie
Milieuvoordelen: optimaal energieverbruik
Financieel: De investering wordt vrij snel teruggewonnen omdat het dan mogelijk is om producten te maken met een constante kwaliteit en met minder vermogensinput.

E 8 Gepulseerd koelen van de matrijs bij spuitgieten (Presti, 1996, InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, InfoMil, 1997 (c)).

Met behulp van een cyclusafhankelijke impulstechniek wordt het koelen en temperen van de matrijs optimaal geregeld

Zie Technische Fiche 34, p. 382.

Toepasbaarheid: De maatregel is haalbaar bij verwerking van zeer grote jaarlijkse hoeveelheden op éénzelfde spuitgietmachine.
Milieuvoordelen: Minder productieafval en materiaal- en energiebesparing.
Financieel: De investeringskosten bedragen € 2 500 tot 25 000 en de terugverdientijd loopt van 1 tot 5 jaar.

E 9 Optimaliseer de ligging van de koelkanalen bij spuitgieten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002, Presti, 1996, zie ook A 19).

Een goed aangelegde homogene koeling/verwarming zorgt voor een betere productkwaliteit, een efficiëntere koeling en verkort de cyclustijd. Best wordt de ligging van de koelkanalen geoptimaliseerd tijdens de matrijsontwikkeling. (Zie ook A30 ontwerp van de koelkanalen en computersimulatie bij het ontwerpen van matrijzen). Ook de volgende parameters dienen geoptimaliseerd te worden:
– debiet aan koelwater
– koelwatertemperatuur
– diameters van de aan- en afvoerleidingen van het koelwater in functie van het te koelen onderdeel.

Toepasbaarheid: Bij spuitgieten en vooral bij dure matrijzen.
Milieuvoordeel: Bij een geoptimaliseerde koeling is er materiaalbesparing van 0-5% mogelijk door de vermindering van de krimpspanningen.
Financieel: De meer-investeringskosten liggen tussen € 400 en 4 600. De terugverdientijd op de extra investering bedraagt 2 tot 5 jaar.

E 10 Isolatie van de cilinder van extrusie- en spuitgietmachines met thermisch isolatiemateriaal (Presti, 1996, InfoMil, 2002, InfoMil, 1997 (c)).

Hierdoor wordt de uitstraling van warmte beperkt en is een betere temperatuursbeheersing mogelijk. Men moet ervoor zorgen dat het isolatiemateriaal makkelijk verwijderd kan worden, om onderhoud en herstellingen aan de cilinder niet te hinderen. Het is ook mogelijk dat de

temperatuur van machinedelen te hoog wordt waardoor de kwaliteit van het product negatief beïnvloed wordt.

Toepasbaarheid: Algemeen voor extrusie- en spuitgietmachines.
Milieuvoordelen: Dit laat een aanzienlijke elektriciteitsbesparing toe van ongeveer 15% op de verwarmingsenergie, wanneer de temperatuur aan de buitenzijde van de cilinder hoger is dan 150°C.
Financieel: De investeringskost per zone is ongeveer € 90 of € 500-750 per machine. Deze investering zou na 12 à 18 maanden terugverdiend kunnen worden.

E 11 Isolatie tussen opspanplaat en matrijs bij spuitgietmachines (FO-industrie, 2002).

Isolatie tussen de opspanplaat en de matrijs zorgt voor een vermindering van de warmteverliezen van de verwarmde matrijs naar de koudere opspanplaat en het frame.

Toepasbaarheid: Toepasbaar wanneer een relatief groot temperatuursverschil aanwezig is tussen de verwarmde matrijs en de opspanplaat (afhankelijk van het materiaal) en bij voldoende groot contactoppervlak. Deze techniek is enkel toepasbaar voor grotere machines. Een nadeel kan zijn dat de bereikbaarheid voor reparatie en onderhoudswerkzaamheden verslechtert.
Milieuvoordelen: Een besparing tot 15% op de verwarmingsenergie van de matrijs.
Financieel: De investeringskosten en de terugverdientijd zijn afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie.

E 12 Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine en elektrisch/elektromotorisch aangedreven schroef (InfoMil, 2002, FO-Industrie, 2002, InfoMil, 1997 (c)).

a) Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine: zie Technische Fiche 35, p. 384
b) Elektromotorisch aangedreven en elektrisch aangedreven schroef: zie Technische Fiche 36, p. 385

Toepasbaarheid:
a) Een volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine is beschikbaar tot een sluitkracht van 1000 ton.
b) Elektrische/elektromotorische schroeven zijn algemeen toepasbaar.

Milieuvoordelen: Energiebesparing.
Financieel:
a) Een volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine is 40-50% duurder en de terugverdientijd bedraagt 4 tot 8 jaar.
b) De meerinvestering voor een elektromotorisch aangedreven schroef kan terugverdiend worden in 3 jaar. Een elektrisch aangedreven schroef vergt een substantieel grote investering.

E 13 Energiezuinige spuitgietmachine of extruder (InfoMil, 2002, FO-Industrie, 2002):

De energiezuinige spuitgietmachine is een nieuw type spuitgietmachine, waarbij injectie-eenheid, sluiteenheid en hydraulische pompen één geheel vormen met de microprocessor-besturing. Met de toepassing van snel reagerende drukregelventielen wordt een verlaging van de cyclustijd gerealiseerd. Door integratie en optimalisatie is een machine ontwikkeld die een aantal energiebesparingsvoordelen heeft en opzichte van traditionele spuitgietmachines. Het energiebesparingspotentieel ligt iets lager dan een volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine. Deze machine heeft minder uitval, een grotere productiesnelheid en een grotere beschikbaarheidsgraad door minder onderhoud en kortere omsteltijden.
Ook bij de aanschaf van een nieuwe extruder dient de energiezuinigheid een belangrijk selectiecriterium te zijn.

Toepasbaarheid: Bewezen techniek.
Milieuvoordelen: Elektriciteitsbesparing van 0 tot 25%.
Financieel: Meerinvestering ten opzichte van een traditionele machine van ongeveer € 60 000. De terugverdientijd op basis van de meerinvestering bedraagt ongeveer 2,5 jaar.

E 14 Oude extrusie- of spuitgietmachines vervangen door nieuwe (Presti, 1996)

Hierdoor is het mogelijk om tot 30% elektriciteitsverbruik uit te sparen (zie ook de maatregelen E 12 en E 13). Bij de aanschaf van een nieuwe machine moet men ervoor zorgen dat het personeel over de nodige know-how beschikt, anders kan een opleiding door de leverancier noodzakelijk zijn. Een maximale levensduur van de machines kan hierbij niet vooropgesteld worden. Zo is het in de automobielsector dikwijls contractueel vastgelegd dat dezelfde machine gebruikt moet worden voor de volledige duur van het contract met inbegrip van de naleveringen.

Toepasbaarheid: bij vervangen van extrusie- of spuitgietmachine.
Milieuvoordelen: energiebesparing.
Financieel: De investeringskosten zijn afhankelijk van de grootte van de machine. De investeringskosten voor een spuitgietmachine met een kleine sluitkracht (tot 80 ton) is in de grootteorde € 50 000 à 100 000 en voor een machine met een grote sluitkracht (> 90 ton) in de grootteorde € 250 000. (Presti, 1996).

E 15 Gebruik van stralingswarmte van het koelwater voor verwarming van werkruimte bij de verwerking van thermoplasten (Presti, 1996, FO-Industrie, 2002, InfoMil, 2002, InfoMil, 1997 (c)).

Het koelwater dat de matrijs verlaat, is opgewarmd. Met een warmteterugwininstallatie wordt via een warmtepomp warmte teruggewonnen uit het koelwater van de extrusie-machines. De stralingswarmte van dit water kan via verbindingen met de centrale verwarming gebruikt worden om ruimtes te verwarmen in de winter.
Ook kan met behulp van een warmtepomp de teruggewonnen warmte naar een hoger niveau gebracht worden.

Toepasbaarheid: Een warmteterugwininstallatie kan toegepast worden wanneer gelijktijdig ruimteverwarming nodig is en er behoefte is aan proceskoeling.
Milieuvoordelen: Door de recuperatie van warmte wordt tijdens het stookseizoen minder brandstof verbruikt voor de verwarming van de ruimtes. Tot 70% energiebesparing is mogelijk op ruimteverwarming. Tot 50% waterbesparing is mogelijk bij een open koeltoren.
Financieel: De investeringskosten kunnen sterk variëren (FO-Industrie, 2002). Volgens InfoMil bedragen ze € 2 300 tot meer dan € 454 000. Volgens (Presti, 1996) bedragen de investeringskosten € 2 500 à 7 500 en deze zouden binnen 6 maand terugbetaald zijn. De terugverdientijd is vaak minder dan 5 jaar (FO-Industrie, 2002, InfoMil, 2002).

E 16 Hergebruik van restwarmte voor drogen en verwarmen van materiaal bij de verwerking van thermoplasten (InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002).

De restwarmte kan bestaan uit warme proceslucht (bv. van de persluchtcompressoren), maar ook afkomstig zijn van het waterkoelsysteem of de oliekoeler. Hergebruik van restwarmte is afhankelijk van omgevingsfactoren als tocht en ruimtetemperatuur. Restwarmte kan worden gebruikt voor het drogen en opwarmen van materiaal of voor het voorverwarmen van de ingaande lucht in de droger. Toepassing van een warmtepomp kan de inzetbaarheid van restwarmte verhogen.

Toepasbaarheid: Hergebruik van restwarmte bij de verwerking van thermoplasten vraagt om een continue, constante stroom restwarmte om kwaliteitsverschillen in het materiaal te voorkomen. Restwarmte is niet geschikt voor drogen of opwarmen van kritische materialen zoals PET, vanwege de dure sensoren en smalle temperatuurmarges. Voor een rendabele toepassing zijn minimale brontemperaturen nodig. Om restwarmte uit koelwater bij extrusie en spuitgieten te kunnen gebruiken moet de koelwatertemperatuur minimaal 40°C zijn. Om restwarmte van de cilinder te kunnen gebruiken moet de temperatuur van de buitenzijde van de cilinder minimaal 95°C zijn. Proceslucht moet warmer zijn dan 60°C om warmtehergebruik toe te laten.
Milieuvoordelen: Een energiebesparing van 0-5% is mogelijk.
Financieel: De kosten zijn afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid en het temperatuurniveau van de restwarmte. De investeringskosten variëren van € 2 300 tot meer dan € 454 000. De terugverdientijd is minder dan 5 jaar.

E 17 Machines uitschakelen in plaats van stand-by bij extrusie en spuitgieten (Presti, 1996, FO-Industrie, 2002, InfoMil, 1997 (c)).

In de praktijk worden bij veel ondernemingen de machines continu bedrijfsklaar (stand-by) gehouden. Wanneer een machine voor een bepaalde tijd in stand-by staat, kan ze beter manueel worden afgezet. Door tijdig de machine af te zetten, kan het elektriciteitsverbruik beperkt worden, want het energieverbruik van een installatie tijdens stand-by is aanzienlijk en varieert van 52 tot 98% van het energieverbruik tijdens productie.
NB. Kalanders staan, vanwege de lange opwarmtijd en kritische temperatuur gedurende de productie, continu stand-by. Verlaging van de temperatuur gedurende deze tijd levert energiebesparing.

Toepasbaarheid: Het gaat hier enkel om moderne spuitgiet- en extrusiemachines (jonger dan 10 jaar) die vrij snel kunnen opstarten. Het vermijden van stand-by is van belang indien er regelmatig sprake is van machinestilstanden van langer dan een uur, maar het mag niet ten koste gaan van de flexibiliteit. Niet toepasbaar op machines die noodzakelijk stand-by staan, waarvoor het wel zinvol is te onderzoeken of de temperatuur gedurende de stand-by-tijd kan dalen.
Milieuvoordelen: Besparing mogelijk van 2% tot 10% op het energieverbruik van de machine, afhankelijk van de hoeveelheid bedrijfsstops (belastingspatroon van de machine).
Financieel: De investeringskosten hangen af van de grootte van de machine en de terugverdientijd is 1 tot 10 weken

E 18 Overschakelen van één constant-volumepomp op een multipompsysteem (in combinatie met drukregelventielen) of een volumepomp met variabel debiet bij spuitgieten (regelpomp) (Presti, 1996, InfoMil, 2002, FO-industrie, 2002).

Door bij spuitgietmachines een multipompsysteem of een regelpomp (pomp met variabele drukopbrengst) toe te passen kan bij nullast van het hydraulisch systeem energie worden bespaard ten opzichte van een hydraulisch systeem met een pomp met constante drukopbrengst. De laatste 15 jaar worden energiezuinige multipomp hydraulische systemen toegepast in combinatie met drukregelventielen. Hierbij moet de kleinste pomp juist in staat zijn het systeem bij nullast te voorzien van materiaal

Toepasbaarheid: spuitgieten algemeen. Nieuwe machines zijn over het algemeen reeds voorzien van een energiezuinig hydraulisch systeem.
Milieuvoordelen: Energiebesparing bij een multipompsysteem is 15 tot 30% ten opzichte van een systeem met een hydraulische pomp met constante drukopbrengst (45% vlgs Presti, 1996). Voor een regelpomp is dit 15 tot 20% energiebesparing.

Financieel: Een multipompsysteem is rendabel bij uitbreiding of vervanging van spuitgietmachines met een sluitkracht vanaf 400 ton. De ombouw van bestaande machines is rendabel voor continu producerende machines met een sluitkracht vanaf 400 ton en een energieverbruik van meer dan 500 000 kWh/jaar. De ombouwkosten bedragen minimaal € 10 000. De terugverdientijd is 2 tot 4 jaar. Een regelpomp is rendabel bij uitbreiding of vervanging van spuitgietmachines met een sluitkracht tot 400 ton en de ombouwkosten bedragen minimaal € 11 500 (InfoMil, 2002). De investering bedraagt € 12 500 à 50 000 en de terugverdientijd is minder dan 2 jaar (Presti, 1996).

E 19 Energiemonitor voor optimale instelling van spuitgietproces (InfoMil, 2002, spuitgieten, FO-Industrie, 2002).

Door een analyse waarbij de effecten van de instelparameters op een systematische wijze worden gemeten, kan een aanzienlijke cyclustijdverkorting en energiebesparing worden behaald. De installatie moet (tijdelijk) uitgerust worden met een energiemonitor die per processtap het energieverbruik meet. Vervolgens worden de parameters anders ingesteld en wordt bij gelijkblijvende productkwaliteit de spuitgietcyclus naar energieverbruik geoptimaliseerd. Uiteindelijk wordt duidelijkheid verkregen over de juiste instellingen waardoor het eindproduct en de benodigde energie minder afhankelijk zijn van de operator op een bepaald moment.

Toepasbaarheid: Vooral nuttig bij grotere series met dezelfde matrijs en hetzelfde materiaal. Van belang als de maximale druk van de spuitgietmachine (veel) hoger is dan de benodigde druk voor het sluiten van de matrijs.
Milieuvoordelen: Energiebesparing tot 15%.
Financieel: De investeringskosten van de energiemonitor bedragen € 650 tot € 1 600. Bij continubedrijf en grote series is de terugverdientijd minder dan een jaar. Monitoring is over het algemeen rendabel wanneer het niet meer kost dan 5% van de energiekosten

E 20 Juiste dimensionering van de elektromotoren bij extrusie en blazen (FO-Industrie, 2002)

De machines worden vaak gekocht met een bepaalde overcapaciteit aan geïnstalleerd vermogen van de elektromotoren. Het is zinvol, wanneer de aangekochte capaciteit niet nodig blijkt te zijn, om de over-gedimensioneerde motoren te vervangen door elektromotoren met een kleinere capaciteit om zo de looplast te verminderen.

Milieuvoordelen: Door vervanging van de overgedimensioneerde motoren bij extrusie- en blaasmachines kan een besparing worden gerealiseerd tot circa 33% van het elektrisch geïnstalleerd motorvermogen.
Toepasbaarheid: Optie is vooral zinvol bij vervanging van de elektromotoren of bij grote verschillen tussen het geïnstalleerd en werkelijk benodigd vermogen.
Financieel: De kosten voor een nieuwe elektromotor zijn afhankelijk van het type en van de benodigde capaciteit, bijvoorbeeld een 90 kW motor kost circa € 3 400. De terugverdientijd ligt tussen 2 en 7 jaar.

E 21 Toepassing van zuinige blaasmondjes (persluchtnozzles) bij waar gekoeld of schoongeblazen wordt met perslucht (FO-Industrie, 2002).

Zuinige perslucht blaasmondjes besparen energie doordat ze bij een lagere druk een grote uittreedsnelheid geven en daardoor minder perslucht verbruiken dan de conventionele mondjes.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij ieder bedrijf waar perslucht gebruikt wordt voor koeling of bij gebruik van perslucht voor het schoonblazen van een product.

Milieuvoordelen: Door toepassing van zuinige blaasmondjes kan tot maximaal 30% op het energieverbruik bespaard worden ten opzichte van conventionele blaasmondjes. De energiebesparing is afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie.
Financieel: De investeringen en terugverdientijd zijn afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie.

E 22 Meervoudige spuitkoppen bij extrusie (FO-Industrie, 2002).

Het produceren van verschillende producten met meervoudige spuitkoppen zorgt voor een efficiëntere benutting van de energie. De materiaalstroom wordt groter, terwijl het energieverbruik relatief minder toeneemt. Het energieverbruik per kilogram product (specifiek energieverbruik) gaat dus omlaag.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar, tot de maximale capaciteit van de extrusiemachine wordt bereikt. Mogelijke verschuiving van het knelpunt binnen een productielijn, bijvoorbeeld te trage volgapparatuur.
Milieuvoordelen: Energiebesparing tot circa 40% mogelijk..
Financieel: De kosten en de terugverdientijd zijn afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie. Optie is vaak rendabel bij een vervanging of bij aanschaf van een nieuwe kop.

E 23 Meervoudige matrijzen bij spuitgieten (FO-Industrie, 2002)

Het toepassen van meervoudige matrijzen (meerdere producten per matrijs) zorgt voor een efficiëntere benutting van de energie. Wel zal de lineaire snelheid wat afnemen. Belangrijk is dat voldoende aandacht wordt besteed aan de eventuele wijzigingen in de vervolgstappen van het productieproces, zoals in geval van geautomatiseerde assemblagelijnen.
De materiaalstroom wordt groter, terwijl het energieverbruik relatief minder toeneemt. Het energieverbruik per kilogram product (kWh/kg) gaat dus omlaag.

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar tot de maximale capaciteit van de spuitgietmachine wordt bereikt. Vooral toepasbaar bij gelijkaardige producten, anders is er een verlies aan cyclustijd en gaat het voordeel verloren. Voor bepaalde (vooral) high-tech producten mogen slechts na goedkeuring van de afnemer wijzigingen in de grondstoffen, toevoegingen of zelfs in de procescondities worden aangebracht.
Milieuvoordelen: Energiebesparing tot 40% is mogelijk, afhankelijk van de bedrijfssituatie.
Financieel: De kosten en de terugverdientijd zijn afhankelijk van de bedrijfssituatie. Bij bepaalde (kritische) toepassingen kunnen extra (hoge) kosten ontstaan door test- en vrijgavekosten.

E 24 Hydrauliek-koeling van spuitgietmachines volgens het drycool-principe (ook free-cooling genoemd) (FO-Industrie, 2002).

Een drycooler is een water/lucht warmtewisselaar waarin water wordt afgekoeld met koudere buitenlucht. Het te koelen water wordt in lamellenblokken met ventilatoren gekoeld, hetgeen in ons gematigd klimaat erg goed gaat. Additioneel kan een vernevelingssysteem gemonteerd worden (let op risico legionella-besmetting) waardoor de capaciteit tijdens piekbelasting en/of hogere omgevingstemperaturen opgevoerd kan worden. Voor hoge temperatuurstoepassingen (vanaf circa 30°C) zijn drycoolers een milieuvriendelijk alternatief ten opzichte van de conventionele koeltorens. Het grote voordeel van een drycooler is dat er in een gesloten circuit wordt gewerkt. Dit levert financiële voordelen op, doordat er geen waterverbruik (door evaporatie en spuien) is en de chemische behandeling van water sterk vermindert. Gemiddeld zal bij een conventionele koeltoren van 100 kW ongeveer 300 liter water per uur gesuppleerd moeten worden.

Toepasbaarheid: Spuitgietmachines die zijn voorzien van een tropenkoeler, waarbij koelwater van 30-35°C nodig is, kunnen worden uitgerust met een drycooler. Voor spuitgietmachines zonder tropenkoelers kan gedurende een groot deel van het jaar (circa 75%) met drycooling worden gekoeld. Het resterende deel van het jaar wordt een proceskoeler (volautomatisch) ingeschakeld. Drycooling is algemeen toepasbaar voor hydrauliekkoeling.
Milieuvoordelen: Minder elektriciteitsverbruik, minder waterverbruik en minder waterlozing doordat in een gesloten circuit wordt gewerkt.
Financieel: Besparing op het elektriciteits-, water- en chemicaliënverbruik; terugverdientijd circa 3 jaar.

E 25 Gebruik van 2 koelcircuits op verschillende temperaturen.

Het warmere circuit (30°C) kan volstaan voor de koeling van de olie van de machines en kan via een free-koeling systeem bereikt worden (zie E 24). Het koudste circuit (bv. 10°C) dient voor het koelen van de matrijzen. Hierin is een bijkomende koeling vereist.

Milieuvoordelen: minder energieverbruik.
Toepasbaarheid: vooral bij grotere, nieuwe bedrijven.
Financieel: extra investering is enkel rendabel voor nieuwe bedrijven.

E 26 Katalytische gasbranders bij thermovormen (Presti, 1996, InfoMil, 2002).

Door het installeren van katalytische gasbranders in plaats van IR-stralers bij het thermovormen kan men tot een daling van het energieverbruik komen. Naast de machine moet ook een drogingssysteem geplaatst worden. Het te verwerken materiaal zal al dan niet door deze voordroging gestuurd moeten worden.

Toepasbaarheid: bij thermovormen.
Milieuvoordelen: Het energieverbruik is lager, doch ter plaatse worden rookgassen gegenereerd.
Financieel: investeringskosten: € 37 500-75 000. De terugverdientijd is kleiner dan 2 jaar.

d. Productie van schuimen

E 27 Gebruik van stralingswarmte van het koelwater om schuimproducten te drogen (Presti, 1996):

Het koelen van de geschuimde producten die in een matrijs worden gevormd, gebeurt door zowel stoom als koelwater rechtstreeks in contact te brengen met het geschuimde product. Het eindproduct is hierdoor vochtig en dient gedroogd te worden. Het drogen kan gebeuren in de opslagruimte door middel van de reeds aanwezige ventilatoren. Door het koelwater, dat via de matrijs een hoge temperatuur (30-50°C) heeft bereikt, in leidingen langs de ventilatoren te brengen, kan men het koelwater afkoelen en via de stralingswarmte de droging van de producten bevorderen.

Toepasbaarheid: indien geschuimde producten gedroogd moeten worden.
Milieuvoordelen: Het energieverbruik wordt verlaagd.
Financieel: De economische haalbaarheid wordt bepaald door de temperatuur van het koelwater en de kostprijs van aanschaf en het plaatsen van de leidingen.

e. Nabehandeling

E 28 Energie-efficiënte systemen voor droging na lijmen of bedrukken.

Eén van de belangrijke energieverbruikende processen is het drogen. Drogers of ovens worden gebruikt voor het drogen van inkt en lijm, het geleren van PVC-coatings en het uitharden van materialen.

Verschillende droogtechnieken kunnen aangewend worden. Sommige zijn meer energie-efficiënt dan andere.

- convectiedrogen met circulerende warme lucht in de droger of oven: 25% energiebesparing mogelijk in vergelijking met conventionele circulerende lucht drogers.
- inert gas convectie drogers: inert gas kan veel grotere hoeveelheden solvent bevatten dan gewone lucht. Zo kan een inert gas droogsysteem een 400 kg/u solvent drogen met een gasvolume van 2000 m² terwijl een tienvoud nodig is met lucht.
- elektromagnetische drogers voor het drogen van natte systemen bestaan in twee vormen: microgolf en hoog frequente golven. De impact van de elektromagnetische microgolven op de dipolen, wordt energie omgezet in warmte. Daardoor wordt water snel verdampt. Deze techniek is enkel van toepassing op watergedragen systemen en niet-metaal substraten. HF-drogers bestaan uit een hoog frequentie generator, een transmissie eenheid, collector elektrodes en een flashing-off zone om het verdampte water af te verwijderen. Ook hier wordt de natte verf opgewarmd door elektromagnetische golven.
- IR- en nabij IR-uitharding: vereisen minder energie dan conventionele drogers
- UV-straling: de elektrische ontlading wordt gebruikt als stralingsbron voor UV-straling. Hiervoor worden meestal kwikdamplampen gebruikt. De straling veroorzaakt een chemische crosslinking in de inkt of lijm. De energievraag is laag.
- Electron beam uitharding: EB-uitharding wordt geïnitieerd door een elektron straal uitgestoten door een warme kathode buis. Polymerisatie en uitharding van de verf wordt veroorzaakt door de impact van de electronen op de monomeren. Een hoge graad van automatisatie is mogelijk.

Toepasbaarheid: bij verschillende droog- en uithardingsprocessen voor inkten en lijmen.
Milieuvoordelen: minder energieverbruik.
Financieel: minder kosten door lager energieverbruik.

4.7. Geluid en trillingen

Tabel 37: Overzicht van de toepasbaarheid van de beschikbare milieuvriendelijke technieken in verband met geluid en trillingen

Maatregel Nr.	Omschrijving	Voorbewerking	Verwerking				Bewerking	Nabehandeling			
			Thermoplasten	Composieten	Schuimen	zacht-PVC		Voorbereidende behandeling	lijmen	bedrukken incl. reinigen	lamineren
GL1	Isolatie van maalmolens en compressoren	x	x	x	x	x	x				
GL2	Concrete maatregelen tegen geluidshinder (TF 37)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
GL3	Isolatie van leidingen	x	x			x					
GL4	Bestrijden van trillingshinder	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

GL 1 Isolatie van maalmolens en compressoren (Presti, 1996).

Deze moeten voorzien worden van isolerende materialen of in een aparte geïsoleerde ruimte opgesteld worden

Toepasbaarheid: Afhankelijk van de situatie.
Milieuvoordelen: Het geluidsniveau in de productiehal wordt hierdoor gereduceerd.
Financieel: De investeringskosten bedragen € 250 tot 6 250 en worden niet terugverdiend.

GL 2 Concrete maatregelen ter beperking van geluidshinder (FO-Industrie, 2002).

De concrete maatregelen hebben betrekking op:
a) het laden, lossen en transporteren van goederen,
b) pompen, compressoren en machines,
c) luchtbehandelingsinstallaties, afzuigsystemen en ventilatoren,
d) uitstralingsgeluid van de gevel.

Zie Technische Fiche 37, p. 387.

Toepasbaarheid: De maatregelen zijn breed toepasbaar.
Milieuvoordelen: Beperking van geluidhinder.
Financieel: Afhankelijk van de concrete maatregelen.

GL 3 Isolatie van de leidingen van de kunststofkorrels.

Soms kan geluidshinder veroorzaakt worden bij het transport van de kunststofkorrels doorheen leidingen, bv. van de opslagsilo's naar de productiehal. Door isolatie te plaatsen kan hieraan verholpen worden.

Toepasbaarheid: enkel bij geluidsoverlast
Milieuvoordelen: minder geluidshinder
Financieel: de maatregel vereist investeringskosten. Deze zijn afhankelijk van de lengte van de leidingen die geïsoleerd moeten worden.

GL 4 Bestrijden van trillingshinder (FO-Industrie, 2002).

Machines zoals compressoren en pompen kunnen voor trillingshinder zorgen als zij in de buurt van gevoelige bestemmingen zijn opgesteld. De ondergrond en fundering en de afstand tot gevoelige objecten bepalen meestal de mate van overlast.
Mogelijke maatregelen zijn:
- Zware machines op trillingisolatoren plaatsen.
- Gereedschappen aanpassen (vorm van de kop).
- Machines op aparte funderingen plaatsen.
- Als een bronaanpak of een isolerende maatregel niet afdoende blijkt, dan moeten de bedrijfstijden van de machines worden aanpast.

Ook transportactiviteiten (zowel intern als extern transport) kunnen een bron van trillinghinder vormen.
Mogelijke maatregelen:
- Massief rubberen banden van vorkheftrucks vervangen door luchtbanden.
- De verharding waarover vorkheftrucks rijden vlak en naadloos maken.
- Aan- en afrijroutes zo omleggen/aanpassen dat de omgeving minder overlast heeft.
- De tijden waarbinnen geladen en gelost wordt aanpassen

Toepasbaarheid: Indien trillingshinder in woningen of andere gevoelige objecten is, of te verwachten is.
Milieuvoordelen: terugdringen van trillingshinder.
Financieel: De meeste maatregelen vereisen een éénmalige investering.

Hoofdstuk 5 SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN (BBT)

5.1. Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken

In de volgende tabel worden de beschikbare milieuvriendelijke technieken uit hoofdstuk 4 getoetst aan een aantal criteria. Deze multi-criteria analyse laat toe te oordelen of een techniek als Beste Beschikbare Techniek (BBT) kan beschouwd worden. De criteria hebben niet alleen betrekking op de milieucompartimenten (water, lucht, bodem, energie en geluid), maar ook de technische haalbaarheid en de economische kant (rendabiliteit) worden beschouwd. Dit maakt het mogelijk een *integrale* evaluatie te maken, conform de definitie van BBT (cf. Hoofdstuk 1).

Toelichting bij de inhoud van de criteria:

Technische haalbaarheid

- bewezen: geeft aan of de techniek zijn nut bewezen heeft in de industriële praktijk (-: niet bewezen; + wel bewezen);
- veiligheid: geeft aan of de techniek, bij correcte toepassing van de gepaste veiligheidsmaatregelen, aanleiding geeft tot een verhoging van de risico's op brand, ontploffing en arbeidsongevallen in het algemeen (-: verhoogt risico; 0: verhoogt risico niet; +: verlaagt risico);
- kwaliteit: geeft aan of de techniek een invloed heeft op de kwaliteit van het eindproduct (-: verlaagt kwaliteit, 0: geen effect op kwaliteit, +: verhoogt kwaliteit);
- globaal: schat de globale technische haalbaarheid van de techniek in (+ als voorgaande alle + of 0, - als één van voorgaande -).

Milieuvoordeel

- waterverbruik: aandacht voor de mogelijkheden tot hergebruik en het beperken van het totale waterverbruik;
- afvalwater: inbreng van verontreinigde stoffen in het water tengevolge van de exploitatie van de inrichting;
- lucht: inbreng van verontreinigde stoffen in de atmosfeer tengevolge van de exploitatie van de inrichting;
- grondstofverbruik: invloed op de gebruikte grond- en hulpstoffen en de hoeveelheid;
- afval: het voorkomen en beheersen van afvalstromen;
- bodem bronnen van verontreiniging van de bodem;
- energie: energiebesparingen, inschakelen van milieuvriendelijke energiebronnen en hergebruik van energie;
- geluid/trillingen: invloed op geluid(shinder) of trillingen;
- globaal: geeft de ingeschatte invloed op het gehele milieu weer.

Per techniek wordt voor elk van bovenstaande criteria een kwalitatieve beoordeling gegeven, waarbij:

-: negatief effect;
-/0: klein negatief effect;
0: geen/verwaarloosbare impact;
0/+: klein positief effect

+: positief effect;
++: sterk positief effect;
+/-: soms een positief effect, soms een negatief effect.

Deze beoordeling is onder meer gebaseerd op:
– ervaringen van exploitanten met deze techniek;
– BBT-selectie uitgevoerd in andere (buitenlandse) vergelijkbare studies;
– besprekingen in het begeleidingscomité.

Waar nodig, wordt in een voetnoot bijkomende toelichting verschaft.

Economische beoordeling
– een positieve (+) beoordeling betekent dat de techniek kostenbesparend werkt;
– een "0/-" en "-" duidt op een relatief kleine verhoging van de kosten waardoor deze nog draagbaar zijn voor de sector en in een redelijke verhouding staan ten opzichte van de gerealiseerde milieuwinst;
– een "- - " duidt op een grote stijging van de kosten zodat deze niet meer draagbaar zijn voor de sector of niet meer in verhouding staan ten opzichte van de gerealiseerde milieuwinst.

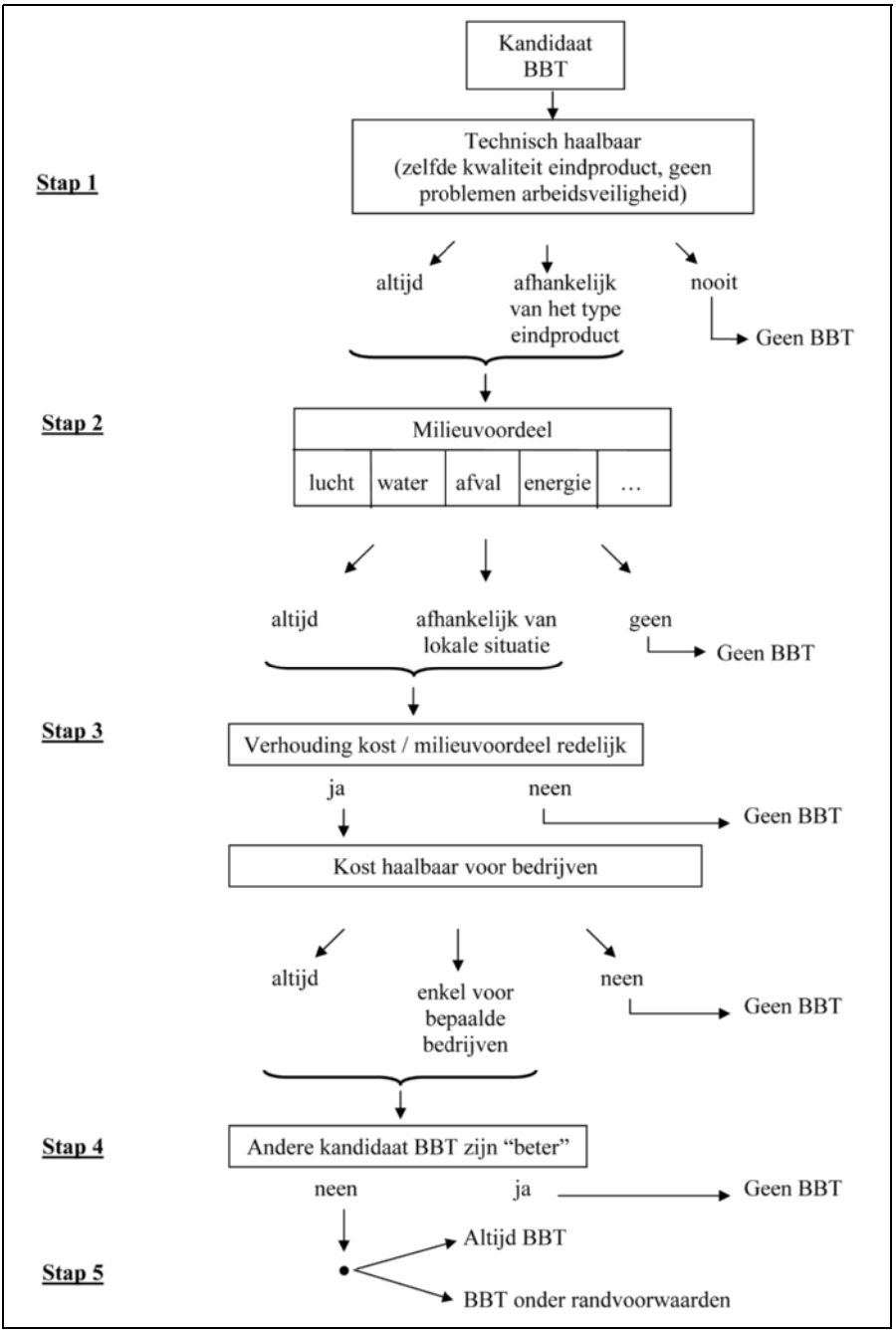
Hierbij wordt impliciet rekening gehouden met de beoordeling of de kosten voor de inrichting in verhouding zijn met het behaalde milieuresultaat.

BBT
Bij het selecteren van de BBT op basis van de scores voor verschillende criteria, worden een aantal principes gehanteerd (zie Figuur 79, p. 258):
– Eerst wordt nagegaan of een techniek technisch haalbaar is, waarbij rekening wordt gehouden met de kwaliteit van het product en de veiligheid.
– Wanneer de techniek technisch haalbaar is, wordt nagegaan wat het effect is op de verschillende milieucompartimenten. Door een afweging van de effecten op de verschillende milieucompartimenten te doen kan een globaal milieuoordeel geveld worden. Om dit laatste te bepalen worden de volgende elementen in rekening gebracht:
  • Zijn één of meerdere milieuscores positief en geen negatief, dan is het globaal effect steeds positief;
  • Zijn er zowel positieve als negatieve scores dan is het globaal milieu-effect afhankelijk van de volgende elementen:
    – de verschuiving van een minder controleerbaar naar een meer controleerbaar compartiment (bijvoorbeeld van lucht naar afval);
    – relatief grotere reductie in het enige compartiment ten opzichte van toename in het andere compartiment;
    – de wenselijkheid van reductie gesteld vanuit het beleid; onder andere afgeleid uit de milieukwaliteitsdoelstellingen voor water, lucht,…(bijvoorbeeld "distance-to-target" benadering).

Technieken die een verbetering brengen voor het milieu (globaal gezien), technisch haalbaar zijn en met een rendabiliteit "-" of hoger, worden weerhouden.

Uiteindelijk wordt in de laatste kolom telkens beoordeeld of de beschouwde techniek als beste beschikbare techniek kan geselecteerd worden (***BBT: ja*** of ***BBT: nee***). Waar dit sterk afhankelijk is van de beschouwde instelling en/of lokale omstandigheden wordt ***BBT: vgtg*** (van geval tot geval) als beoordeling gegeven.

Indien een techniek technisch bewezen is, maar waarvan het milieuvoordeel enkel betrekking heeft op een probleem in verband met een lokale hinder (geluid, trilling, geur, stof, …), dan wordt in deze kolom ***lok*** aangegeven. Mogelijke lokale effecten van kunststofverwerking zijn geluid en trillingen. Deze technieken moeten enkel toegepast worden in specifieke situaties om lokale hinder te vermijden of te beperken. Ze worden niet als BBT aanzien. Men kan ze wel inroepen als “bijkomende maatregelen om lokale hinder te voorkomen of te beperken”.



Figuur 79: Selecteren van BBT op basis van de scores voor de verschillende criteria

Belangrijke opmerkingen bij het gebruik van Tabel 38:

Bij het gebruik van onderstaande tabel mag men volgende aandachtspunten niet uit het oog verliezen:

– De beoordeling van de diverse criteria is onder meer gebaseerd op:
  - ervaring van exploitanten met deze techniek;
  - BBT-selecties uitgevoerd in andere (buitenlandse) vergelijkbare studies;
  - adviezen gegeven door het begeleidingscomité.
  - inschattingen door de auteurs

  Waar nodig, wordt in een voetnoot bijkomende toelichting verschaft. Voor de betekenis van de criteria en de scores wordt verwezen naar paragraaf 5.1.

– De beoordeling van de criteria is als indicatief te beschouwen, en is niet noodzakelijk in elk individueel geval van toepassing. De beoordeling ontslaat een exploitant dus geenszins van de verantwoordelijkheid om b.v. te onderzoeken of de techniek in zijn/haar specifieke situatie technisch haalbaar is, de veiligheid niet in gevaar brengt, geen onacceptabele milieuhinder veroorzaakt of overmatig hoge kosten met zich meebrengt. Tevens is bij de beoordeling van een techniek aangenomen dat steeds de gepaste veiligheids/milieubeschermende maatregelen getroffen worden.

– De tabel mag niet als een losstaand gegeven gebruikt worden, maar moet in het globale kader van de studie gezien worden. Dit betekent dat men zowel rekening dient te houden met de beschrijving van de milieuvriendelijke technieken in hoofdstuk 4 als met de vertaling van de tabel naar aanbevelingen en concretisering van de milieuregelgeving in hoofdstuk 6.

– De tabel geeft een algemeen oordeel of de aangehaalde milieuvriendelijke technieken al of niet als BBT aanzien kunnen worden in de sector kunststofverwerking. Dit wil niet zeggen dat elk bedrijf uit deze sector ook zonder meer elke techniek die als BBT aangegeven wordt, kan toepassen. De bedrijfsspecifieke omstandigheden moeten steeds in acht genomen worden.

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
WATER																
a. Algemeen																
W1	Waterbesparingsonderzoek uitvoeren en maatregelen toepassen	+	0	0	+	++	++	0	0	0	0	0	0	+	+	vgtg[1]
W2	Voorkom lozingen bij calamiteiten	+	+	0	+	0	+	0	0	0	+	0	0	+	-/0	vgtg[2]
b. Voorbewerking																
W3	Gaas onder afwateringsrooster plaatsen	+	0	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	vgtg[3]
c. Verwerking van thermoplasten																
W4	Gesloten koelcircuit	+	0	0	+	++	++	0	0	0	0	+	0	++	+	ja
d. Nabehandeling																
W5	Hergebruik reinigings- en spoelwater van lijmen	+	0	0	+	+	+	0	+	+	0	0	0	+	0	vgtg[4]
W6	Zorgvuldig werken met waterige inkten en lijmen en afvalwater gepast behandelen. (TF 1)	+	0	0	+	0	++	0	0	-	0	0	0	+	-[5]	ja
LUCHT																
a. Voorbewerking																
L1	Stoffilters gebruiken bij droge mengtechnieken	+	0	0	+	0	0	++	0/+	-/0	0	-/0	0	+	-	ja
L2	Stoffilters gebruiken bij centraal vermalen	+	0	0	+	0	0	++	0/+	-/0	0	-/0	0	+	-	ja
L3	Gekleurde masterbatchen gebruiken	+	0	0	+	0	0	++	0	0	+	0	0	+	0	ja
L4	(Voor)verpakte additieven toevoegen	+	0	0	+	0	0	++	0/+	0	+	0	0	+	+	ja
b. Verwerking van thermoplasten																
L5	Behandelen van luchtemissies van weekmaker en verdunner (TF 16)	+	+	0	+	0	0	++	+	0	0	-/0	0	+	-	ja

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
L6	Geur- en oplosmiddelvrije stabilisatoren voor PVC-verwerking	+[6]	+	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	-	ja
c. Verwerking van composieten																
L7	Harsen gebruiken die minder styreen emitteren (TF 2, 3 en 4)	+[7]	+	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	-/0	ja[7]
L8	Toepassen van UV-harding van polyester stukken	+	+	+	+	0	0	0	0	-/0	0	-	0	-	-	neen
L9	Spuittechniek aanpassen bij spuiten van harsen (TF 5 en 6)	+	+	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	-	ja
L10	Voorgeïmpregneerde matten gebruiken	+	0	0	+	0	0	++	0	+	0	+	0	+	-/0	vgtg[8]
L11	Harsspuiten vervangen door handmatig aanbrengen	+	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0/+	0	+	-/0	vgtg[9]
L12	Gesloten systemen (TF 7)	+	+	0	+	0	0	++	+	+	0	0	0	+	-/0[10]	vgtg[9]
L13	Vacuümfoliesysteem	+	0	0	+	0	0	++	0	-/0	0	0	0	+	-	vgtg[9]
L14	Vervangen methyleenchloride en aceton schoonmaakmiddelen (TF 8)	-/0	+	-/0	0	-	-	++	0	0	+	0	0	+	0	vgtg[11]
L15	Good housekeeping tegen emissies van styreen en oplosmiddelen (TF 10)	+	+	0	+	0	0	++	+	0	0	0	0	+	+	ja
L16	Gesloten leidingsysteem voor oplosmiddelen en hars	+	+	0	+	0	0	++	+	0	0	-/0	0	+	+	ja[12]
L17	Luchtemissies behandelen bij composietverwerking (TF 11, 12, 13, 14, 15 en 20)	+	0	0	+	0	0	++	0/+	0	0	-	0	+	-	vgtg[13]
d. Productie van schuimen																
L18	Vervang TDI door MDI bij productie van zacht PUR-schuim	+	+	0	+	0	0	++	0	0	0	0/+	0	+	0	vgtg[14]
L19	Pentaan gebruiken als blaasmiddel voor de productie van isolatieschuim (TF 17)	+	0	0	+	0	0	++	+	0	0	0	0	+	+[15]	ja[16]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
L20	CO_2 gebruiken als blaasmiddel voor de productie van opencellig zachtschuim	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	0	ja[17]
L21	CO_2 (zo nodig pentaan) gebruiken als blaasmiddel voor de productie van vormschuim met integrale huid	+	0	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	+[15]	ja[18]
L22	Gebruik van een variabele druk schuiminstallatie bij zacht PUR-schuim	+	0	0	+	0	0	++	+	0	0	0	0	+	-	vgtg[19]
L23	Minimalisatie blaasmiddel door keuze van polyol	+	0	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	ja
L24	Afdeksysteem toepassen bij zacht PUR-schuim	+	0	0	+	0	0	0/+	-/0	+	0	0	0	+	-/0	ja[20]
L25	Spuitkop naspoelen met (polyether)polyol	+	0	0	+	0	0	++	+	0	0	0/+	0	+	+	ja[21]
L26	Verlagen van pentaangehalte in EPS-grondstofkorrels	+	0	0	+	0	0	+/0	-	0	0	0/-	0	0	-	nee
L27	Productie van EPS-schuim met CO_2 als blaasmiddel	-	0	0	-	0	0	++	0	0	0	0	0	+	-	nee[22]
L28	Optimalisatie van verbrandingsproces voor stoomproductie	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	+	0	+	-/0	ja
L29	Extrusie van (X)PS met CO_2 of N_2 als blaasmiddel	+	+	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	0[23]	ja[24]
L30	Reductie van spoelmiddelverbruik	+	+	0	+	0	0	++	+	0	0	-/0	0	+	0	ja
L31	Afgaszuivering bij schuimproductie (TF 14 en 20)	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-/0	0	+	-	vgtg[25]
e. Nabehandeling																
L32	O_3-quencher gebruiken bij corona of UV/O_3-behandeling	+	+	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	-	ja
L33	Substitutie van solventlijm door watergedragen lijm (incl. folielamineren) (TF 18)	+	+	0	+	0	-	++	0	0	0	-	0	+	-/0	vgtg[26]
L34	Substitutie van solventijm door high-solid alternatieven	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	0	0	+	+	vgtg[26]
L35	Substitutie van solventlijm door smeltlijm	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-/0	0	+	-	vgtg[26]
L36	Substitutie van solventlijm door reactielijm zonder solvent	+	0	0	+	0	0	+/-	0	0	0	0	0	0	0	vgtg[26]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
L37	Substitutie van solventlijm door radiation-curing alternatieven	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-	0	+	-	vgtg[26]
L38	Substitutie van solventlijm door co-extrusie	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-	0	+	--	vgtg[26]
L39	Gebruik van (laser)lassen i.p.v. lijmen	+	0	0	+	0	0	++	+	0	0	-	0	+	-	vgtg[26]
L40	Substitutie van solventgedragen inkt door watergedragen inkt (TF 18)	+	0	-/0[27]	+/-	-	-	++	0	0	0	-/0	0	+	-	vgtg[28]
L41	Substitutie van solventgedragen inkt door UV-hardende systemen	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-	0	+	-	vgtg[28,29]
L42	Substitutie van solventgedragen inkt door electronbeam uithardende systemen	+	-	0	0	0	0	++	0	0	0	-	0	+	-	vgtg[28]
L43	Behandeling afgassen van diepdrukprocessen (TF 19)	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-/0	0	+	-	ja[30]
f. Algemene reinigings- en emissiereductietechnieken																
L44	Reinigingssolventen gebruiken met hoog vlampunt	+	+	0	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	+	ja[31]
L45	Substitutie van aromatische of gehalogeneerde reinigingssolventen	+	+	0	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	ja
L46	Reinigingsmiddelen op basis van water gebruiken	+	+	0	+	-	-	++	0	0	0	0	0	+	-[32]	vgtg[21,33]
L47	Automatische wasinstallatie voor machine-onderdelen en uitrusting	+[34]	+	0	+	0	0	+	+	+	0	-/0	0	+	-	vgtg[35]
L48	Reiniging van machine-onderdelen met hoge druk waterspray	+[33]	0	0	+	-	-	++	0	+	0	-/0	-	+	-/0	vgtg[21]
L49	Reiniging van machine-onderdelen met poederspray	+	0	0	+	0	0	++	0	+	0	-	0	+	-	vgtg[21]
L50	Ultrasoon reinigen	+	0	0	+	-	-	++	0	+	0	0	0	+	-	vgtg[21]
L51	Reinigen met droog ijs (CO_2)	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-	0	+	-	vgtg[21]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
L52	Thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen (TF 9)	+	0	0	+	-	-	+	0	0	0	-	0	0	0	vgtg
L53	Behandeling van VOS-houdende afgassen algemeen	+	0	0	+	0	0	++	0	0	0	-	0	+	-	vgtg[36]
GRONDSTOFGEBRUIK																
G1	Vervangen van lood en koper in stabilisatoren voor PVC	+	0	0	+	0	+	0	0	+	0	0	0	+	0/-	vgtg[37]
AFVAL – GRONDSTOF(HER)GEBRUIK																
a. Algemeen																
A1	Goed productontwerp en variabel aantal eindproducten (TF 21)	+	0	0	+	0/+	0/+	0/+	+	++	0	+	0	+	0	ja[38]
A2	Beperken van het aantal grondstofsoorten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0	ja[38]
A3	Goede productieplanning (TF 22)	+	0	0	+	0/+	0/+	0	+	++	0	+	0	+	-	ja
A4	Registratie procesparameters	+	0	+	+	0	0	0	+	++	0	+	0	+	-	ja
A5	Gescheiden inzameling van afval en good housekeeping (TF 25)	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	+	+	ja[39]
A6	Regelmatig onderhoud van de machines	+	0	+	+	0	0	0	+	++	0	+	0	+	-	ja
A7	Gebruik maken van intern en/of extern gerecycleerd materiaal (TF 23)	+[40]	0	0	+	0	0	0	++	0	0	+	0	+	+/-	vgtg[40]
A8	Kwaliteitsbeheersing van het product	+	0	+	+	0/+	0/+	0	+	++	0	+	0	+	0	ja
b. Voorbewerking																
A9	Good housekeeping verpakkingsafval grondstoffen (TF 24)	+	0	0	+	0	0	0	0	++	0	0	0	+	0/+	ja
A10	Volumineus plastic verpakkingsafval compacteren met pers	+	0	0	+	0	0	0/+	0	0/+	0	+	0	+	-	ja[41]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
A11	Hygroscopische kunststoffen voordrogen	+[42]	0	+	+	0	0	0	+	+	0	-	0	+	0	ja
A12	Waterdicht opslaan van vochtgevoelige granulaten	+	0	+	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja
A13	Intern vermalen en verwerken van productie-uitval (TF 26)	+[43]	0	0	+	0	0	0	++	++	0	-	0	+	-	vgtg[44]
A14	Koud malen met cryogeen koelsysteem	+	0	0	+	0	0	0	++	+	0	+	0	+	+	vgtg[45]
c. Verwerking thermoplasten																
A15	Wanddikteregelsysteem bij extrusie en blazen	+	0	0	+	0	0	0	+	0	0	++	0	+	-	ja
A16	Installatie hot-runner of naaldafsluiter bij spuitgieten(TF 26)	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja
A17	Neusafsluiter bij spuitgieten	+[46]	0	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	-	vgtg
A18	Geautomatiseerde transportband bij spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja
A19	Technische aanpassingen bij de verwerking van thermoplasten (TF 28)	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	-	ja
A20	Aanpassing machine aan rheologische eigenschappen polymeer bij verwerking van thermoplasten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	-	ja
A21	Olieregeneratiesysteem bij spuitgietmachines	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	+	+	ja
A22	Gerecycleerd materiaal toepassen in meerlaagsysteem bij extrusie (TF 29)	+	0	0	+	0	0	0	++	+	0	-	0	+	-	vgtg[47]
A23	Schroef tijdig vervangen bij extrusie, spuitgieten en blazen	+	0	+	+	0	0	0	+	++	0	+	0	+	-	ja
A24	Extra cilinders voor spuitgietmachines en extruders	+	0	0	+	0	0	0	+	++	0	+	0	+	-	vgtg[48]
A25	Hergebruik schoonmaakcompounds bij de verwerking van thermoplasten	+	0	0/-	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	+	neen[49]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
A26	Toevoegen voorverpakte additieven bij verwerking van zacht PVC	+	0	0	+	0	0	++	0/+	0	+	0	0	+	+	ja
A27	Gasinjectie toepassen bij spuitgieten van volumineuze en/ of dikwandige producten (TF 30)	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	0	ja
A28	Corrosie en afzettingen verwijderen in koelkanalen bij koeling van thermoplasten	+	0	0	+	+	0	0	0	+	0	+	0	+	+	ja
A29	Temperatuurwisselingen voorkomen bij thermovormen	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	+	0	+	-	ja
A30	Geschikte warmtetoevoer voor oven kiezen bij thermovormen	+	0	+	+	0	0	0	+	+	0	++	0	+	-	ja
A31	Gestanste plaat van thermovormen hergebruiken of laten ophalen	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0	ja
A32	Hergebruik van weekmakercondensaat bij verwerking van weekgemaakte thermoplasten a. destillatie en hergebruik b. energierecuperatie in oven	+[50] +	0/-[51] 0	0/- 0	0 +	0	0	0	+ +	+ +	0	- +	0	+ +	-[52] 0	ja[53] ja
d. Verwerking composieten																
A33	Vlasvezelversterkte kunststof	-[54]	0	?	-											neen
A34	Intern hergebruik glasvezel versterkte kunststof resten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	vgtg[55]
A35	Coldrunners toepassen in matrijzen bij spuitgieten van composieten	+	0	+	+	0	0	+	+	+	0	+	0	+	-	ja
A36	Hergebruik emmers, kwasten en rollers bij harsverwerking	+	0	0	+	0/-[56]	0/-[56]	0/-[57]	0[58]	++	0	0	0	+	+	ja[59]
e. Productie van schuimen																
A37	Reductie van overmaat polyol bij zacht PUR-schuim	+	-	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	+	ja

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
A38	Hergebruik van EPS-schuimresten	+	0	0	+	0	0	+	+	+	0	0	0	+	-	vgtg[60]
A39	Kleine eenheden smelten/sealen tot grote eenheden	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	+	vgtg[61]
A40	Intern hergebruik zacht-schuimresten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	-	0	+	-	ja
A41	Compacteren van schuimresten en extern hergebruik	+	0	0	+	0	0	0	0	+	0	-	0	+	0	ja
A42	Verzamelen van EPS-schuimresten en aanbieden voor recyclage	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	-	0	+/-[62]	0	vgtg[63]
A43	Regenereren en extern recycleren van oplos- en spoelmiddel	+	-/0[64]	0	+	0	0	0	++	+	0	-	0	+	-	ja[65]
f. Bewerkingen																
A44	In-line afsnijden, vermalen en verwerken van afgesneden randen	+	0	0	+	0	0	0	++	++	0	-	0	+	-	ja
A45	Gloeidraad, waterstraal of laserstraal in plaats van zaag gebruiken bij de bewerking van kunststoffen	+	0	0	+	0	0	+	+	+	0	-[66]/0	0	+	-	ja
A46	Zaagsel van bewerking van kunststoffen opvangen en intern verwerken	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	+	vgtg[67]
g. Nabehandeling																
A47	Gebruik van gesloten containers met aftapinstallatie voor lijm en inkt	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja[68]
A48	Hergebruiken van inkt- en lijmresten op waterbasis (TF 30)	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-/0	ja[69]
A49	Corona- of plasmatechniek gebruiken in plaats van vlambehandeling bij de nabehandeling	+	+	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja
A50	Destillatie van solventhoudend afval van lijmen en bedrukken	+	-/0[70]	0	+	0	0	0	+	+	0	-	0	+	-[71]	ja[72]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
h. Algemene reinigingstechnieken																
A51	Wegwerp of herbruikbare poetsdoeken gepast behandelen	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	+	-	ja
A52	Solvent uit poetsdoeken verwijderen	+	0	0	+	0	0	-	+	0	+	0	0	+	+	ja[73]
A53	Terugwinnen van reinigingssolvent door destillatie	+	-/0[70]	0	+	0	0	0	++	+	0	-	0	+	-[71]	ja[74]
A54	Reinigingssolvent terugbezorgen aan leverancier	+	0	0	+	0	0	0	++	+	0		0	+	0	ja[74]
BODEM																
B1	Regelmatig nazicht van rioleringen bij gebruik van chemicaliën (TF 33)	+	0	0	+	+	0	0	0	0	++	0	0	+	-	ja
ENERGIE																
a. Algemeen																
E1	Energiebesparingsonderzoek en maatregelen toepassen	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	ja
E2	Overschakelen op spaarlampen of selectief verlichten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	+/-	ja
E3	Frequentieregeling op elektromotoren	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	+	ja
E4	Elektromotoren met hoog rendement	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[75]
b. Voorbewerking																
E5	Optimaal gebruik van maalmolen (TF 32)	+	0	0	+	0	0	0	+	0	0	++	0	+	-	ja
E6	Optimaal gebruik van grondstofdroger	+	0	0	+	0	0	0		+0	0	++	0	+	-	ja
c. Verwerking van thermoplasten																
E7	PID-regeling op cilinder en kalibreersysteem bij extrusie en spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	++	0	+	-	ja
E8	Gepulseerd koelen van matrijs bij spuitgieten (TF 34)	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	++	0	+	-	nee[76]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
E9	Optimaliseer ligging van koelkanalen bij spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	+	+	0	++	0	+	-	ja
E10	Isolatie van cilinder bij extrusie- en spuitgietmachines	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	ja
E11	Isolatie tussen opspanplaat en matrijs	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[77]
E12	a. Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine (TF 35) b. elektrisch/elektromotorisch aangedreven schroef (TF 36)	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-- -/--[78]	vgtg[79] vgtg[80]
E13	Energiezuinige spuitgietmachine of extruder	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	ja[81]
E14	Oude extrusie en spuitgietmachines vervangen door nieuwe	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	ja
E15	Gebruik van stralingswarmte van koelwater van verwerking van thermoplasten voor ruimteverwarming	+	0	0	+	+[82]	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[83]
E16	Hergebruik van restwarmte voor drogen en verwarmen bij verwerking van thermoplasten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[84]
E17	Machines uitschakelen in plaats van stand-by zetten bij extrusie en spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	+	vgtg[85]
E18	Een multipompsysteem of een volumepomp met variabel debiet bij spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-[86]	vgtg[87]
E19	Energiemonitor voor optimale instelling van spuitgietproces	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[88]
E20	Juiste dimensionering van elektromotoren bij extrusie en blazen	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[89]
E21	Toepassing zuinige blaasmondjes bij luchtkoeling	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	0	ja
E22	Meervoudige spuitkoppen bij extrusie	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[90]

Tabel 38: Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken en selectie van de BBT

Techniek		Technisch				Milieu										
		Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Grondstofverbruik	Afval	Bodem	Energie	Geluid/trillingen	Globaal	Kostenhaalbaarheid en kosteneffectiviteit	BBT
E23	Meervoudige matrijzen bij spuitgieten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	++	0	+	-	vgtg[91]
E24	Hydrauliek-koeling van spuitgietmachines	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	-	ja
E25	Twee koelcircuits op verschillende temperaturen	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	-	vgtg[92]
E26	Katalytische gasbranders bij thermovormen	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	-	ja
c. Productie van schuimen																
E27	Stralingswarmte van koelwater gebruiken voor het drogen van schuimproducten	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	-	vgtg[93]
d. Nabehandeling																
E28	Energie-efficiënt systeem voor drogen na lijmen of bedrukken	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	+	-	ja
GELUID EN TRILLINGEN																
GL1	Isolatie van maalmolens en compressoren	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	++	+	-	lok
GL2	Concrete maatregelen tegen geluidshinder (TF 35)	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	++	+	-	lok
GL3	Isolatie van leidingen	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	++	+	-	lok
GL4	Bestrijden van trillingshinder	+	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	++	+	-	lok

1. Toepasbaar voor bedrijven met een waterverbruik van meer dan 5 000 m³ per jaar.
2. Toepasbaar bij bedrijven die met chemicaliën werken.
3. Toepasbaar indien zich een rooster bevindt in de nabijheid van de losplaats voor grondstoffen.
4. Niet toepasbaar voor inkten.
5. De externe verwerking van waterig afval is duur.
6. Vooral toepasbaar bij de verwerking van zacht PVC.
7. Voor elke toepassing moet overwogen worden welk type laag-emitterende hars de beste resultaten geeft.
8. Voor SMC-verwerkingsapparatuur bij grote reeksen met dezelfde producten.

9. Geval per geval afwegen om handmatig aan te brengen (kleine series 1 – 3 stuks of reparaties), een gesloten systeem toe te passen (grote series van 5000 – 10 000 stuks per jaar) of een vacuümfolie systeem toe te passen (grote series van 5 000 – 10 000 stuks per jaar) rekening houdend met de grootte en homogeniteit van de serie.
10. Gemechaniseerde processen met inschakelen van een robot vereisen wel investeringen, maar leveren anderzijds besparingen op in loonkosten.
11. Waar mogelijk alternatieven gebruiken en de mogelijkheden van nieuwe middelen die op de markt verschijnen onderzoeken.
12. Maatregel toepasbaar voor grote, goed georganiseerde bedrijven, maar enkel toepasbaar na een grondige analyse van de risico's, milieuvoordelen en kosten. Voorwaarden zijn dat continu hetzelfde type hars gebruikt wordt op alle aangesloten werkposten en dat rekening gehouden wordt met de veiligheidsrisico's van het gebruikte solvent.
13. Na het toepassen van alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen bij de composietverwerking dient overwogen te worden of een gasafzuiging en verdere afgaszuivering nodig is, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies.
14. Enkel beperkt toepasbaar voor zacht PU-schuim wanneer de densiteit niet te laag hoeft te zijn.
15. De werkingskosten zijn lager ten opzichte van het gebruik van HFK's.
16. Indien hogere brandveiligheid vereist is, moeten extra brandvertragers toegevoegd worden. Omdat dit technisch niet steeds mogelijk is, is het voor een PUR- en fenol-schuimen voorlopig nog nodig om HFK's te gebruiken om aan de hoge brandveiligheidsnormen te voldoen. In PIR-schuim geblazen met pentaan kunnen wel brandvertragers verwerkt worden om aan de eisen te voldoen.
17. Niet toepasbaar wanneer hogere brandveiligheid vereist is, toevoegen van brandvertragers is momenteel technisch niet mogelijk met CO_2 als blaasmiddel. In uitzonderlijke gevallen (hoge eisen in brandveiligheid) kan methyleenchloride of een VOS-blaasmiddel nodig zijn. Een alternatief hiervoor is een variabele druk schuiminstallatie voor nieuwe installaties of voor het vervangen van een bestaande (L22).
18. Indien de kwaliteitseisen inzake de slijtvastheid en scheurvastheid van de huid bij half hard integraalschuim hoog zijn, voldoet het gebruik van CO_2 als blaasmiddel niet en is het gebruik van pentaan niet te vermijden.
19. Enkel bij nieuwe installatie of vervanging van oude installatie. Het alternatief is om CO2 als blaasmiddel te gebruiken (L20).
20. Bij blokschuimen.
21. Bij zacht PUR-schuimen, voor machines die werken met een trog is naspoelen met polyol (vooralsnog) onvoldoende.
22. Experimentele techniek.
23. Meestal is deze installatie reeds standaard, enkel de ombouw van oude installaties kost een extra investering.
24. Enkel voor veeleisende, technologische toepassingen die een extreem hoge isolatiewaarde vereisen met een minimale dikte (vb. brandweerwagens of koeltransport) kan een afwijking nodig zijn en wordt het gebruik van HFK's aanvaard.
25. Na het toepassen van alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen bij de schuimproductie dient overwogen te worden of een gasafzuiging en verdere afgaszuivering nodig is, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies.
26. Geval per geval afwegen welk lijmtype of alternatieve techniek de solventlijm optimaal kan vervangen rekening houdend met de milieuvoordelen en de technische aspecten.
27. Voor kwaliteitsproducten is het gebruik van solventen vaak nodig om aan de hoge eisen te voldoen.
28. Geval per geval afwegen welk inktype optimaal de solventhoudende inkten kan vervangen rekening houdend met de milieuvoordelen, de technische aspecten en de kwaliteitseisen.
29. Voor nieuwe installaties kan deze techniek toegepast worden, voor bestaande installaties is een retrofit duur.
30. Deze techniek is BBT voor nieuwe installaties en vgtg voor bestaande.
31. Van geval tot geval moet afgewogen worden hoe men de solventen best kan vervangen door andere reinigingsmiddelen of indien dit niet mogelijk is het gebruik van laagkokende (P1 en P2-) en toxische solventen vermijden.
    Voor de eindreiniging van zeefdrukinstallaties moet het mogelijk blijven om P1-producten te gebruiken.
    In de composietsector worden alternatieven nog verder uitgetest.
32. Indien hiervoor een waterzuiveringsinstallatie moet geplaatst worden zijn de investeringskosten hoog.
33. Bij het bedrukken is de haalbaarheid van de techniek afhankelijk van de inktsoort die gebruikt werd.
34. Toepasbaar bij flexo- en diepdruk in de verpakkingbedrukking.
35. Bij de zeefdrukkerij wordt deze installatie enkel voor grote formaten toegepast en levert ze problemen op wanneer omgeschakeld wordt van solvent- naar watergedragen inktsystemen.

36. Na het toepassen van alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen dient overwogen te worden of een gasafzuiging en verdere afgaszuivering nodig is, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies. Voor zeefdrukkerijen is deze techniek enkel haalbaar voor bedrijven die ingedeeld zijn in rubriek 59 en die de drempelwaarde voor het solventverbruik overschrijden. Bij de kleinere zeefdrukkerijen waarvan het solventgebruik lager is dan de drempelwaarde is het plaatsen van een naverbrander financieel niet haalbaar. In de composietsector zijn mogelijke reductietechnieken afhankelijk van de grootte van de stukken en de gebruikte productieprocessen, men geeft in deze sector de voorkeur aan bronmaatregelen (zie L17).
37. Voor bedrijven die zelf zacht PVC formuleringen compounderen voor extrusie en spuitgieten in zover alternatieven voorhanden zijn. De mogelijkheden hangen af van de producteigenschappen die men wenst.
38. Hiervoor is het akkoord van de klant nodig en dit kan in sommige gevallen problemen stellen.
39. In de zeefdrukkerij waar in vele gevallen kleine oplages gedrukt worden op heel diverse materialen is scheiding in soorten kunststof (kleur en type) niet zinvol.
40. Toepasbaar indien het product nog voldoet aan de gewenste kwaliteitseisen en op voorwaarde dat de eventuele klant hierin toestemt. Voor sommige gevoelige producten is het gebruik van secundaire producten beperkt.
41. De totale hoeveelheid verpakkingsafval moet voldoende groot zijn om de transportkosten te kunnen verantwoorden.
42. Toepassen bij gebruik van hygroscopische grondstoffen.
43. Toepasbaarheid is afhankelijk van de situatie.
44. Enkel mogelijk indien de kwaliteit van het eindproduct het hergebruik van productie-uitval toelaat en op voorwaarde dat de klant hierin toestemt.
45. Enkel zinvol voor soepele materialen, voor andere betekent het een extra energieverbruik. De techniek is in de sector momenteel nog onvoldoende gekend.
46.
47. Toepasbaar indien men over een constante aanvoer van thermoplastisch afval beschikt dat eenvoudig ontdaan kan worden van verontreinigingen en op voorwaarde dat de klant ermee instemt.
48. Toepasbaar voor grote series.
49. Schoonmaakcompounds kunnen slechts hergebruikt worden indien ze niet te vervuild zijn en op voorwaarde dat de eindproducten voldoen aan de gewenste kwaliteitseisen.
50. De mogelijkheid tot hergebruik is afhankelijk van de zuiverheid van het weekmakercondensaat.
51. Destillatie geeft meer risico's tenzij deze bij extern gebeurt.
52. "—" indien men de destillatie zelf uitvoert.
53. Indien men de destillatie extern laat uitvoeren.
54. Techniek nog onvoldoende ontwikkeld.
55. Enkel mogelijk in toepassingen waarbij de kwaliteit van het eindproduct niet in het gedrang komt.
56. "-" indien een waterig reinigingsmiddel gebruikt wordt
57. "-" indien een vluchtig solvent gebruikt wordt als reinigingsmiddel.
58. Er wordt meer reinigingsproduct verbruikt, maar er is minder gereedschap-"verbruik".
59. Indien een waterig reinigingsmiddel gebruikt wordt.
60. Op voorwaarde dat de resten schoon zijn, is het mogelijk deze in beperkte mate in te mengen bij de grondstoffen afhankelijk van de gewenste kwaliteit van het eindproduct.
61. De mogelijkheid om eenheden te smelten/sealen hangt af van het producttype en het productassortiment van de schuimen.
62. Milieu-effect is regionaal gebonden: "+" als het materiaal direct retour genomen kan worden en geen extra transport nodig is, "-" indien extra transport nodig is.
63. Afhankelijk van de nabijheid van de recyclagetoepassingen of indien het materiaal direct retour genomen kan worden.
64. Wanneer de middelen extern gedestilleerd worden, is er geen verhoogd risico.
65. Op voorwaarde dat de kwaliteit van het regeneraat voldoende is.
66. Een extra droogstap is nodig in het geval van watersijnden.
67. De hergebruiksmogelijkheden zijn afhankelijk van het type kunststof.
68. toepasbaar bij permanent gebruik (minstens dagelijks) van inkt en lijm in grote hoeveelheden. Voor drukkerijen is deze maatregel enkel zinvol indien gewerkt wordt met een mengkeuken waarin basiskleuren worden vermengd tot drukklare inkt of indien een heel beperkt gamma standaardkleuren in heel grote hoeveelheden worden gebruikt. Bovendien vormen het oproeren van inkten vooraleer ze verdeeld worden in de pers en het bijstellen van inkten op de pers bijkomende beperkingen voor het toepassen van deze maatrelgel bij drukkerijen

69. Bij zeefdrukkerij en wanneer de traceerbaarheid gegarandeerd moet worden, stelt deze maatregel problemen.
70. Wanneer de middelen extern gedestilleerd worden, is er geen verhoogd risico.
71. "—" indien de destillatie in het bedrijf zelf uitgevoerd wordt.
72. Deze techniek kan enkel ingezet worden bij grotere solventbehoeften en bij het gebruik van maximaal 1 of 2 solventsoorten. Voor kleine bedrijven zoals zeefdrukkerijen is deze technologie economisch niet haalbaar.
73. Indien men grote hoeveelheden, heel erg doordrongen poetsdoeken heeft.
74. Het terugwinnen van het reinigingssolvent door destillatie of terugbezorgen aan de leverancier zijn twee mogelijkheden die overwogen kunnen worden.
75. Bij aanschaf van nieuwe elektromotor en indien deze veel draaiuren zal hebben.
76. Toepasbaar bij zeer grote jaarlijkse productiehoeveelheden op éénzelfde spuitgietmachine, vooral geschikt voor nieuwe spuitgietmachines.
77. Toepasbaar bij grote machines waar een groot temperatuursverschil en een groot contactoppervlak is tussen de matrijs en de opspanplaat.
78. Een elektrische aangedreven schroef vergt een substantieel grote investering "—", terwijl een elektromotorische schroef terugverdiend kan worden in 3 jaar, vandaar "-".
79. Voor nieuwe spuitgietinstallaties tot een sluitkracht van 1000 ton. Een energiezuinige spuitgietmachine is een alternatieve mogelijkheid (zie E 13).
80. Voor nieuwe installaties is een elektrisch aangedreven schroef duur, maar een elektromotorische schroef haalbaar.
81. Bij uitbreiding of vervanging van spuitgietmachines of extruders. De volledig elektrische spuitgietmachine is een alternatieve mogelijkheid (zie E 12)
82. Er is waterbesparing mogelijk indien gewerkt wordt met een open koeltoren.
83. Indien men ruimteverwarming nodig heeft op de ogenblikken dat het koelproces in werking is. Het koelwater kan ook gebruikt worden voor drogen en verwarmen van materiaal bij de verwerking van thermoplasten (zie E 16).
84. Toepasbaar indien een continue, constante stroom restwarmte voorhanden is. De stralingswarmte van koelwater kan ook gebruikt worden voor de verwarming van ruimten (zie E 15).
85. Toepasbaar indien de machines vrij snel kunnen opstarten en voor regelmatige machinestilstanden langer dan 1 uur.
86. Bij uitbreiding of vervanging van machines met een sluitkracht vanaf 400 ton is een multipompsysteem rendabel. De ombouw van bestaande machines is rendabel voor continu producerende machines met een sluitkracht vanaf 400 ton en een energieverbruik van meer dan 500 000 kWh/jaar.
87. Economisch haalbaar voor spuitgietmachines met een sluitkracht vanaf 400 ton en een energieverbruik van meer dan 500 000 kWh/jaar, niet voor oude machines.
88. Vooral toepasbaar bij grote series met dezelfde matrijs en hetzelfde materiaal.
89. Deze optie is zinvol bij vervanging van de elektromotoren en bij grote verschillen tussen het geïnstalleerd en het werkelijk vereiste vermogen.
90. Rendabel bij vervanging of aanschaf van een nieuwe spuitkop.
91. Toepasbaar tot de maximale capaciteit van de spuitgietmachine bereikt is.
92. Toepasbaar bij grote, nieuwe bedrijven.
93. Indien de geschuimde producten gedroogd moeten worden en er voldoende stralingswarmte van het koelwater is.

5.2. Besluiten uit de evaluatie van de maatregelen

Hieronder worden de als BBT geselecteerde maatregelen opgesomd die voor alle kunststofverwerkende bedrijven gelden en nadien worden de BBT aangegeven die enkel van toepassing zijn op specifieke processen, met name:
– de verwerking van thermoplasten;
– de verwerking van composieten;
– de productie van schuimen;
– de bewerking van kunststoffen;
– de nabehandeling van kunststoffen (bedrukken en lijmen).

5.2.1. Algemene BBT voor alle bedrijven die kunststoffen verwerken

Voor alle bedrijven die kunststof verwerken zijn de volgende maatregelen als BBT geselecteerd.

Het is BBT om het ***watergebruik*** te beperken door
– een waterbesparingsonderzoek uit te voeren en de maatregelen toe te passen voor bedrijven met een waterverbruik vanaf 5 000 m³ per jaar (W1).

De BBT met betrekking tot de beperking van de VOS-emissies bij reinigingsactiviteiten hebben ook een waterbesparing tot gevolg.

Het is BBT om ***watervervuiling*** te voorkomen of beperken door
– calamiteiten te voorkomen indien chemicaliën toegepast worden (W2).

Het is BBT om ***de stofemissie*** bij te beperken door
– stoffilters te gebruiken bij het centraal vermalen van kunststofresten (L2).

Het is BBT om ***emissies van VOS*** te beperken bij de reinigingsactiviteiten door
– reinigingsmiddelen op basis van solvent te vervangen door één van de volgende alternatieve producten en processen afhankelijk van het te reinigen oppervlak en de te verwijderen vervuiling:
  • een reinigingssolvent met hoog vlampunt (L44);
  • een reinigingsmiddel op basis van water (L46);
  • reiniging van machine-onderdelen met hoge druk waterspray (L48);
  • reiniging van machine-onderdelen met poederspray (L49);
  • ultrasoon reinigen (L50);
  • reinigen met droog ijs (CO_2) (L51);
  • thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen (L52 zie TF 9);

  Deze maatregelen kunnen een bijkomende afvalwaterstroom veroorzaken.
– een automatische wasinstallatie voor machine-onderdelen en uitrusting te gebruiken bij flexo- en diepdrukprocessen en bij zeefdrukinstallaties voor grote formaten, maar voor de reiniging van machine-onderdelen van andere kunststof-verwerkings-processen kunnen in dergelijke wasinstallaties ook overwogen worden (L47).

Na het toepassen van alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen dient overwogen te worden of een afzuiginginsinstallatie nodig is om de diffuse emissie geleid te maken en verdere nageschakelde technieken nodig zijn, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies.[31] (L53 zie TF 20).

[31] Voor zeefdrukkerijen is deze techniek enkel haalbaar voor bedrijven die ingedeeld zijn in rubriek 59 en die de drempelwaarde voor het solventverbruik overschrijden. Bij de kleinere zeefdrukkerijen waarvan het solventgebruik lager is dan de drempelwaarde is het plaatsen van een naverbrander financieel niet haalbaar.

Het is BBT ***toxische luchtemissies*** te voorkomen door:
– substitutie van aromatische of gehalogeneerde reinigingssolventen (L45).

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
algemeen:
– het product goed ontwerpen en een variabel aantal eindproducten af te spreken met de klant, op voorwaarde dat de klant hierin toestemt (A1 zie TF 21);
– het beperken van het aantal grondstofsoorten, op voorwaarde dat de klant hierin toestemt (A2);
– een goede productieplanning (A3 zie TF 22);
– de registratie van procesparameters (A4);
– gescheiden inzameling van afval en good housekeeping (A5 zie TF 25);
– regelmatig onderhoud van de machines en controle van de oliekwaliteit (A6);
– het gebruik van intern en/of extern gerecycleerd materiaal, in de mate dat de kwaliteit van het eindproduct niet aangetast wordt en op voorwaarde dat de klant hierin toestemt (A7 zie TF 23);
– kwaliteitsbeheersing van het product (A8);
bij de voorbewerking:
– good housekeeping van verpakkingsafval van de grondstoffen (A9 zie TF 24);
– grote hoeveelheden volumineus plastic verpakkingsafval compacteren met een pers (A10);
– het intern vermalen en verwerken van productie-uitval, indien de kwaliteit van het eindproduct het hergebruik van productie-uitval toelaat en op voorwaarde dat de klant hierin toestemt (A13 zie TF 26);
– koud vermalen van soepele materialen met cryogeen koelsysteem (A14);
bij algemene reinigingsactiviteiten:
– wegwerp of herbruikbare poetsdoeken gepast behandelen (A51);
– solvent uit poetsdoeken verwijderen bij grote hoeveelheden, sterk doordrongen poetsdoeken (A52);
– het gebruikte reinigingssolvent terugwinnen van door destillatie of terugbezorgen aan de leverancier (A53 en A54).

Het is BBT om de ***bodem*** te beschermen door een regelmatig nazicht van de rioleringen indien men chemicaliën gebruikt (B1).

Het is BBT om het ***energieverbruik*** te reduceren door:
– een energiebesparingsonderzoek uit te voeren en de maatregelen toepassen (E1);
– over te schakelen op spaarlampen of selectief te verlichten (E2);
– een frequentieregeling op elektromotoren te plaatsen (E3);
– bij vernieuwingsinvesteringen elektromotoren met hoog rendement aan te schaffen wanneer men weet dat ze veel draaiuren zullen hebben (E4);
– een optimaal gebruik van de maalmolens (E5 zie TF 32);
– een optimaal gebruik van de grondstofdrogers (E6).

Indien op basis van de lokatie van de installatie er een risico is op plaatselijke hinder door ***geluid***, kunnen één of meerdere van de volgende maatregelen toegepast worden om deze hinder te beperken:
– Isolatie van maalmolens en compressoren (GL1);
– Concrete maatregelen tegen geluidshinder (GL2 zie TF 35);
– Isolatie van leidingen (GL3);
– Bestrijden van trillingshinder (GL4).

Naast de algemene BBT, die gelden voor alle kunststofverwerkende bedrijven, worden ook BBT bepaald voor specifieke activiteiten en processen. Deze worden hieronder afzonderlijk samengevat voor de verwerking van thermoplasten, de verwerking van composieten, de productie van schuimen, de bewerking van kunststoffen en de nabehandeling van kunststoffen.

5.2.2. BBT bij de verwerking van thermoplasten

Hieronder worden de BBT samengevat die specifiek zijn voor de productie van thermoplasten. Ze zijn gericht op het watergebruik en de -vervuiling, de emissiereductie van stof en VOS, de afvalreductie, het grondstof- en energiegebruik.

Het is BBT om het ***watergebruik*** te beperken door
– een gesloten koelwatercircuit toe te passen indien koelwater vereist is (W4).

Het is BBT om ***watervervuiling*** te voorkomen of beperken door
– een gaas onder de afwateringsroosters te plaatsen bij de losplaats, indien de kans op vervuiling door grondstofkorrels bestaat (W3).

Het is BBT om ***de stofemissie*** bij de voorbehandeling te beperken door
– stoffilters te gebruiken bij droge mengtechnieken bij compounding (L1);
– gekleurde masterbatchen te gebruiken in plaats van poedervormige pigmenten (L3);
– (voor)verpakte additieven te gebruiken bij het maken van een compound (L4).

Het is BBT om ***emissies van VOS (en geurhinder)*** te beperken door
– de luchtemissies van weekmaker en verdunner te behandelen bij de verwerking van PVC (L5 zie TF 16);
– geur- en oplosmiddelvrije stabilisatoren te gebruiken bij de verwerking van PVC (L6);

Het is BBT voor bedrijven die zelf PVC-formuleringen compounderen voor extrusie en spuitgieten om ***lood en koper*** in stabilisatoren voor PVC-compounding zoveel mogelijk te vervangen door alternatieven voor zover deze voorhanden zijn en deze de gewenste producteigenschappen niet in het gedrang brengen (G1).

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
– het voordrogen van hygroscopische kunststoffen (A11);
– het waterdicht opslaan van vochtgevoelige granulaten (A12);
– een wanddikteregelsysteem gebruiken bij extrusie en blazen (A15);
– een hot-runner of naaldafsluiter installeren bij spuitgieten van producten met hoge omzet en relatief grote aanspuitingen (A16 zie TF 26);
– een neusafsluiter monteren bij spuitgieten (A17);
– een geautomatiseerde transportband voor de aanspuitingen te gebruiken bij spuitgieten (A18);
– technische aanpassingen bij de verwerking van thermoplasten (A19 zie TF 28);
– verwerkingsmachine aanpassen aan de rheologische eigenschappen van het polymeer bij verwerking van thermoplasten (A20);
– een olieregeneratiesysteem installeren bij spuitgietmachines (A21);
– gerecycleerd materiaal toepassen in meerlaagsysteem bij extrusie, indien men over een constante aanvoer van thermoplastisch afval beschikt en op voorwaarde dat de klant hiermee instemt (A22 zie TF 29);
– de schroef tijdig vervangen bij extrusie, spuitgieten en blazen (A23);

- voorzien van extra cilinders voor spuitgietmachines en extruders voor grote series (A24);
- toevoegen voorverpakte additieven bij verwerking van zacht PVC (A26);
- gasinjectie toepassen bij spuitgieten van volumineuze en/of dikwandige producten (A27 zie TF 30);
- corrosie en afzettingen verwijderen in koelkanalen bij koeling van thermoplasten (A28);
- temperatuurwisselingen bij thermovormen voorkomen (A29);
- een geschikte warmtetoevoer kiezen voor de oven bij thermovormen (A30);
- gestanste plaat van thermovormen hergebruiken of laten ophalen (A31);
- het weekmakercondensaat van verwerking van weekgemaakte thermoplasten extern laten destilleren en hergebruiken indien de kwaliteit voldoende is of de energie-inhoud van het weekmakercondensaat recupereren door inspuiten in de branderinstallatie (A32 b.).

Het is BBT om het ***energieverbruik*** te reduceren door:
- een PID-regeling op cilinder en kalibreersysteem te plaatsen bij extrusie en spuitgieten (E7);
- de matrijs bij spuitgieten gepulseerd te koelen bij zeer grote jaarlijkse productiehoeveelheden op éénzelfde spuitgietmachine en voor nieuwe spuitgietmachines (E8 zie TF 34);
- het optimaliseren van de ligging van de koelkanalen bij spuitgieten (E9);
- isolateren van de cilinder bij extrusie- en spuitgietmachines (E10);
- isolatie te plaatsen tussen de opspanplaat en de matrijs bij grote machines waar een groot temperatuursverschil en een groot contactoppervlak is tussen de matrijs en de opspanplaat (E11);
- bij het aankopen van een nieuwe spuitgietinstallatie één van volgende opties te nemen:
  - een volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine (voor een sluitkracht tot 1000 ton) (E12 a. zie TF 35)
  - een energiezuinige spuitgietmachine (E13);
  - een elektrisch of elektromotorisch aangedreven schroef (E12 b. zie TF36);
- bij het aankopen van een nieuwe extruder te opteren voor een energiezuinige machine (E13);
- oude extrusie- en spuitgietmachines vervangen door nieuwe (E14);
- stralingswarmte van koelwater van verwerking van thermoplasten te gebruiken voor ruimteverwarming indien men ruimteverwarming nodig heeft op het ogenblik dat het koelproces in werking is (E15);
- indien een continue, constante stroom restwarmte voorhanden is deze warmte te gebruiken voor drogen en verwarmen bij verwerking van thermoplasten (E16);
- extrusie- en spuitgietmachines te uitschakelen in plaats van stand-by te zetten indien zich regelmatig stilstanden van meer dan 1 uur voordoen en de machines vrij snel terug opgestart kunnen worden (E17);
- een multipompsysteem of een volumepomp met variabel debiet te installeren bij spuitgietmachines met een sluitkracht vanaf 400 ton en een energieverbruik van boven 500 000 kWh/jaar (E18);
- een energiemonitor uit te voeren voor optimale instelling van spuitgietproces bij grote series met dezelfde matrijs en hetzelfde materiaal (E19);
- een juiste dimensionering van elektromotoren bij extrusie en blazen wanneer de elektromotor aan vervanging toe is of bij grote verschillen tussen het geïnstalleerd en het werkelijk vereist vermogen (E20);
- zuinige blaasmondjes te gebruiken bij luchtkoeling (E21);
- meervoudige spuitkoppen aan te schaffen bij extrusie bij uitbreiding of vervanging (E22);
- meervoudige matrijzen voor gelijkaardige producten te installeren bij spuitgieten tot de maximale capaciteit bereikt is (E23);

– hydrauliek-koeling toe te passen bij spuitgietmachines (E24);
– twee koelcircuits op verschillende temperaturen te gebruiken in grote nieuwe bedrijven (E25);
– katalytische gasbranders te gebruiken bij thermovormen (E26).

5.2.3. BBT bij de verwerking van composieten

Hieronder worden de BBT samengevat die specifiek zijn voor de verwerking van composieten. Ze zijn gericht op de emissiereductie VOS, de afvalreductie en het grondstofgebruik.

Het is BBT om ***emissies van VOS (en geurhinder)*** te beperkten door
– harsen te gebruiken die minder styreen emitteren (L7 zie TF 2, 3 en 4);
– de spuittechniek aan te passen bij harsspuiten (L9 zie TF 5 en 6);
– voorgeïmpregneerde matten te gebruiken voor de productie van weinig gekromde vlakken met SMC-verwerking in geval van grote reeksen met dezelfde producten (L10);
– bij het spuiten van de harsen een keuze te maken uit één van volgende maatregelen afhankelijk van de toepassing:
  • handmatig spuiten bij kleine series (1-3 stuks) en reparaties (L11);
  • gesloten systemen bij grotere series (5 000-10 000 stuks per jaar) (L12 zie TF 7);
  • vacuümfoliesysteem bij grotere series (5 000-10 000 stuks per jaar) (L13);
– methyleenchloride en aceton schoonmaakmiddelen waar mogelijk vervangen (L14 zie TF 8);
– good housekeeping maatregelen te respecteren tegen emissies van styreen en oplosmiddelen (L15 zie TF 10);
– een gesloten leidingsysteem te voorzien voor oplosmiddelen, rekening houdend met de veiligheidsrisico's en hars (mits continu hetzelfde hars gebruikt wordt) in grote bedrijven (L16);
– de luchtemissies van composietverwerking te behandelen[32] (L17 zie TF 11, 12, 13, 14, 15 en 20).

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
– intern hergebruiken van resten van glasvezel versterkte kunststof op voorwaarde dat de kwaliteit van het eindproduct niet in het gedrang komt (A34);
– coldrunners plaatsen in matrijzen bij spuitgieten van composieten (A35);
– bij harsverwerking emmers, kwasten en rollers reinigen met een waterig reinigingsmiddel en het materieel hergebruiken (A36).

5.2.4. BBT bij de productie van schuimen

Hieronder worden de BBT samengevat die specifiek zijn voor de productie van schuimen. Ze zijn gericht op de emissiereductie van VOS, ozonafbrekende stoffen en verbrandingsgassen, de afvalreductie, het grondstof- en energiegebruik.

Het is BBT om ***emissies van VOS*** te beperken door

[32] Na het toepassen van alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen dient overwogen te worden of een afzuiginginsinstallatie nodig is om de diffuse emissies geleid te maken en eventueel nageschakelde technieken vereist zijn, rekening houdend met de hoeveelheid restemissies.

- TDI te vervangen door MDI bij productie van zacht PUR-schuim wanneer de densiteit niet te laag hoeft te zijn (L18);
- CO_2 te gebruiken als blaasmiddel voor de productie van opencellig zachtschuim[33] (L20) of een variabele druk schuiminstallatie voor de productie van zacht PUR-schuim in geval van een nieuwe installatie of de vervanging van een bestaande (L22);
- CO_2 te gebruiken als blaasmiddel voor de productie van vormschuim met integrale huid tenzij de kwaliteitseisen inzake slijt- en scheurvastheid zo hoog liggen dat pentaan als blaasmiddel vereist is (L21);
- het gebruik van blaasmiddel te minimaliseren door de keuze van het polyol (L23);
- een afdeksysteem toe te passen voor blokschuimen van zacht PUR (L24);
- de spuitkop bij de productie van zacht-PUR schuim na te spoelen met (polyether)polyol (L25);
- voor de extrusie van (X)PS CO_2 of N_2 als blaasmiddel te gebruiken[34] (L29);
- het spoelmiddelverbruik te reduceren (L30);
- de luchtemissies van de schuimproductie te behandelen[32] (L31 zie T14 en 20).

Sommige van deze maatregelen reduceren eveneens de emissie van ozonafbrekende stoffen.

Het is BBT de emissie van ***ozonafbrekende stoffen*** te voorkomen door
- pentaan te gebruiken als blaasmiddel voor de productie van isolatieschuim (L19 zie TF 17).

Het is BBT om de emissie van ***verbrandingsgassen*** te beperken door
- het verbrandingsproces voor stoomproductie bij de productie van EPS te optimaliseren (L28).

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
- reductie van overmaat polyol bij de productie van zacht PUR-schuim (A37);
- hergebruik van “schone” EPS-schuimresten, de mate van inmenging bij de grondstoffen is afhankelijk van de gewenste kwaliteit van het eindproduct (A38);
- kleine eenheden schuimproducten smelten/sealen tot grote eenheden, de mogelijkheden hangen af van het producttype en het productassortiment van de schuimen (A39);
- intern hergebruik zacht-schuimresten (A40);
- compacteren van “schone” schuimresten en extern hergebruik (A41);
- verzamelen van secundair materiaal (EPS-schuimresten) en aanbieden voor recyclage, indien de recyclagetoepassingen zich in de directe nabijheid situeren of indien het materiaal retour genomen kan worden (A42);
- regenereren en extern recycleren van oplos- en spoelmiddel (A43).

Het is BBT om het ***energieverbruik*** te reduceren door:
- de stralingswarmte van koelwater te gebruiken voor het drogen van schuimproducten (E27);

5.2.5. BBT bij de bewerking van kunststoffen

Hieronder worden de BBT samengevat die specifiek zijn voor de bewerking van kunststoffen. Ze zijn gericht op de afvalreductie en het grondstofgebruik.

[33] Uitzondering: wanneer hoge brandveiligheidseisen gesteld worden

[34] Enkel voor veeleisende, technologische toepassingen die extreem hoge isoltatiewaarden vereisen met een minimale dikte (brandweerwagens, koeltransport) kan het gebruik van HFK’s aanvaard worden.

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
- in-line afsnijden, vermalen en verwerken van afgesneden randen (A44);
- gloeidraad, waterstraal of laserstraal in plaats van zaag gebruiken bij de bewerking van kunststoffen (A45);
- zaagsel van bewerking opvangen en indien het type kunststof het toelaat intern verwerken (A46).

5.2.6. BBT bij de nabehandeling van kunststoffen (bedrukken en lijmen)

Hieronder worden de BBT samengevat die specifiek zijn voor de nabehandeling van kunststoffen. Ze zijn gericht op het watergebruik en de -vervuiling, de emissiereductie van VOS en ozon, de afvalreductie, het grondstof- en energiegebruik..

Het is BBT om het ***watergebruik*** te beperken door
- het reinigings- en spoelwater van het reinigen van machineonderdelen waarmee waterverdunbare lijm wordt aangebracht te hergebruiken (W5).

Het is BBT om ***watervervuiling*** te voorkomen of beperken door
- zorgvuldig te werken met waterige inkten en lijmen en afvalwater gepast te behandelen (W6).

Het is BBT om ***emissies van VOS (en geurhinder)*** te beperken door
- substitutie van solventlijm door één van de volgende alternatieve lijmtypes of alternatieve technieken afhankelijk van de toepassing
  - watergedragen lijm (incl. folielamineren) (L33 zie TF 18);
  - high-solid alternatieven (L34);
  - smeltlijm (L35);
  - reactielijm zonder solvent (L36);
  - radiation-curing alternatieven (L37);
  - co-extrusie (L38);
  - (laser)lassen (L39);
- substitutie van solventhoudende inkten door één van de volgende alternatieven afhankelijk van de toepassing
  - watergedragen inkt (L40 zie TF 18);
  - UV-hardende systemen (L41);
  - electronbeam uithardende systemen (L42);
- de luchtemissies van de diepdrukprocessen te behandelen (L43 zie T19 en 20).

Het is BBT de emissie van ***ozon*** te beperken door
- een O_3-quencher te gebruiken bij een corona of UV/O_3-behandeling bij de voorbehandeling van kunststoffen op het drukproces (L32).

Het is BBT om ***afval*** te reduceren en het ***grondstofgebruik*** te beperken door de volgende maatregelen toe te passen:
- gesloten containers met aftapinstallatie gebruiken voor lijm en inkt bij permanent gebruik van de inkten en lijmen in grote hoeveelheden (A47);
- inkt- en lijmresten op waterbasis hergebruiken, maar wanneer de traceerbaarheid gegarandeerd moet worden, stelt deze maatregel problemen en bij zeefdrukkerijen is deze maatregel niet uitvoerbaar (A48 zie TF 30);

- corona- of plasmatechniek gebruiken in plaats van vlambehandeling bij de nabehandeling (A49);
- (externe) destillatie van solventhoudend afval van lijmen en bedrukken bij grotere solventbehoeften en bij gebruik van maximaal 1 of 2 solventsoorten (A50).

Het is BBT om het ***energieverbruik*** te reduceren door:
- energie-efficiënte systemen te gebruiken in het droogproces na het lijmen en/of bedrukken (E28).

Hoofdstuk 6 AANBEVELINGEN OP BASIS VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN

6.1. Inleiding

De beste beschikbare technieken vormen een belangrijke basis voor het opstellen en concretiseren van de milieuregelgeving en de ecologie premie.

De vertaling van de BBT naar milieuregelgeving kan gebeuren via twee sporen. Vooreerst kunnen de BBT-conclusies in paragraaf 5.2. als uitgangspunt gebruikt worden door vergunningverleners bij het vastleggen van bijzondere vergunningsvoorwaarden. Daarnaast kan de wetgever, indien dit nuttig/nodig mocht blijken, op basis van de geselecteerde BBT een aanpassing van de sectorale vergunningsvoorwaarden (cfr. Vlarem II) doorvoeren. In paragraaf 6.2. van dit hoofdstuk worden de bestaande sectorale vergunningsvoorwaarden voor de kunststofverwerking getoetst aan de BBT, en worden suggesties gegeven voor mogelijke aanpassingen van de milieuregelgeving.

De studie heeft als doelstelling om BBT op sectorniveau te bepalen. De aanbevelingen die in dit hoofdstuk gesuggereerd worden, hebben bijgevolg eveneens betrekking op het sectorniveau. Voor de afleiding van BBT op bedrijfsniveau verwijzen we naar de methode op de BBT-EMIS website (http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/richtlijn_bepalen_bbt.pdf). De IPPC richtlijn (overweging nr. 17) maakt hierbij de overweging dat “de emissiegrenswaarden, parameters of gelijkwaardige technische maatregelen gebaseerd moeten worden op de beste beschikbare technieken, zonder het gebruik van een bepaalde techniek of technologie voor te schrijven en met inachtneming van de technische kenmerken en de geografische ligging van de betrokken installatie, alsmede de plaatselijke milieu-omstandigheden.”

In paragraaf 6.3. worden suggesties gemaakt om een aantal technieken in aanmerking te nemen voor ecologiepremie.

Tenslotte worden in paragraaf 6.4. beloftevolle technieken naar voor geschoven die nog verder ontwikkeld moeten worden om in een later stadium mogelijk in aanmerking te komen als BBT.

6.2. Aanbevelingen voor de milieuregelgeving

In deze paragraaf worden de bestaande sectorale vergunningsvoorwaarden (cf. Vlarem II) getoetst aan BBT. Deze evaluatie kan, indien dit nuttig/nodig mocht blijken, door de wetgever als basis gebruikt worden om aanpassingen aan de regelgeving door te voeren.

6.2.1. BBT ter beperking van luchtemissies

a. Huidige sectorale voorwaarden met betrekking tot lucht

De meeste kunststofverwerkende bedrijven die in deze studie behandeld worden zijn ingedeeld in de rubrieken 11, 23 en/of 59. Hiervoor gelden specifieke sectorale emissienormen. (zie ook 2.4.2. d.) voor vluchtige organische stoffen[35]. Voor de kunststofsector worden deze in Art.

[35] Bovendien gelden voor de grafische industrie ook normen voor Cr(VI)-verbindingen, Cr(III)-, Sr- en Zn-chromaat, SOx, NOx, Pb en zijn verbindingen en Cr en zijn verbindingen.

5.23.1.1. gegeven, voor de grafische sector in Art. 5.11.0.5.. Voor de bedrijven ingedeeld in rubriek 59 geeft Bijlage 5.59.1 van Vlarem II de emissiegrenswaarden aan tenzij de bedrijven verkiezen een equivalent reductieprogramma te volgen. In dit laatste geval moeten ze voldoen aan de eisen van beschreven in Bijlage 5.59.2 van Vlarem II.

b. BBT met betrekking tot lucht

De algemene BBT met betrekking tot lucht zijn gericht op het beperken van de stofemissie bij het centraal vermalen van kunststofresten en de VOS-emissies bij de reinigingsactiviteiten. In dit laatste geval worden een hele reeks alternatieven voorgesteld om de VOS-emissies te voorkomen en/of beperken.

Verder zijn de BBT met betrekking tot lucht specifiek voor het betrokken proces, nl.:
- bij de verwerking van thermoplasten zijn de BBT gericht op beperken van emissie van stof en VOS bij het compounderen en van VOS bij de verwerking van PVC;
- bij de verwerking van composieten richten de BBT zich op het voorkomen/beperken van de emissie van styreen afkomstig van de harsen en de emissie van oplosmiddelen;
- bij de productie van schuimen stellen BBT alternatieve blaasmiddelen voor om de emissie van ozonafbrekende stoffen en VOS te voorkomen;
- bij het lijmen en bedrukken bieden BBT alternatieven voor solventgedragen lijmen en inkten.

c. Toetsing van de huidige sectorale voorwaarden aan de BBT

Globaal genomen zijn de algemene en sectorale emissienormen voor de betrokken rubrieken in overeenstemming met de geselecteerde BBT voor het reduceren van de emissies van VOS en ozonafbrekende stoffen aangegeven in paragraaf 5.2..

Wat de stofemissies betreft, kunnen bij het toepassen van doekenfilters bij het centraal vermalen van kunststofresten lagere emissiewaarden bekomen worden dan de algemene emissienorm voor stof. Doekenfilters laten toe emissies beneden 20 mg/Nm³ te bereiken.

Bij het solventgebaseerd lamineren, (lakken) en rotatiediepdrukken van kunststoffen is het mogelijk om door krachtige droging na elk drukwerk én bodem- of randafzuiging tussen de drukwerken, 90% van de solventinput geleid te maken en naar een nabehandeling (naverbrander) te leiden zodat de totale emissie gereduceerd wordt tot hij 10%[36] van de bedraagt van de referentie-emissie[37]. Hieruit blijkt dat door het toepassen van BBT voor het lamineren, (lakken) en het bedrukken van kunststoffen met diepdruk lagere emissiewaarden gehaald kunnen worden dan momenteel verplicht is volgens de Vlarem-rubriek 59. (Aminal, 2002).

[36] In individuele gevallen, dit is wanneer het technisch mogelijk is de installatie op onderdruk te plaatsen, zijn zelfs hogere beperkingen dan 10% van de jaarlijkse referentie-emissie mogelijk. Dit is echter niet steeds de beste oplossing met het oog op de hygiëne van de verpakkingen (vb. meer stof op verpakkingen van voedingswaren).

[37] De jaarlijkse referentie-emissie voor het lamineren en diepdrukken is 4 keer de totale massa aan vaste stof in de hoeveelheid inkt en/of kleefstof die per jaar wordt gebruikt. Vaste stof is ieder materiaal in inkt en kleefstof dat vast wordt wanneer het water of de vluchtige organische stoffen zijn verdampt. (zie Vlarem II bijlage 5.59.2.3.). De Vlaamse minister kan deze factor "4" overeenkomstig de bepalingen van artikel 5.59.2.1, § 2, voor individuele installaties aanpassen om rekening te houden met een aangetoonde stijging van het rendement bij het gebruik van vaste stoffen.

d. Voorstel

De sector geeft aan dat er momenteel een BAT Reference document voor de sector (European Commission, 2005) opgesteld wordt. In de draft versie van deze studie worden volgende BAT-gerelateerde emissiewaarden voorgesteld voor 4 verschillende situaties:

– een inrichting die nog niet van nageschakelde technieken is voorzien en in de toekomst niet van substitutie zal gebruik maken om de solventrichtlijn na te leven: 7,5 à 12,5% van de referentie-emissie;
– een inrichting waarvan alle machines aangesloten zijn op nageschakelde technieken: 7,5 à 12,5% van de referentie-emissie;
– een inrichting die reeds geïnvesteerd heeft in nageschakelde technieken en voldoet aan de solventrichtlijn met het reductieprogramma. Sommige machines zijn echter nog niet aan een nageschakelde techniek gekoppeld.
    • machines met nageschakelde technieken: 7,5 à 12,5% van de referentie-emissie;
    • emissiegrenswaarde volledige inrichting: 25% van de referentie-emissie;
    • wanneer niet aangesloten machines vervangen worden door nieuwe machines, worden deze aangesloten aan de nageschakelde technieken of maken gebruik van solventarme inkten, lakken en/of lijmen;
– een inrichting die voldoet aan de solventrichtlijn door substitutie en dus niet uitgerust is met nageschakelde technieken: 25%.

In de sectorstudie grafische (Aminal, 2002) wordt gesteld dat een emissiegrenswaarde van 10% van de referentie-emissie haalbaar is.

Deze conclusies kunnen in Vlarem verwerkt worden als sectorale voorwaarden. De mogelijkheid om de emissie in specifieke installaties verder te beperken[36] kan geëvalueerd worden bij het opstellen van de individuele (bijzondere) vergunningsvoorwaarden.

Daarnaast vormen de BBT-conclusies inzake luchtemissies geen aanleiding tot concrete voorstellen voor nieuwe emissienormen.

De BBT-conclusies voor lucht kunnen omgezet worden in middelvoorschriften in de Afdelingen 5.23 en 5.11 van Vlarem II. Een al te strikte vertaling van de BBT-maatregelen naar de sectorale voorwaarden wordt echter niet wenselijk geacht. De wijze waarop de BBT in de praktijk worden ingevuld kan/moet immers sterk verschillen van installatie tot installatie, rekening houdend met lokale factoren (ruimtelijke ordening, inplanting, hindergevoeligheid van de buurt) en de eigenheid van de procesvoering. Om deze reden wordt geen voorstel voor bijkomende sectorale voorwaarden ter beperking van luchtemissies in de kunststofverwerkende en grafische sector gemaakt.

6.2.2. BBT ter beperking van watergebruik en lozing van afvalwater

a. Huidige sectorale voorwaarden met betrekking tot water

De meeste kunststofverwerkende bedrijven zijn ingedeeld in rubriek 23 en hebben geen sectorale lozingsvoorwaarden voor afvalwater. Hier zijn de algemene lozingsvoorwaarden van Afdeling 4.2.2. van toepassing. Voor de bedrijven die kunststoffen bedrukken en die onder rubriek 11 ingedeeld zijn, gelden naast de algemene lozingsvoorwaarden echter de sectorale lozingsvoorwaarden van de grafische industrie (Vlarem II bijlage 5.3.2.16. zie ook in deze studie onder rubriek 2.4.2. punt c).

b. BBT met betrekking tot water

De BBT met betrekking tot water voor alle kunststofverwerkende bedrijven zijn gericht op het beperken van het watergebruik en het voorkomen van calamiteiten (zie 5.2.1).

De typische kunststofverwerkende processen, zoals de verwerking van thermoplasten, composieten en schuimen, gebruiken geen water en veroorzaken evenmin een afvalwaterstroom, tenzij bij reinigingsactiviteiten van apparaten en machine-onderdelen. Door het toepassen van de geselecteerde BBT is het mogelijk de lozing van dit reinigingswater te beperken of te voorkomen. Indien de reiniging van machine-onderdelen gecentraliseerd en efficiënt gebeurt met waterbesparende technieken of zonder water, dan ontstaat geen afvalwaterstroom of slechts een geringe hoeveelheid afvalwater.

Enkel bij het gebruik van koelwatercircuits voor het koelproces van thermoplasten en bij het bedrukken en lijmen wordt water ingezet. In deze gevallen beschrijven de BBT hoe de hoeveelheid afvalwater zoveel mogelijk gereduceerd kan worden. Een gesloten koelcircuit kan bij de verwerking van thermoplasten het waterverbruik sterk terugdringen. Wanneer de BBT toegepast worden bij het drukken en lijmen met watergedragen middelen, wordt de hoeveelheid afvalwater eveneens beperkt. Wel dient opgemerkt dat het overschakelen van solventgedragen systemen op watergedragen middelen steeds een bijkomende afvalwaterstroom teweeg brengt.

c. Toetsing van de huidige voorwaarden aan de BBT

De BBT voor de kunststofverwerking zijn gericht op waterbesparingstechnieken en het voorkomen van calamiteiten en zijn complementair aan de algemene lozingsvoorwaarden voor afvalwater waar de kunststofverwerkende bedrijven moeten aan voldoen.

d. Voorstel

Door het toepassen van de BBT wordt de hoeveelheid en de verontreiniging van afvalwater beperkt en zijn er verschillende mogelijkheden voor de afvoer ervan (volgens afnemende voorkeur):

- het afvalwater zoveel mogelijk hergebruiken al dan niet in het eigen productieproces (d.i. het uitgangspunt)
- het afvalwater zelf zuiveren zodat het voldoet aan de lozingsnormen voor oppervlaktewater en lozen op een geschikt oppervlaktewater[38];
- de afvalwaterstroom aansluiten op een RWZI indien de afvalwaterstroom goed verwerkbaar is op de RWZI en de werking van de openbare zuiveringsinfrastructuur niet verstoort;
- niet verwerkbare, sterk vervuilde afvalwaters laten ophalen en verwerken door een erkende afvalverwerker.

Voor nieuwe kunststofverwerkende bedrijven die niet bedrukken of lijmen bevelen we een nullozing aan. Voor de verwerking van thermoplasten kan voor koelwater afgeweken worden van de nullozing[38].

[38] De lozing van het afvalwater moet gebeuren overeenkomstig de vergunningsvoorwaarden en de hierin gestelde normen voor de milieugevaarlijke stoffen die zich in dit afvalwater (koelwater) kunnen bevinden, zoals gebromeerde brandvertragers o.a. deca-DBE en TBBA, weekmakers o.a. ftalaten (DEHP en BBP) en bisfenol A, zware metalen (in stabilisatoren, pigmenten en kleurstoffen, schimmelwerende middelen), alkyl- en octylfenolen en eventueel andere zwarte en grijze lijststoffen indien deze in de gebruikte kunststoffen aanwezig zijn. Indien het proces- of koelwater rechtstreeks in contact komt met de kunststof kunnen deze verontreinigende stoffen namelijk in het afvalwater terecht komen.

De BBT-conclusies voor water kunnen omgezet worden in middelvoorschriften in de Afdelingen 5.23 en 5.11 van Vlarem II. Een al te strikte vertaling van de BBT-maatregelen naar de sectorale voorwaarden wordt echter niet wenselijk geacht. De wijze waarop de BBT in de praktijk worden ingevuld kan/moet immers sterk verschillen van installatie tot installatie, rekening houdend met lokale factoren (ruimtelijke ordening, inplanting, hindergevoeligheid van de buurt) en de eigenheid van de procesvoering. Om deze reden wordt geen voorstel voor bijkomende sectorale voorwaarden in verband met waterlozingen in de kunststofverwerkende of de grafische sector gemaakt.

6.2.3. BBT ter beperking van afval en grondstofgebruik

a. Huidige sectorale voorwaarden ter beperking van afvalstoffen en grondstofgebruik

Vlarem II bevat noch voor de kunststofverwerkende noch voor de grafische sector specifieke sectorale voorwaarden ter beperking van afvalstoffen en grondstofgebruik.

b. BBT met betrekking tot afvalstoffen en grondstoffen

Met betrekking tot afvalstoffen en grondstoffen werden een groot aantal BBT bepaald (zie 5.2.), zowel algemeen toepasbare BBT voor alle kunststofverwerkende bedrijven, als BBT voor specifieke processen.

c. Voorstel

Een al te strikte vertaling van de BBT-maatregelen naar de sectorale voorwaarden wordt niet wenselijk geacht. De wijze waarop de BBT in de praktijk worden ingevuld kan/moet immers sterk verschillen van installatie tot installatie, rekening houdend met lokale factoren (ruimtelijke ordening, inplanting, hindergevoeligheid van de buurt) en de eigenheid van de procesvoering. Om deze reden wordt geen voorstel voor bijkomende sectorale voorwaarden ter beperking van afvalstoffen en grondstofgebruik in de kunststofverwerkende en grafische sector gemaakt.

6.2.4. BBT ter bescherming van bodem

a. Huidige sectorale voorwaarden ter bescherming van bodem

Vlarem II bevat noch voor de kunststofverwerkende noch voor de grafische sector specifieke sectorale voorwaarden ter bescherming van de bodem.

b. BBT met betrekking tot bodem

Inzake bodembescherming werd één algemene BBT gedefinieerd, met name het regelmatig nazicht van de bedrijfsriolering wanneer chemicaliën gebruikt worden.

c. Voorstel

Er wordt met betrekking tot de bescherming van de bodem geen voorstel voor sectorale voorwaarden van Vlarem II gemaakt.

6.2.5. BBT ter beperking van energieverbruik

a. Huidige sectorale voorwaarden ter beperking van energieverbruik

Vlarem II bevat noch voor de kunststofverwerkende noch voor de grafische sector specifieke sectorale voorwaarden ter beperking van het energieverbruik.

De wetgeving omtrent de energiestudie en het energieplan, zoals bedoeld in het Besluit van de Vlaamse regering van 14 mei 2004 inzake energieplanning voor ingedeelde energie-intensieve inrichtingen en tot wijziging van het besluit van de Vlaamse regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning en het besluit van de Vlaamse regering van 1 juni 1995 houdende de algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne (B.S. 16/07/04), is terug te vinden in Vlarem I, hoofdstuk 3, art. 5 § 8 en Vlarem II, hoofdstuk 4.9. Deze bepalingen zijn van toepassing op o.a. alle nieuwe ingedeelde inrichtingen met een totaal jaarlijks energiegebruik van tenminste 0.1 PetaJoule, respectievelijk alle ingedeelde inrichtingen met een totaal energiegebruik van tenminste 0.5 PetaJoule.

b. BBT met betrekking tot energiebeperking

Met betrekking tot energiebeperking werden een groot aantal BBT bepaald (zie 5.2.), zowel algemeen toepasbare BBT voor alle kunststofverwerkende bedrijven, als BBT voor specifieke processen.

c. Voorstel

Binnen de opgelegde energie-audit en het energieplan kunnen de BBT overwogen en geïmplementeerd worden. Het is dus niet nodig bijkomende wijzigingen aan de sectorale voorwaarden uit te voeren

6.2.6. BBT ter beperking van geluidshinder

a. Huidige sectorale voorwaarden ter beperking van energieverbruik

Vlarem II bevat noch voor de kunststofverwerkende noch voor de grafische sector specifieke sectorale voorwaarden ter beperking van geluidshinder. De algemene voorwaarden uit hoofdstuk 4.5. van Vlarem II (Beheersing van geluidshinder) zijn dus van toepassing.

b. BBT met betrekking tot energiebeperking

Met betrekking tot geluidshinder werden een aantal algemene BBT bepaald (zie 5.2.).

c. Voorstel

De maatregelen ter beperking van geluidshinder hebben betrekking op lokale hinder en komen in aanmerking voor opname in voorwaarden. Deze maatregelen kunnen wel overwogen worden voor opname als bijzondere voorwaarden in de milieuvergunning.

Indien de Vlarem II richtwaarden voor geluid (bijlage 4.5.4 en 4.5.5.) overschreden worden of indien op basis van de lokatie van de installatie een risico bestaat op plaatselijke geluidshinder, dient een selectie van de BBT van paragraaf 5.2. toegepast te worden.

6.3. Aanbevelingen voor ecologiepremie

6.3.1. Inleiding

Bedrijven die in Vlaanderen ecologische investeringen uitvoeren, kunnen hiervoor subsidies krijgen van de Vlaamse Overheid: de ecologiepremie. In deze paragraaf worden aanbevelingen gegeven om één of meerdere van de besproken milieutechnologieën in aanmerking te laten komen voor deze investeringssteun.

Ecologiepremie kadert binnen het Vlaams decreet betreffende het economisch ondersteuningsbeleid van 31 januari 2003. De bepalingen van dit decreet m.b.t. investeringssteun voor ecologie, worden geconcretiseerd in het besluit van de Vlaamse regering tot toekenning van steun aan ondernemingen voor ecologie-investeringen in het Vlaamse gewest van 1 oktober 2004, en het Ministerieel besluit van 29 oktober 2004 dat er de uitvoering van regelt.

Ecologie-investeringen zijn investeringen in nieuwe milieutechnologieën, energietechnologieën die leiden tot energiebesparing, waaronder ook warmte-krachtkoppeling (WKK) en hernieuwbare energie (HE), en investeringen om zich aan te passen aan nieuwe Europese normen (dit laatste enkel voor KMO's binnen 3 jaar na goedkeuring van deze normen).
De volledige info over de ecologiepremie is te vinden op de website: http://www.vlaanderen.be/ecologiepremie.

De investeringen die in aanmerking komen voor de ecologiepremie zijn opgenomen in een limitatieve technologieënlijst (LTL). Deze lijst is raadpleegbaar via bovenvermelde website. Dit is ook de webpagina om elektronisch een dossier in te dienen (e-government in het teken van de administratieve vereenvoudiging).
Wanneer een onderneming een technologie uit de lijst kiest, wordt onmiddellijk een simulatieberekening van de steun uitgevoerd. Na een eenvoudige aanvraag volgt een snelle beoordeling. Hierna wordt een goedgekeurde aanvraag uitbetaald.
In principe kan een onderneming ook een dossier indienen voor een technologie die niet op de lijst staat. In dit geval moet de nieuwe technologie worden verantwoord aan de hand van een gedetailleerde studie (soort mini-BBT). Een aangevraagde technologie die is aanvaard, wordt – na goedkeuring door de minister – toegevoegd aan de LTL.

Per technologie vermeldt de limitatieve technologieënlijst volgende gegevens:
- de naam van de technologie;
- een bondige uitleg of omschrijving van de technologie;
- het technologietype;
- het meerkostpercentage;
- de milieuperformantiefactor (enkel voor milieutechnologieën);
- het aanvaard investeringspercentage;
- de geldigheidsduur van de technologie (datum uitwerkingtreding)
- een oplijsting van de investeringscomponenten die in aanmerking komen voor een ecologiepremie

Het aanvaard investeringspercentage is voor milieutechnologieën het product van het meerkostpercentage en de milieuperformantiefactor. Voor energietechnologieën is het aanvaard investeringspercentage gelijk aan het meerkostpercentage.
Elk van deze termen wordt onderstaand toegelicht.

De meerkost is een maat voor de extra kosten die een bedrijf heeft door te investeren in de milieuvriendelijke technologie. Deze meerkost bestaat uit de extra investeringen, verminderd met de bijkomende opbrengsten.
De meerkost wordt uitgedrukt als een percentage van de totale investeringskost (meerkostpercentage).

De extra investeringen worden berekend door de ecologie-investering te vergelijken met een klassieke investering die in technisch opzicht vergelijkbaar is (inclusief gelijke productiecapaciteit), maar waarmee niet hetzelfde niveau van milieubescherming wordt bereikt.

Bijkomende opbrengsten zijn de voordelen van een eventuele capaciteitsverhoging en de kostenbesparingen en extra bijproducten gedurende de eerste 5 jaar van de gebruiksduur van de investeringen.

Aan elke milieu-investering wordt ook een milieuperformantiefactor toegekend. Dit is een factor (tussen 0,6 en 1) die aangeeft hoe belangrijk het milieuvoordeel is van een bepaalde technologie.

Een overzicht van de steunpercentages en de maximale steunbedragen per type technologie is weergegeven in Tabel 39.

Tabel 39: Steunpercentages van de ecologiepremie

Type technologie	Kleine en middelgrote ondernemingen			Grote ondernemingen		
	%	Max. %	plafond (mln €)	%	Max. %	plafond (mln €)
milieutechnologie	35%		1,8	25%		1,8
HE & WKK	35%		3,6	25%		3,6
energietechnologie op de lijst	35%		1,8	4% steun per % CO_2-emissiereductie	25%	1,8
energietechnologie niet op de lijst	8% per % CO_2-emissiereductie	35%	1,8	idem als technologie op de lijst		
aanpass. EU-norm	10%		1,8	geen steun mogelijk		
Verhogingen						
Milieuchartercertificaat	+1,5%		1,8 of 3,6	+1,5%		1,8 of 3,6
ISO 14001-certificaat	+3%		1,8 of 3,6	+3%		1,8 of 3,6
EMAS-certificaat	+5%		1,8 of 3,6	+5%		1,8 of 3,6

6.3.2. Toetsing van de milieuvriendelijke technieken voor kunststofverwerkende sector aan de criteria voor ecologiepremie

Het BBT-kenniscentrum van Vito verleent ondersteuning aan VEA bij het opstellen van de limitatieve technologieënlijst. Conform de BBT-aanpak komt een technologie op de lijst als aan *alle* onderstaande voorwaarden is voldaan:

- de technologie heeft een duidelijk milieuvoordeel;
- dit milieuvoordeel is groter of minstens even groot als voor analoge technologieën;
- de technologie is het experimenteel stadium ontgroeid (toepassing in bedrijfstak op korte termijn is mogelijk) maar is (nog) geen standaard technologie in de bedrijfstak;
- de toepassing van de technologie is nog niet verplicht in Vlaanderen b.v. om te voldoen aan Vlarem II;

- er gaat een betekenisvolle investeringskost mee gepaard;
- de investeringskost is groter dan die van een standaardinstallatie;
- de investering betaalt zich niet op korte termijn (binnen 5 jaar) terug door de gerealiseerde besparingen.

Als er Vlaamse normen van toepassing zijn dan wordt alleen subsidie toegekend indien met de technologie betere resultaten worden bereikt dan de Vlaamse norm.

Als er geen Vlaamse normen van toepassing zijn, hebben de technologieën op de lijst één van volgende doelstellingen:
- het aanpassen van de installaties aan nieuwe Europese normen die zijn goedgekeurd, ook al zijn deze normen nog niet van toepassing;
- het overtreffen van de (bestaande) Europese normen;
- het bereiken van milieuvoordelen waarbij nog geen Europese normen zijn goedgekeurd.

In Tabel 40, p. 292, worden de technieken die momenteel op de lijst staan voor de kunststofverwerkende sector aan bovenstaande criteria getoetst alsook de technieken voor de grafische sector die betrekking hebben op processen die in deze studie behandeld worden. Uit de voorliggende BBT-studie worden enkel de technieken getoetst met een significante investeringskost. Een X betekent dat aan betrokken criteria is voldaan. Een technologie komt enkel in aanmerking voor ecologiepremie indien aan alle criteria is voldaan.

Tabel 40: Toetsing van milieuvriendelijke technieken aan criteria voor ecologiepremie

Technologieën	Criteria					
	Bewezen maar nog geen stand der techniek	Duidelijk milieuvoordeel	Terugverdientijd 5 jaar	Meerkost investering t.o.v. stand der techniek	Niet verplicht volgens Vlaamse of Europese norm	Ecologiepremie
Warmteterugwinningssysteem op koelinstallatie (E16-E17)	x	x	x	x	x	ja
Compoundeerinstallatie (A7)	x	x	x	x	x	ja
Gesloten malsysteem voor kunstharsproductie (L12)	x	x	x[1]	x	x	ja
Installatie voor opbrengen van oplosmiddelvrije, -arme en/of waterverdunbare verf/was/coating/ lijm (L33, L40)	x	x			x	neen
Lagedrukpolyesterharsopbrengsysteem (L9)	x[2]	x	x		x	neen
Polyethyleenschuimmachines	x	x	x	x	x	ja
Terugwininstallatie voor waterverdunbare verf, lak, inkt of lijm (A49)	x	x	x[3]	x	x	neen
Variabele druk schuiminstallatie (L22)	x	x	x	x	x	ja
Waterbesparingsinstallatie bij reinigen van machines en machine-onderdelen (L48)	x	x	x	x	x	ja
Cilinderschoonmaakmachine (L48)	x	x	x	x	x	ja
Drukvormwasinstallatie voor zeefdrukvormen (L47)	x	x	x	x	x	ja
Oplosmiddelvrije folielamineermachine (L33)	x	x	x	x	x	ja
Rotatiedrukmachine voor watergedragen inkten (L40)	x	x	x		x	neen
Waterterugwininstallatie (W5)	x	x		x	x	neen
Inkapselen van illustratiediepdrukpersen (L43)	x	x	x	x	x	ja
Co-extrusieapparaat (L38)	x	x	x	x	x	ja
Ombouw van drukinstallatie van solvent- naar watergedragen inkten (L40)	x	x	x	x	x	ja
Adsorptierotor voor het concentreren van oplosmiddelen in luchtstromen (L17, L31, L53, TF20)	x	x	x	x	x	ja

Tabel 40: Toetsing van milieuvriendelijke technieken aan criteria voor ecologiepremie

Technologieën	Criteria					
	Bewezen maar nog geen stand der techniek	Duidelijk milieuvoordeel	Terugverdientijd 5 jaar	Meerkost investering t.o.v. stand der techniek	Niet verplicht volgens Vlaamse of Europese norm	Ecologiepremie
Installatie voor het hergebruik van weekmakercondensaat (L5)	x	x	x	x	x	ja
Gesloten koelwatercircuit voor bestaande installaties (W4)	x	x	x	x	x	ja
Reinigingsapparaat met gesloten watercircuit	x	x	x	x	x	ja
Gasinjectiesysteem voor spuitgietmachines	x	x	x	x	x	ja

1. Voor kleinere mallen < 5 jaar, voor grote systemen > 5 jaar.
2. Voor grotere bedrijven is deze techniek reeds standaard, maar bij kleinere bedrijven is deze nog niet overal ingevoerd.
3. Rechtstreeks hergebruik van lijmen en inkten vereist geen extra kosten, maar inktresten samenvoegen en inzetten voor de aanmaak van nieuwe kleuren en lijmen vereist bijkomende apparatuur, die enkel voor grotere omzetten economisch haalbaar is.

Op basis van de resultaten van Tabel 40 wordt in onderstaande paragrafen een voorstel geformuleerd voor technologieën die in de limitatieve technologieënlijst kunnen opgenomen worden.

6.3.3. Technologieën die in aanmerking komen voor ecologiepremie

Hieronder worden voor de kunststofverwerkende sector de technologieën die reeds op de LTL staan, weergegeven en worden ook nieuwe technologieën voorgesteld.

Per technologie worden de volgende gegevens vermeld: de naam, de omschrijving, de essentiële investeringscomponenten, de totale meerkost en de geldigheidsduur (zie paragraaf 6.2.1 voor meer toelichting). Ten slotte wordt in de beoordeling een voorstel gedaan.

a. Bestaande LTL

De volgende algemene, sectoroverschrijdende technologie komt nu reeds in aanmerking voor ecologiepremie:

Naam technologie: ***Warmteterugwinningssysteem op koelinstallaties***
Omschrijving: Het terugwinnen van warmte die vrijkomt bij koelinstallaties.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: meet- en regelapparatuur, warmtewisselaar of binnencondensor, leidingsysteem voor warmtetransport exclusief warmteafgiftesysteem.
Meerkost: 80%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie op de lijst houden. Dit is een algemene technologie die in alle sectoren toegepast kan worden, dus ook voor de kunststofverwerking.
De volgende technologieën komen voor de sectoren kunststof en rubber reeds in aanmerking voor ecologiepremie:

Naam technologie: ***Compoundeerinstallatie***
Omschrijving: Het samenstellen van een gespecificeerd mengsel van verschillende gerecycleerde kunststoffracties.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: voorraadsilo's, afvoersysteem, mengsysteem, transportsysteem, transportsystemen.
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie op de lijst houden.
De omschrijving wijzigen in "Investering voor het samenstellen van een gespecificeerd mengsel van verschillende gerecycleerde kunststoffracties".

Naam technologie: ***Gesloten malsysteem voor kunstharsproductie***
Omschrijving: Het verwerken van kunstharsen in een gesloten systeem ter vermijding van styreenemissies, door middel van een vacuüminjectiesysteem of een overdruksysteem.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: gesloten malsysteem, vacuüm- of persinstallatie, injectieapparatuur

Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie op de lijst houden.
De omschrijving wijzigen in "Investeringen voor het verwerken van kunstharsen …".

Naam technologie: ***Installatie voor het opbrengen van oplosmiddelvrije en/of oplosmiddelarme en/of waterverdunbare verf/was/coating/lijm***
Omschrijving: Het opbrengen van waterverdunbare en/of oplosmiddelvrije en/of oplosmiddelarme verf, coating, (kleur)was, lijm.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: op- of aanbrengvoorzieningen
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie van de lijst schrappen voor de kunststofindustrie, omdat de meerkost ten opzichte van een installatie voor het opbrengen van een conventionele (solventgebaseerde) lijm zeer klein is.

Naam technologie: ***Lagedrukpolyesterharsopbrengsysteem***
Omschrijving: Het opbrengen van polyesterhars door middel van een lagedrukspuitkop, waarbij nevelvorming wordt voorkomen
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: lagedrukspuitkop
Meerkost: 20%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie niet meer koppelen aan de kunststofverwerkende sector, omdat deze technologie reeds frequent toegepast wordt en als een standaardtechnologie in de sector beschouwd wordt.

Naam technologie: ***Polyethyleenschuiminstallatie.***
Omschrijving: Het produceren van polyethyleenschuim door middel van een systeem zonder CFK's of koolwaterstoffen als blaasmiddel.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: doseersysteem/doseersystemen, doseer-eenheid/-doseer-eenheden, mengeenheid/mengeenheden, schuimsysteem, blaasmiddelopslag.
Meerkost: 20%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie op de lijst houden.
Omschrijving wijzigen in "Installatie voor de productie van polyethyleenschuim door middel van een systeem zonder koolwaterstoffen als blaasmiddel".

Naam technologie: ***Terugwininstallatie voor waterverdunbare verf, lak, inkt of lijm***
Omschrijving: Het terugwinnen ten behoeve van hergebruik van waterverdunbare verf of waterverdunbare lak of waterverdunbare inkt of waterverdunbare lijm uit spoelwater.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: buffervat, membraaninstallatie of verdamper.
Meerkost: 100%

Einddatum: -
Beoordeling: Technologie niet meer koppelen aan de kunststofverwerkende industrie omdat deze techniek niet toegepast wordt in deze sector.

Naam technologie: ***Variabele druk schuiminstallatie***
Omschrijving: Het produceren van polyurethaanschuim onder verlaagde druk, zonder gebruik van additioneel blaasmiddel.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: variabele druktunnel (onderdrukinstallatie), sluissysteem, schuimproductiemachine, mengeenheid/mengeenheden, doseer-een-heid/doseer-een-heden.
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie op de lijst houden.
Omschrijving wijzigen in "Installatie voor de productie van polyurethaanschuim onder verlaagde druk zonder gebruik van additioneel blaasmiddel".

Naam technologie: ***Waterbesparingsinstallatie bij het reinigen van machines en machineonderdelen***
Omschrijving: Het hergebruik van spoelwater dat vrijkomt bij het reinigen van machines en machineonderdelen waarmee waterverdunbare inkt, lak, verf of lijm wordt aangebracht.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: filters, retourleiding.
Meerkost: 80%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie van de lijst schrappen en vervangen door de nieuwe technologie "Reinigingsapparaat met gesloten watercircuit".

De volgende technologieën komen nu reeds in aanmerking voor ecologiepremie voor de grafische sector en hebben bovendien betrekking op het nabehandelen van kunststoffen:

Naam technologie: ***Cilinderschoonmaakmachine voor de grafische industrie***
Omschrijving: Het onder hoge druk reinigen van diepdrukcilinders en/of gegraveerde walsen door middel van water/natriumbicarbonaat mengsels.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: reinigingsmachine.
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie koppelen aan de kunststofindustrie.

Naam technologie: ***Drukvormwasinstallatie voor zeefdrukvormen.***
Omschrijving: Het in twee opeenvolgende processtappen verwijderen van inkt en het strippen van zeefdruksjablonen in een gesloten systeem.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: inktverwijderingseenheid, rondpompsysteem, stripeenheid.
Meerkost: 100%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie ook koppelen aan de kunststof-verwerkende sector.

Naam technologie: ***Oplosmiddelvrije folielamineermachine***
Omschrijving: Het vervaardigen van papier/kunststoffolie-, karton/kunst-stoffolie- of kunststof/kunststoffolielaminaten met oplos-mid-delvrije lamineermiddelen.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: lamineermachine
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie ook koppelen aan de kunststofverwerkende sector.

Naam technologie: ***Inkapselen van illustratiediepdrukpersen.***
Omschrijving: Omkasting voor het tegengaan van de verspreiding van diffuus verdampte oplosmiddelen in illustratiediepdrukkerijen. De afgezogen lucht wordt vervolgens naar de tolueenterugwininstallatie gedreven.
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: omkasting, ventillatiesysteem.
Meerkost: 100%
Einddatum: -
Beoordeling: Technologie staat op de lijst voor de grafische sector voor de illustratiediepdrukkerijen.
De technologie uitbreiden naar alle diepdrukkerijen en de terugwininstallatie toevoegen als essentiële component.
Naam technologie wijzigen in “inkapselen van diepdrukpersen met terugwinning van solvent”.
Technologie ook koppelen aan de kunststofindustrie.

b. Aanvulling van LTL

Hierna volgen nieuwe technologieën die voorgesteld worden als technologieën die in aanmerking komen voor ecologiepremie voor de kunststofverwerkende sector:

Naam technologie: ***Een co-extrusieapparaat voor het samenvoegen van twee substraten zonder gebruik te maken van solventlijm***
Omschrijving: Een co-extrusieapparaat dat twee substraten samenvoegt zonder gebruik van solventlijm.
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: co-extrusiemachine
Totale meerkost: 90%
Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Ombouw van drukinstallatie van solvent- naar watergedragen inkten***
Omschrijving: Investeringen die moeten gebeuren om een bestaande bedrukkingslijn voor solventinkten om te bouwen naar het gebruik van watergedragen inkten.
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: ombouw van drukapparatuur.

Totale meerkost: 100%
Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Adsorptierotor voor het concentreren van oplosmiddelen in luchtstromen.***
Omschrijving: Investeringen voor het concentreren van lage concentraties koolwaterstoffen of zware metalen uit luchtstromen met een hoog debiet door adsorptie op een met adsorbens bedekte rotor, waarbij de koolwaterstoffen of zware metalen tegelijkertijd worden gedesorbeerd door partiële verhitting van de rotor door een hete luchtstroom met een lager debiet. De hooggeconcentreerde luchtstroom wordt nadien behandeld.
Technologietype: milieutechnologie (end-of-pipe)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: filter(s), ventilator(en), adsorptierotor.
Totale meerkost: 100%
Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Installatie voor het hergebruik van weekmakercondensaat***
Omschrijving: Investeringen die moeten gebeuren om het weekmakercondensaat af te scheiden en te destilleren voor hergebruik.
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: filtereenheid/eenheden, leindingsysteem, destillatie-apparatuur.
Totale meerkost: 80%
Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Ombouw van een open naar een gesloten koelwatercircuit met warmterecuperatie***
Omschrijving: Investeringen nodig voor de ombouw van een open naar een gesloten koelwatercircuit met warmterecuperatie.
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: ombouw van en open naar een gesloten koelwatersysteem met warmterecuperatie.
Totale meerkost: 50%
Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Reinigingsapparaat met gesloten watercircuit***
Omschrijving: Apparaat voor het reinigen van spuitapparatuur, machines en machineonderdelen voor watergebaseerde verven in een gesloten systeem met hergebruik van het spoelwater
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: reinigingsbak, afvalwateropvangbak
Meerkost: 50%

Einddatum: -
Opmerking: -

Naam technologie: ***Gasinjectiesysteem voor spuitgietmachines***
Omschrijving: Apparaat voor het spuitgieten van kunststof waarbij tijdens het vullen van de matrijs inert gas wordt geïnjecteerd zodanig dat de druk en het gesmolten kunststof gelijkmatig wordt verdeeld over de matrijsholte
Technologietype: milieutechnologie (procesgeïntegreerd)
Investeringscomponenten:
– essentiële componenten: gasinjectiesysteem
Meerkost: 50%
Einddatum: -
Opmerking: -

6.4. Innovatieve ontwikkelingen

In dit onderdeel worden onderzoekssuggesties gedaan om enkele knelpunten weg te werken, die in het kader van de studie werden opgemerkt. Deze innovatieve ontwikkelingen kunnen in een later stadium leiden tot nieuwe BBT. Het verdient dan ook aanbeveling om deze ontwikkelingen op te volgen en eventueel te steunen. Daarna is het noodzakelijk dat deze milieuvriendelijke technologieën het ook tot een marktwaardig product brengen.

Volgende interessante innoverende onderwerpen voor verder onderzoek werden genoteerd:
- Verder onderzoek naar blaasmiddelen voor brandveilige schuimen zonder gebruik te maken van methyleenchloride, VOS of brandvertragers.
- Verder onderzoek naar schoonmaakmiddelen op basis van water voor het reinigen van matrijzen, machine-onderdelen, bedrukkingsapparatuur en lijmapparatuur voor kunststoffen, en dergelijke.
- Verder onderzoek naar watergedragen of solventvrije inkten en lijmen voor het bedrukken en lijmen van kunststoffen.
- Verder ontwikkelen van atmosferische plasmatechnieken om verschillende productiestappen tegelijk uit te voeren.

BIBLIOGRAFIE

Adams K., Bankston J., Barlow A., Holdren M., Meyer J., Marchesani V., "Development of Emission Factors for Polypropylene Processing", Journal of Air and Waste Management Association, Vol 49, January 1999.

Agoria, "De investeringen in de sectoren van de technologische industrie in 2000 en 2001", 2001.

Agoria, "Uitdagingen voor de technologische industrie 2003-2007 – aanbevelingen aan de Federale Regering".

Agoria, "Agoria Kunststoffen 2003-2004".

Agoria, "Agoria Kunststoffen 2004-2005".

Agoria Vlaanderen, "Technologie overmorgen – Materialen: innovaties voor iedereen", juni 2002.

Aminal, "Evaluatie emissiereductiepotentieel voor VOS-emissies van de grafische sector", Briffaerts K.; Van Rompaey H., Duerinck J., VITO-studie i.o.v. Aminabel, oktober 2002.

Aminal, "VOS-emissies naar de lucht bij de productie en het industrieel gebruik van coatings, inkten en lijmen, Evaluatie reductiepotentieel en implementatie van de solventrichtlijn 1999/13/EG", VITO-Studie van i.o.v. Aminal, 2003.

Aminal, "Evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse polluentemissies naar het compartiment lucht in een aantal homogene subsectoren van de chemische industrie in Vlaanderen, deel III", Ecolas, maart 2004.

Barlow A., Contos D., Holdren M., Garrison Ph., Harris L., Janke B., "Development of Emission Factors for Polyethylene Processing", Journal of Air and Waste Management Association, Vol 46, 1996.

Centrale Raad voor het Bedrijfsleven, "Sociaal-Economische Nieuwsbrief", maandelijks, augustus 2004.

Contos D., Holdren M., Smith D., Brooke R., Rhodes V., Rainey M., "Sampling and Analysis of Volatile Organic Compounds Evolved During Thermal Processing of Acrylonitrile Butadiene Styrene Composite Resins", Journal of the Air & Waste Management Association, Vol 45, 1995.

Derden A., Verspoor P., Vaesen A., Vervloet I., Buysse J., Dijkmans R., "Beste Beschikbare Technieken voor de Grafische Sector", Vito, 1998.

DGTRE, "Cahier Sectoriel, Technologies & Environment, Lest Thermoplastiques", Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie, 1996.

European Commission, "Draft Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents", May 2004.

Febelgra, "Economische verslag 2004".

Febelplast, Agoria Kunststoffen, "Kunststof- en rubberindustrie in België", economisch jaarrapport 2004.

Fechiplast, "Economische aspecten van de kunststofindustrie", 8 juni 2004.

Fechiplast, “Preventieplan van verpakkingen in de kunststofverwerkende industrie 2001-2003”, 2003.

Fechiplast, “Jaarverslag 2003”.

Fechiplast, “Jaarverslag 2002”.

Federale Overheidsdienst Economie, KMO, Middenstand en Energie, “Industrie en Bouwnijverheid – Industriële productie en bouwnijverheid”, nummer 3, maart 2003.

Fedichem, “De chemische industrie in België”, editie 2004.

Fedichem, “Facts and figures of the chemical industry in Belgium”, editie 2004.

FO-Industrie, Werkboek milieumaatregelen “Rubber- en kunststofverwerkende industrie”, 2002.

GOM, “GOM-bedrijvengids voor Vlaanderen”, 2003-2004.

Goovaerts L., De Bonte M., Vercaemst P. en Dijkmans R., “Beste Beschikbare Technieken voor de metaalbewerking”, BBT-kenniscentrum, 2004.

Goovaerts L., Jacobs A., Gielen B., Van Tomme I., Vrancken K., “Beste Beschikbare Technieken voor de oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen”, BBT-kenniscentrum, in voorbereiding.

Handboek Milieuvergunningen, Samson Nederland, 1999.

InfoMil, Demonstratieproject “De vervaardiging van polyesterharsprodukten in gesloten mallen met behulp van vacuüm folie techniek”, KWS-project D20, 1996.

InfoMil, Praktijksheet “Procesontwerp, procesbeheersing en hergebruik in polyester verwerkend bedrijf”, september 1997 (a).

InfoMil, Demonstratieproject “Reductie van pentaanemissie in EPS verwerkende industrie”, april 1997 (b).

InfoMil, Informatieblad “Kunststofverwerkende industrie (Spuitgieten en extrusie)”, september 1997 (c).

InfoMil, Demonstratieproject D22 “Overgang van oplosmiddel- naar waterafdunbare drukinkten voor het (diep)drukken van vinylfolie”, september 1997 (d).

InfoMil, Demonstratieproject “Omschakeling van open mal naar gesloten mal fabricagetechniek voor bestaande producten en bestaande mallen”, KWS project, maart 2000.

InfoMil, “Kunststofverwerkende Industrie”, versie 2a, InfoMil, juni 2002.

Instituut voor de nationale rekeningen, “Statistiek buitenlandse handel”, kwartaalbericht 2004 IV”, Nationale Bank van België.

Kirk-Othmer, “Encyclopedia of Chemical Technology”, 4th edition, Whiley & Sons, 1996.

KWS 2000, “Styreenemissies bij de verwerking van polyesterhars”, VROM, 1993.

LUSS, “Gids Luchtzuiveringstechnieken”, BBT-kenniscentrum, VITO,

Milieu-Inspectie, “Milieuhandhavingsrapport 2003 van de afdeling Milieu-Inspectie”, 2004.

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, “Conjunctuurnota voor Vlaanderen”, april 2004.

Nationaal Instituut voor de Statistiek, “Industrie en Bouwnijverheid – Industriële productie in 2001 (Prodcom en niet-Prodcom)”, 2002.

OVAM, Presti-project “Sectoriële studie kunststofverwerkende sector”, december 1996.

PLAREMEC, “Gids van Belgische kunststofrecyclage”, 2004.

PlasticsEurope, “UP Resin safe handling guide”, te vinden op de website: http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=381.

Porter Michael E., “Competitive advantage – creating and sustaining superior performance”, The Free Press, 1985.

Promedia, “Promedia Gouden Gids”, 2004.

Rijksdienst voor Sociale Zekerheid, “Werkgevers en werknemers opgenomen in de sociale zekerheid op 30 juni 2002”.

Rhodes V., Kriek G., Lazear N., Kasakevich J., Marinko M., Heggs R., Holdren M., Wisbith A., Keigley G. Williams J., Chuang J. en Satola J., “Development of Emission Factors for Polycarbonate Processing”, Journal of the Air & Waste Management Association, Vol 52, 2002.

TNO, “Nutrition and Food Research – Determination of the overall and specific migration from an A4-film – Project N° 815532”, Analytical report N° 1-5, June 1995.

“Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry”, Edition 6, 2003.

Umwelt Bundes Amt, “Fluorinated greenhouse gases in products and processes, Technical climate protection measures”, 2004.

Universiteit Gent, “Emissies van vluchtige organische stoffen in Vlaanderen: verfijning van de inventarisatie en van het relationeel verband met troposferische ozonvorming”, 2000.

Universiteit Gent, “Verfijning van de inventaris van vluchtige organische stoffen in Vlaanderen, Onderzoeksopdracht voor VMM, 2002.

Van den Cruyce B., “Analyse van de rubber- en kunststofnijverheid”, working paper 1-05, Federaal Planbureau, juni 2005.

Vinyl 2010, “Progress Report”, 2005.

Vito, Technical Note “Laserlassen van kunststoffen”, 2005, te vinden op de website: http://www.vito.be.

“Vlarem I: Besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de milieuvergunning”, herhaaldelijk gewijzigd.

“Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995”, herhaaldelijk gewijzigd.

VMM, “Mira-T rapport 2004”, 2004.

VMM, Jaarrapport “Lozingen in de lucht 1990-2004”, 2005.

Nuttige websites:

Agoria: http://www.agoria.be.

COBEREC, Confederatie van de Belgische Recuperatie: http://www.coberec.be.

European Composites Industry Association of EuCIA: http://www.eucia.org.

European Plastics Converters: http://www.eupc.org.

Europese Vereniging van Fabrikanten van Onverzadigde Polyesterharsen bij PlasticsEurope/CEFIC, cf.: www.plasticseurope.org.

Europese Composiet Industrie Vereniging EuCIA ivzw, cf.: www.eucia.org.

Febelgra, de Federatie van de Belgische Grafische Industrie: http://www.febelgra.be.

Febem, de Federatie van Bedrijven voor Milieubeheer: http://www.fege-febem.be.

Febeltex, de Belgische Textiel Federatie: http://www.febeltex.be.

Fedichem, de Federatie van de Chemische Industrie van België: http://www.fedichem.be.
Fetra, de Federatie der Papier- en Kartonverwerkende bedrijven: http://www.fetra.be.
Fost Plus, Vereniging voor valorisatie van kunststofafval; http://www.fostplus.be.
Inflatievoet, cf. http://mineco.fgov.be.
Kerncijfers Agoria Kunststoffen, cf. http://www.agoria.be.
VAL-I-PAC, erkend organisme voor bedrijfsmatig verpakkingsafval; http://www.valipac.be.
Vlaams Kunststof Centrum Vzw of VKC: http://www.vkc.be.

LIJST DER AFKORTINGEN

ABS	Poly (acrylonitrile-butadieen-styreen)
AMINAL	Administratie voor Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer
BAT	Best Available Techniques
BBT	Beste Beschikbare Technieken
BDE	broomdifenylether
BS	Belgisch Staatsblad
BZV	Biologische ZuurstofVerbruik
CA	Cellulose acetaat
CFK	ChloorFluorKoolstof
CZV	Chemisch ZuurstofVerbruik
DCM	dichloormethaan
DCPD	dicyclopentadieen
EP	Epoxy
EPE	geëxpandeerd polyetheen
EPP	geëxpandeerd polypropyleen
EPS	geëxpandeerd polystyreen
FK	FluorKoolstof
GVK	Glasvezelversterkte kunststof
HBCD	hexabromocyclododecaan
HCFK	ChloorFluorKoolWaterstof
HDPE	hoge densiteit polyetheen
HFK	FluorKoolWaterstof
HIPS	High Impact Polystyreen
IVP	Federatie voor de Industrie van Verven, Vernissen, Inkten en Verven voor Schone Kunsten
K.B.	Koninklijk Besluit
LDPE	lage densiteit polyetheen
LSE	laag styreen emitterend
LTL	limitatieve technologieën lijst
MAC	Maximale Aanvaardbare Concentratie
MBS	Poly (methylmethacrylaat-butadieen-styreen)
MDI	methaan-difenyl-diisocyanaat
MEK	methylethylketon
MF	Melamineformaldehyde
MIOW	Marksituatie, Internationale Omgeving en Weerstandsvermogen
NACE	Nomenclature générale des Activités economiques dans les Communautés Européennes
NBB	Nationale Bank van België
NEC	National Emission Ceiling
Ner	Nederlandse Emissierichtlijn
NIS	Nationaal Instituut voor de Statistiek
NMVOS	Niet-methaan VOS
n.v.t.	niet van toepassing
n.v.w.b.	niet visueel waarneembaar
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling

OVAM	Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest
PA	polyamide
PBB	polybroombifenyl
PBDE	polybroomdifenylether
PBDF	polybroomdibenzofuran
PC	polycarbonaat
PEES	Petroleum Ether Extraheerbare Stoffen
PE	polyetheen
PET	polyethyleentereftalaat
PF	fenolformaldehyde, fenolharsen
PMMA	polymethylmethacrylaat
PP	polypropyleen
PPO	Polyfenyleenoxide
PS	polystyreen
PTFE	polytetrafluoretheen
PU	polyurethaan
PUR	polyurethaan
PVA	polyvinylalcohol
PVC	polyvinylchloride
RSZ	Rijksdienst voor Sociale Zekerheid
RWZI	rioolwaterzuiveringsinstallatie
TBBP-A	tetrabromobisphenol-A
TDI	2,4 tolueendiisocyanaat
UP	onverzadigd polyester
VE	vervuilingseenheid
VEA	Vlaams Energieagentschap
v.g.t.g.	in de vergunning toegelaten gehalte of van geval tot geval
Vito	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Vlarebo	Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering
VMM	Vlaams Milieumaatschappij
VROM	ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WGO	Wereld Gezondheidsorganisatie
XPS	geëxtrudeerd polystyreenschuim

BEGRIPPENLIJST

CFK	ChloorFluorKoolstof: een koolwaterstof, bestaande uit 1,2 of 3 koolstofatomen, waarvan alle waterstofatomen vervangen zijn door chloor- én fluoratomen
Composiet	Kunststof halffabrikaat of eindproduct bestaande uit een polymeer, additieven en een versterkingsmateriaal of vulstof.
Compound	mengsel van een kunststof met additieven als weekmaker, stabilisator, kleurmiddel, enz.
Compounderen	polymeer mengen met additieven tot een verwerkbare grondstof
Glasmat	vlak, niet geweven product, verkregen door gesneden filamenten.
HCFK	ChloorFluorKoolWaterstof: een koolwaterstof, bestaande uit 1,2 of 3 koolstofatomen, gesubstitueerd met waterstof-,fluor- én chlooratomen.
HFK	FluorKoolWaterstof: een koolwaterstof met fluor- en waterstofatomen.
Kunststofproductie	synthese van polymeer uitgaande van monomeren.
MEK	methylethylketon
Roving	bundels van een groot aantal monofilamenten, die aan elkaar gekit zijn door een binder.

BIJLAGEN

OVERZICHT VAN DE BIJLAGEN

Bijlage 1: Medewerkers BBT-studie 311

Bijlage 2: Technische fiches van de beschikbare milieuvriendelijke technieken 315

Bijlage 3: Rubrieken van hinderlijke inrichtingen die in de kunststofverwerkende sector kunnen voorkomen 389

Bijlage 4: Finale opmerkingen 399

Bijlage 1 MEDEWERKERS BBT-STUDIE

Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken

– Anne Jacobs
Erika Meynaerts
Karl Vrancken
BBT-kenniscentrum
p/a Vito
Boeretang 200
2400 MOL
Tel. (014)33 58 68
Fax. (014)32 11 85
E-mail: bbt@vito.be

Contactpersonen federaties België

Fechiplast
De heer Geert Scheys
Maria-Louizasquare 49
1000 BRUSSEL
Tel: 02 238 98 69
Fax: 02 238 99 98
E-mail: gscheys@fedichem.be

Agoria
De heer Bos Gustaaf
Diamantbuilding
A. Reyerslaan 80
1030 BRUSSEL
Tel: 02/706 79 60
E-mail: gustaaf.bos@agoria.be

Fetra
Mevrouw Ilse Vervloet
Steenweg op Waterloo 715 b 25
1180 BRUSSEL
Tel: 02/344 19 62
E-mail: ilse.vervloet@fetra.be

Febelgra
De heer David Caen
Mevrouw Gitte Heirman
Belliardstraat 20
1040 BRUSSEL
Tel: 02-512 36 38
E-mail: gitte.heirman@febelgra.be
david.caen@febelgra.be

Febem
De heer Werner Annaert
Paviljoenstraat 7-9
1030 SCHAARBEEK
Tel: 02/757 91 70
Fax: 02/757 91 12
E-mail: werner.annaert@febem-fege.be

Bovenstaande personen vertegenwoordigden de bedrijven in het begeleidingscomité voor deze studie.

Contactpersonen administraties/overheidsinstellingen

Ministerie Leefmilieu, Natuur en Energie

Vlaams Energieagenschap (VEA)

De heer Paul Zeebroek
North Plaza B, 2e verdieping
Koning Albert-II-laan 7
1210 BRUSSEL
Tel: (02)553 46 30
Fax: (02)553 46 01
E-mail: paul.zeebroek@ewbl.vlaanderen.be

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Lucht, Hinder, Milieu en Gezondheid

De heer Owen Plaisier
De heer David Knight
Cel lucht
Graaf de Ferraris-gebouw
Koning Albert II-laan 20 bus 8
1000 BRUSSEL
Tel: 02 553 11 37 – 02 553 11 34
Fax: 02 553 11 34
E-mail: owen.plaisier@lin.vlaanderen.be
david.knight@lin.vlaanderen.be

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Milieuvergunningen

Mevrouw Gwenny Vanhaecke
De heer Tom Dekeyser
Koning Albert II-laan 20 bus 8
1000 BRUSSEL
E-mail: gwenny.vanhaecke@lin.vlaanderen.be
tom.dekeyser@lin.vlaanderen.be

Vlaamse Milieumaatschappij
Mevrouw Myriam Rosier
Mevrouw Kristien Caekebeke
A. Van De Maelestraat 97
9321 EREMBODEGEM
Tel: (053) 72 66 58 – (053) 72 65 16
Fax: (053) 72 66 30 – (053) 72 66 31
E-mail: m.rosier@vmm.be
k.caekebeke@vmm.be

OVAM
De heer Marc Leemans
De heer Piet De Baere
Stationsstraat 110
2800 MECHELEN
Tel: 015/284 206 – 015 284 549
Fax: 015/284 344– 015/284 549
E-mail: Marc.Leemans@ovam.be
piet.de.baere@ovam.be

Bovenstaande personen vertegenwoordigden de administraties en andere overheidsinstellingen in het begeleidingscomité voor deze studie.

Bezochte bedrijven tijdens het uitvoeren van de studie

– Overpelt – Plascobel nv.
  Contactpersoon: Dhr. Eddy Mallants

– Tupperware nv.
  Contactpersoon: Dhr. Christof Pipar
  Dhr. Dirk Ledegen

– ETAP Yachting nv.
  Contactpersoon: Dhr. Johan Ballet

– Polypreen nv.
  Contactpersoon: Dhr. Jan Engelen

– Deceuninck nv.
  Contactpersonen: Dhr. Jean Vasco Degryse
  Mevr. Tine Taillieu

– Sita West nv.
  Contactpersoon: Dhr. Ivan De Kock

– IVC nv.
  Contactpersoon: Dhr. Kristof Van Vlassenrode

– Beaulieu nv.
  Contactpersoon: Dhr. Johan Adams
  Dhr. Paul Vincke

- EKOL nv.
  Contactpersoon: Dhr. Bart Van Gorp
- Amcor Flexibles nv.
  Contactpersoon: Dhr. Marc Doomen
- Agglorex nv.
  Contactpersoon: Dhr. J. Lelièvre.
- Recticel nv.
  Contactpersoon: Dhr. Alain Neyt
- Quadrant nv.
  Contactpersoon: Mevr. Heidi Van Ooteghem

Bijlage 2 TECHNISCHE FICHES VAN DE BESCHIKBARE MILIEUVRIENDELIJKE TECHNIEKEN

In deze bijlage worden de technische fiches weergegeven van de beschikbare milieuvriendelijke technieken die in hoofdstuk 4 opgesomd werden. Enkel voor de technieken waarvoor het zinvol was, werd een technische fiche gemaakt.

In de technische fiches wordt volgende informatie weergegeven:
- Beschrijving maatregel:
- Proces/deelproces, waarop de beschikbare milieuvriendelijke techniek betrekking heeft;
- Beschrijving van de techniek;
- Aard van de techniek: 'end-of-pipe'-maatregelen, preventie door toepassing van andere grond- en hulpstoffen, preventie door technologieverandering, preventie door aanpassing procesuitvoering, …;
- Milieuvoordeel: de opbrengst die de techniek oplevert voor het milieu;
- Financiële aspecten: investeringskosten, werkingskosten, rendabiliteit, …;
- Overige aspecten: bijvoorbeeld veiligheid, positieve of negatieve invloeden op de werkomstandigheden, …;
- Opmerkingen
- Afbeelding.

Indien voor bepaalde punten geen informatie beschikbaar is, bijvoorbeeld voor de overige aspecten of aanvullende informatie, dan zijn deze weggelaten.

Overzicht van de technische fiches

Technische Fiche 1: Waterzuiveringsinstallatie voor afvalwater van bedrukken en/of lijmen 317
Technische Fiche 2: LSE-Harsen 320
Technische Fiche 3: INSERT-Harsen. 322
Technische Fiche 4: DCPD-Harsen 323
Technische Fiche 5: Airless spuiten. 324
Technische Fiche 6: Polyesterhars aanbrengen bij lage druk 325
Technische Fiche 7: Overschakelen op gesloten malsysteem 326
Technische Fiche 8: Vervangen van schoonmaakmiddelen methyleenchloride/aceton. 328
Technische Fiche 9: Thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen 330
Technische Fiche 10: Good housekeeping ter preventie van emissies van styreen en oplosmiddelen. . . . 332
Technische Fiche 11: Bioreactor 334
Technische Fiche 12: Zuurstofradicaalgenerator 336
Technische Fiche 13: Thermische en katalytische naverbranding. 337
Technische Fiche 14: Procesgeïntegreerde naverbranding 339
Technische Fiche 15: Cryocondensatie 341
Technische Fiche 16: Beperken van emissie van weekmaker en verdunner 343
Technische Fiche 17: Pentaan gebruiken als blaasmiddel voor de productie van isolatieschuim 345
Technische Fiche 18: Substitutie van solventgebaseerde inkten en lijmen door watergedragen systemen. . . 347
Technische Fiche 19: Afzuiging en behandeling van de solventemissies bij diepdruk 350
Technische Fiche 20: Behandeling van VOS-houdende afgassen algemeen. 352
Technische Fiche 21: Goed productontwerp en variabel aantal eindproducten. 355
Technische Fiche 22: Goede productieplanning 357

Technische Fiche 23: Gebruik van intern of extern gerecycleerd materiaal 359
Technische Fiche 24: Good housekeeping verpakkingsafval 360
Technische Fiche 25: Good housekeeping grondstofresten en productieafval 363
Technische Fiche 26: Intern vermalen en verwerken van productie-uitval 365
Technische Fiche 27: Installatie van hot-runner 367
Technische Fiche 28: Technische aanpassingen bij spuitgieten. 369
Technische Fiche 29: Meerlaagsbuizenextrusie-installatie 373
Technische Fiche 30: Gasinjectie bij dikwandige producten. 374
Technische Fiche 31: Opwerken en hergebruiken van resten van watergedragen inkt en lijm 376
Technische Fiche 32: Optimaal gebruik van maalmolen 378
Technische Fiche 33: Nazicht rioleringen 380
Technische Fiche 34: Gepulseerd koelen van de matrijs 382
Technische Fiche 35: Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine 384
Technische Fiche 36: Elektrisch/elektromotorisch aangedreven schroef 385
Technische Fiche 37: Concrete maatregelen ter beperking van geluidshinder 387

TECHNISCHE FICHE 1

Waterzuiveringsinstallatie voor afvalwater van bedrukken en/of lijmen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Nabehandeling: bedrukken of lijmen

Aard: Behandeling van afvalwater.

Beschrijving van de maatregel

Bij het bedrukken en lijmen met producten op waterige basis ontstaat bij het reinigen en spoelen een afvalwater dat behandeld dient te worden als het niet aan de lozingsnormen voldoet.

Om de emissies naar water te minimaliseren dient een passende werkmethode gevolgd te worden die uit volgende stappen bestaat:
1. verwijderen van inkt- en lijmresten;
2. spoelen met weinig water dat daardoor sterk vervuild is;
3. het afvalwater niet lozen, maar het reinigings- en spoelwater hergebruiken of laten behandelen in een (interne of) externe waterzuiveringsinstallatie (zie W 5).
4. tenslotte nogmaals spoelen met water. Hierbij ontstaat afvalwater met enkel nog sporen van inkt dat slecht een beperkte vuilvracht draagt.

Het afvalwater dat in de derde stap ontstaat, moet intern of extern behandeld worden. Dit kan via een eenvoudige waterzuiveringsinstallatie gebeuren. Sommige zuiveringsinstallaties laten toe de inkt of de lijm te herwinnen.

Eenvoudige waterzuiveringsinstallatie:

Kleine waterzuiveringsinstallatie kan bv. bestaan uit een indamping. Een grotere installatie filtert het water zodat het kan hergebruikt worden voor de naspoeling. (Derden A., 1998)

Technieken die hergebruik van water, inkt of lijm toelaten:

– Ultra en nanofiltratie
  Met ultra- en nanofiltratie, gekend als omgekeerde osmose, kan het vervuilde water langs een semipermeabel membraan gestuurd worden onder hoge druk. Dit membraan laat de kleine molecules zoals water door, maar houdt de grotere moleculen tegen. De concentratie aan contaminatie verhoogt wanneer het afvalwater herhaaldelijk over de filter gebracht wordt.
  Toepasbaarheid: Deze techniek wordt veel gebruikt in de drukkerijen waar grote hoeveelheden watergedragen inkten en lijmen gebruikt worden, bv. in de verpakkingsindustrie.
  Milieuvoordelen: Hierdoor wordt het volume afvalwater dat verontreinigingen bevat, gereduceerd. Water kan hergebruikt worden voor het spoelen. In sommige gevallen kan het residu, dat inkt of lak bevat nog herwonnen en hergebruikt worden. Dit systeem vergt energie.
  Financieel: In de autoindustrie bedragen de kosten voor een ultrafiltratie of nanofiltratie installatie tussen € 0,5 en 1 miljoen.

– Elektrodialyse-membraan installatie
  Het verwijderen en concentreren van zouten, zuren of logen, of scheiden van organische stoffen uit afvalwater kan gebeuren via filtratie, elektrodialysecellen en membranen.
  Toepasbaarheid: toegepast bij bedrukken.

Andere waterzuiveringstechnieken:

Afvalwater kan ook gezuiverd worden via één van volgende technieken:
– Vacuümdestillatie (European Commission, 2005 WASS)
– Flocculatie/flotatie (European Commission, 2005, WASS)
– Electroflocculatie (European Commission, 2005)
– Investeringskosten voor een installatie met een capaciteit voor het behandelen van 15 m^3/u is ongeveer € 100 000.
– Flocculatie/sedimentatie voor afvalwater. (European Commission, 2005)
– Kleurstofverwijderingsinstallatie.
  Het verwijderen van kleurstof uit bedrijfsafvalwater met behulp van een absorbens.
  Toepasbaarheid: toegepast bij bedrukken.
  Milieuvoordelen: afvalwater zuiveren.

Waterzuiveringstechnieken voor solventsystemen:

– Koolwaterstoffenadsorptiesysteem
  Het zuiveren van koolwaterstoffen bevattend afvalwater door middel van adsorptie aan actieve kool, polymeermateriaal, zeoliet of bentoniet.
  Toepasbaarheid: toegepast bij bedrukken.

– Pertractie-membraaninstallatie
  Het verwijderen en concentreren van organische stoffen en/of zware metalen uit afvalwater, spoelwater of galvanische baden.
  Toepasbaarheid: toegepast bij bedrukken.
  Milieuvoordelen: afvalwater zuiveren.

Milieuvoordeel

Zuivering van het afvalwater waardoor lozing beperkt of vermeden kan worden. Soms kan het water, de inkt of de lijm nog hergebruikt worden.

Financiële aspecten

Eenvoudige waterzuiveringsinstallatie:
Kosten zijn gering, vanaf circa € 7 500.

Andere systemen:
Afhankelijk van het soort en de grootte van de installatie.
Het extern laten behandelen van sterk vervuilde afvalwaterstromen kan een aanzienlijke kost betekenen.

Nadelen

Toepasbaarheid

Voor bedrijven die watergedragen producten gebruiken om kunststoffen te bedrukken of te verlijmen.

Bron:

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 2

LSE-Harsen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

Bij de verwerking van polyesterharsen wordt styreen geëmitteerd. De emissie treedt op tijdens het opbrengen (dynamische fase) en tijdens de uitharding (statische fase). Traditionele hars bevat 35-45% styreen. Er zijn verschillende soorten harsen, o.a. LSE-harsen ontwikkeld die minder styreen emitteren in de dynamische en/of statische fase.

LSE-harsen of laag styreen emitterende harsen zijn traditionele harsen met een filmvormende toevoeging (barrière additieven) waardoor een dun filmlaagje op het oppervlak van het hars gevormd wordt, in de vorm van een concentratie van paraffine in de toplaag. Het laagje sluit het bovenoppervlak van het product af, waardoor minder styreen verdampt. Door gebruik van LSE-harsen wordt met name de statische styreen-emissie gereduceerd.

Door voortdurend onderzoek kunnen de harsfabrikanten hun huidige producten (harsen en gelcoats) steeds verder verbeteren waardoor de styreenemissie tijdens de verwerking van de LSE-harsen gedurende de "statische" fase verder zal verminderen. De emissie zal echter niet tot nul gereduceerd kunnen worden.

Milieuvoordeel

Emissiereductie van styreen ten opzichte van traditionele harsen: 15 à 35%. Het voordelig milieu-effect van LSE-hars loopt sterk terug bij verwarming (makkelijker spuiten of gebruik van warme mallen). De filmvormer blijft dan opgelost en kan aan het oppervlak geen film vormen.

Mits de emissie onder de MAC-waarde[39] blijft, hoeft minder afgezogen/geventileerd te worden, waarmee energie bespaard wordt. Maar bij het spuiten van de gelcoat komen op regelmatige tijdstippen toch hogere stryeenemissiepieken voor, waarvoor sterkere afzuiging noodzakelijk is. De ventilatie dient dan nog gedimensioneerd te worden op deze piekbelasting bij het gelcoaten.

Bij sommige productieprocessen geven LSE-polyesterharsen echter nauwelijks vermindering van de styreenoverlast tijdens het spuiten en aanrollen omdat de emissieremmende laag zich pas vormt na het aanrollen van de polyester.

[39] De MAC-waarde (Maximale Aanvaardbare Concentratie) is een grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling van arbeiders in een fabriek. De grenswaarde is opgesteld vanuit veiligheids- en gezondheidsoverwegingen voor arbeiders in de fabriek en is gebaseerd op continue blootstelling. De MAC-waarde is geen emissiegrenswaarde die door een milieuwetgeving wordt opgelegd, maar een concentratie die niet overschreden mag worden omwille van de arbeidsveiligheid.

Financiële aspecten

De kostprijs van LSE-harsen is iets hoger dan traditionele harsen. Deze meerkosten kunnen soms deels terugverdiend worden door een eventuele besparing op energiekosten omwille van minder ventilatie door lagere emissie van styreen. De verbetering van de arbeidsomstandigheden is moeilijk in geld uit te drukken, maar heeft zeker effect op de efficiëntie en op de continuïteit..

Nadelen

Toepasbaarheid

Dit is een bewezen techniek bij open mal processen, personeel goed instrueren en inwerken. Het gebruik vraagt iets meer zorg. Speciaal bij dikkere producten, waarbij in fasen wordt doorgelamineerd op reeds uitgeharde laminaatlagen. In het verleden kon dit leiden tot een verminderde hechting (delaminatie) tussen de laminaatlagen bij mechanische belasting. Met de huidige LSE-harsen is het risico van delamineren sterk verminderd ten opzichte van een aantal jaren geleden. Goede LSE-harsen geven, mits goed verwerkt, geen of nauwelijks nadelige invloed op de hechting.

Bron:

InfoMil, 2002
PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide

TECHNISCHE FICHE 3

INSERT-Harsen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

Bij de verwerking van polyesterharsen wordt styreen geëmitteerd. De emissie treedt op tijdens het opbrengen (dynamische fase) en tijdens de uitharding (statische fase). Traditionele hars bevat 35-45% styreen. Er zijn verschillende soorten harsen, waaronder INSERT-harsen ontwikkeld die minder styreen emitteren in de dynamische en/of statische fase.

INSERT-harsen
Insert-harsen hebben een styreengehalte van 25-30%, waardoor de dynamische emissie van styreen lager is, nl. 40-50% vergeleken met die van traditionele harsen. Ze zijn ook verkrijgbaar met een LSE-toevoeging, waardoor ook de emissie van styreen in de statische fase teruggedrongen wordt.

Milieuvoordeel

Emissiereductie van styreen in de dynamische fase met 40-50% ten opzichte van traditionele harsen. Bij INSERT-harsen met een LSE-toevoeging is een totale emissiereductie tot max. 55% mogelijk.

Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, hoeft minder afgezogen/geventileerd te worden en daardoor kan een energiebesparing gerealiseerd worden.

INSERT-harsen hebben een andere geur dan conventionele harsen.

Financiële aspecten

INSERT-harsen zijn op dit moment nog 10-15% duurder dan gewone harsen. Besparing op energiekosten omwille van minder ventilatie door lagere emissie van styreen.

Nadelen

Toepasbaarheid

Marktintroductie/beperkt beschikbaar voor open mal processen.

Bron:

InfoMil, 2002
PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide

TECHNISCHE FICHE 4

DCPD-Harsen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

Bij de verwerking van polyesterharsen wordt styreen geëmitteerd. De emissie treedt op tijdens het opbrengen (dynamische fase) en tijdens de uitharding (statische fase). Traditionele hars bevat 35-45% styreen. Er zijn verschillende soorten harsen, waaronder DCPD-harsen ontwikkeld die minder styreen emitteren in de dynamische en/of statische fase.

DCPD-harsen:
Door gebruik van DCPD (dicyclopentadieen) als grondstof in het polymeer is minder styreen nodig in de formulering van de polyesterhars. Het styreengehalte van DCPD-harsen ligt rond 35%. Met DCPD kan de emissie reduceren met 25 tot 30% t.o.v. orthoftaalzure polyesterhars. DCPD-harsen kunnen ook met een LSE-toevoeging worden geleverd. De verwerking van het hars gebeurt anders en geeft een andere geur. Door het gebruik van DCPD-harsen kan een harder en gladder harsoppervlak gerealiseerd worden.

Milieuvoordeel

Emissiereductie van styreen met 10 tot 25% (InfoMil, 2002), DCPD-LSE: ongeveer 45-50%. Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, kan minder afgezogen/geventileerd worden, waardoor het energieverbruik daalt. DCPC-harsen hebben een andere geur dan conventionele harsen.

Financiële aspecten

De kostprijs van DCPD-harsen en conventionele harsen is nagenoeg gelijk. Besparing op energiekosten is mogelijk omwille van minder ventilatie door lagere emissie van styreen.

Nadelen

Toepasbaarheid

Marktintroductie/bewezen techniek voor open mal processen. DCPC-harsen kunnen vooralsnog niet gebruikt worden voor toepassingen in de voedselindustrie. De harsen zijn ook gevoeliger voor delaminatie (verminderde hechting) en ze kunnen problemen geven bij het lossen uit de matrijs. Nog gering risico van delamineren (neemt af) volgens (InfoMil, 2002).

Bron:

InfoMil, 2002
PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide

TECHNISCHE FICHE 5

Airless spuiten

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

De emissie van styreen bij vezelspuiten vindt voornamelijk plaats tijdens het opspuiten (de dynamische fase). Deze emissie is te beïnvloeden door aanpassingen van de spuittechniek, waardoor tevens overspray gereduceerd wordt.

Airless spuiten
Bij airless spuiten, wordt de hars in grotere druppels of stralen opgebracht dan bij traditioneel spuiten. De emissie van styreen ontstaat aan het oppervlak van de druppels. Door met grotere druppels of stralen te spuiten wordt het verdampend oppervlak verkleind, waardoor minder emissie naar de lucht plaatsvindt. Ook zijn er spuiten waarbij de spuitkegel wordt afgeschermd door een “luchtscherm”.

Milieuvoordeel

Emissiereductie van styreen tijdens het spuiten (dynamische fase) tot 50%. Door verminderde overspray zal enerzijds het grondstofverbruik afnemen en anderzijds minder productafval ontstaan. Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, kan minder afgezogen/geventileerd worden, waarmee energie bespaard wordt, verbetering van arbeidsomstandigheden.

Financiële aspecten

Kostenbesparend bij vervanging, aanschafkosten vergelijkbaar met traditioneel spuiten. Door de reductie van grondstofverbruik en productafval wordt respectievelijk bespaard op grondstofkosten en afvalafvoerkosten.

Nadelen

Toepasbaarheid

Hars-/vezelspuiten, reeds breed toegepast. Moeilijker om een egale laag te spuiten, kost tijd om medewerkers aangepaste werkwijze voor het spuiten aan te leren.

Bron:

InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 6

Polyesterhars aanbrengen bij lage druk

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

De emissie van styreen bij vezelspuiten vindt voornamelijk plaats tijdens het opspuiten (de dynamische fase). Deze emissie is te beïnvloeden door aanpassingen van de spuittechniek, waardoor tevens overspray gereduceerd wordt.

Lagedruk polyesterharsopbrengsysteem
Peroxide en hars worden onder lage druk gemengd in de spuitkop en gespoten (gesprenkeld) op de mal. Door de lage druk ontstaat geen turbulentie en wordt het verdampend oppervlak verkleind en de styreenemissie gereduceerd. Deze spuitkop kan ook voor glasvezelspuiten gebruikt worden. Er vindt alleen reductie van styreenemissie plaats in de dynamische fase.

Milieuvoordeel

Emissiereductie van styreen tijdens het spuiten (dynamische fase) tot 80% reductie van de styreenemissie (50% vlgs (FO-industrie, 2002), tot 10% grondstofbesparing door reductie van overspray, afvalreductie verbetering van arbeidsomstandigheden, energiebesparing door minder afzuigen/ventileren indien de emissie beneden de MAC-waarde blijft.

Financiële aspecten

De aanschafkosten voor de installatie schommelen tussen € 10 000 en 15 000.

Nadelen

Toepasbaarheid

Hars/vezelspuiten, reeds breed toegepast. De toepassing van de speciale spuitkop vereist wel een aangepaste werkwijze, hetgeen bij overschakeling in het begin extra tijd kost.

Bron:

InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 7

Overschakelen op gesloten malsysteem

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies, nl. styreen.

Beschrijving van de maatregel

In een aantal gevallen is het mogelijk om over te schakelen van een open malsysteem als hand lay-up en spray-up naar gesloten malsystemen (zie ook 3.4.2.b). De glasvezelmat wordt in de mal gelegd en de mal wordt door de contramal gesloten. Beide malhelften zijn stijf en zwaar geconstrueerd. De mal wordt via een slang aangesloten op een harsvat (incl. toevoegingen en hulpstoffen). Via een vacuüm- of drukinjectie wordt de hars in de mal gebracht. De polymerisatie vindt plaats binnen in de mal, het polyesterhars hardt uit en het styreen wordt hierin opgenomen. Er vindt vrijwel geen styreenemissie plaats.

Milieuvoordeel

Reductie van de styreenemissie van ongeveer 90% ten opzichte van een open malsysteem. Vermindering van (kunststof)afval met 80%. In plaats van composietafval krijgt men wel andere soorten afvalstromen: zuiver glasafval (knipresten) en zuiver uitgehard hars van de overloop en harstoevoerkanalen.

Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft is er ook een lager energieverbruik door minder ventilatie en kleiner afzuigvolume. Verbetering van de arbeidsomstandigheden: blootstelling aan styreen is tot een minimum beperkt, minder arbeidsintensief.

Door de grotere opslagruimte voor de mallen en de grotere productieruimte, verhoogt de energiekost voor verwarming in zover deze hallen verwarmd dienen te worden.

Financiële aspecten

De kosten van deze maatregel hangen af van de productiegrootte, kostenindicatie tot € 2 500 per m² maloppervlak. De mal is duurder dan een vacuümfoliesysteem (zie L 13), maar het proces op zich is goedkoper. Indien de series te klein zijn, kan de techniek niet rendabel toegepast worden.

Nadelen

Voor het omschakelen van open naar gesloten mal processen voor producten met grote afmetingen is het injectieproces kritischer, met name de productieomstandigheden zoals temperatuur en de nauwkeurige voorbereidingen vragen extra aandacht van de werknemers. Extra opleiding, specifiek voor vacuüminjectie, wordt als noodzakelijk gezien.

Werken met gesloten mallen vereist meer ruimte.

Toepasbaarheid

Afhankelijk van de eigenschappen van het eindproduct, o.a. grootte en complexiteit van de vorm. Het bereiken van een goede oppervlaktekwaliteit kan een probleem zijn dat op te lossen is met duurdere harsen. Deze vereisen eveneens dure mallen omdat ze verwarmd moeten worden.

Soms moeten deelbare mallen gebruikt worden omdat de stukken anders niet uit de mal los te maken zijn. In dat geval is de omschakeling naar een gesloten malsysteem veel moeilijker vanwege de afdichting.

Voor de productie van artikelen waarbij een vezelversterkte laag aangebracht wordt op een product uit gewone niet-vezelversterkte kunststof is technisch niet haalbaar, omdat het productieproces anders verloopt. Bij het aanbrengen van de polyesterversterking komt geen mal meer te pas daar een voorgevormd kunststof halffabrikaat wordt versterkt. In dit geval biedt een gemechaniseerd openmal systeem met vezelspuitrobotten een beter alternatief.

Grootte van producten is beperkt tot 1,5 tot 2 m², minimale seriegrootte vanaf 5 000 tot 10 000 stuks per jaar. En men heeft meer ruimte nodig om met gesloten mallen te werken. Ruwweg wordt gesteld dat elke mal dubbel zoveel plaats inneemt (mal en tegenmal).

Bron

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002
InfoMil, 1997 (a)
KWS 2000, 1993
InfoMil, 2000.
PlasticsEurope, UP Resin safe handling guide.

TECHNISCHE FICHE 8

Vervangen van schoonmaakmiddelen methyleenchloride/aceton

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van Composieten, reinigingsactiviteiten schuimen.

Aard: Preventie luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Methyleenchloride (of dichloormethaan) en aceton worden veel toegepast als reinigingsmiddel. Doordat deze stoffen zeer vluchtig zijn, ontstaat een milieubelasting door de emissie naar de lucht. Ook vanwege het veiligheidsaspect (aceton is brandgevaarlijk) en arbeidsomstandigheden (methyleenchloride is verdacht kankerverwekkend) zijn vervangende schoonmaakmiddelen gewenst.

Er zijn verschillende vervangers op de markt, zoals RST-5, dat op water gebaseerd is. Er is zijn ook andere middelen verkrijgbaar met een hoger kookpunt (dan aceton), die met wisselend succes worden toegepast. In sommige gevallen wordt het alternatieve (op water gebaseerde) reinigingsmiddel gebruikt in een verwarmde reinigingsbak met spoelbak en een centrifuge voor het drogen van kwasten en rollers.

Sinds kort zijn nu ook nieuwe biologische reinigingsmiddelen op de markt verkrijgbaar met weinig of geen solventen. De huidige prijs van de biologische reinigingsmiddelen is echter 7 tot 10 maal de prijs van een gewoon solvent. Verder worden ook alternatieven gezocht in de richting van hoogkokende reinigingssolventen en momenteel wordt het middel N-methylpyrolidon uitgetest.

Vooralsnog is er geen alternatief schoonmaakmiddel ontwikkeld dat zo snel en grondig reinigt als methyleenchloride en aceton. Mogelijke vervangers op waterbasis ruiken niet irriterend en zijn minder schadelijk voor de gezondheid. Er is onderzoek lopend om de op de markt aangeboden alternatieve schoonmaakmiddelen te evalueren. Het schoonmaken is meestal omslachtiger, vaak is een combinatie van schoonmaakmiddel en hulpmiddel als doeken/borstel of centrifuge van het drogen noodzakelijk. Gereedschappen worden nat en moeten bij gebruik absoluut droog zijn.

Het is echter zinvol om de mogelijkheden van alternatieve reinigingsmiddelen per toepassing (bv. reiniging van mallen en reiniging van gereedschap) te onderzoeken.

Milieuvoordeel

Tot 90% reductie emissie oplosmiddelen. Mits de emissie onder de MAC-waarde blijft, kan wellicht minder afgezogen/geventileerd, en daarmee energie bespaard worden. Mogelijke vervangers voor methyleenchloride en aceton die op waterbasis zijn samengesteld ruiken niet irriterend en zijn minder schadelijk voor de gezondheid. Arbeidsomstandigheden verbeteren. Reductie van het schoonmaakmiddelen verbruik met meer dan 90% is mogelijk. Afgewerkt reinigingsmiddel moet afgevoerd worden als (gevaarlijk) afval (afhankelijk van de samenstelling van het alternatief schoonmaakmiddel).

Financiële aspecten

Investeringskosten centrifuge ongeveer € 10 000, het schoonmaakmiddel is 2 à 10 keer duurder dan de gebruikelijke oplosmiddelen. Terugverdientijd van 0,5 tot 2 jaar is mogelijk door besparing op de hoeveelheid schoonmaakmiddel en langere levensduur van kwasten en rollen.

De huidige prijs van de biologische reinigingsmiddelen is echter 7 tot 10 maal de prijs van een gewoon solvent.

Nadelen

De alternatieve schoonmaakmiddelen reinigen niet zo snel en grondig als methyleenchloride en aceton. Het schoonmaken is meestal omslachtiger en vaak is een combinatie van schoonmaakmiddel en hulpmiddel als doeken/borstel of centrifuge van het drogen noodzakelijk. Soms is ook verwarming nodig. Gereedschappen worden nat en moeten bij gebruik absoluut droog zijn. Dit brengt een verhoogd energieverbruik mee.

Toepasbaarheid

De ontwikkeling van alternatieve reinigingsmiddelen is volop gaande. Doch momenteel zijn de alternatieven niet in staan om polyesterresten in gelfase los te weken en voldoende reiniging te bereiken. Naar verwachting zullen steeds meer goede alternatieven beschikbaar komen Producten op waterbasis zijn niet toepasbaar bij stalen mallen vanwege roestvorming. De reiniging met alternatieve middelen kan omslachtiger zijn en langer duren (voor een zelfde resultaat) dan met aceton of DCM. Minder snel reinigende werking.

Bron:

InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 9

Thermische reiniging van hulpmiddelen en machine-onderdelen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten, reinigingsactiviteiten

Aard: Preventie van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

In een thermische reinigingsinstallatie worden de te reinigen materialen (diverse hulpmiddelen en machine-onderdelen) gereinigd door middel van hete lucht in een pyrolyse oven en met een bijkomende schurende werking van zand in een wervelbedoven. In de praktijk worden de beste resultaten momenteel geboekt bij een temperatuur van 450°C en een verblijfsduur van circa 4,5 uur, uiteraard afhankelijk van de vervuilings- en beladingsgraad.

Na verblijf in de oven is nareiniging noodzakelijk om asresten van de hulpmiddelen en machine-onderdelen te verwijderen. Middels een natwasinstallatie, waarbij water onder hoge druk – zonder chemische reinigingsmiddelen – wordt toegepast, worden de gereedschappen en machineonderdelen ontdaan van as. Inclusief het aangekoppelde nareinigingssysteem neemt de reinigingscyclus ongeveer 5 uur in beslag.

Deze techniek wordt verder besproken in de “BBT-studie voor oppervlaktebehandeling van metalen en kunststoffen” (Goovaerts L., in voorbereiding).

Milieuvoordeel

Het oplosmiddelverbruik kan met 95% gereduceerd worden. Daarnaast ontstaat minder vervuild oplosmiddel. De oven kost echter wel energie en voor de nareinigingsstap wordt water verbruikt.

Financiële aspecten

Doordat het oplosmiddelverbruik daalt met 95%, wordt er bespaard op de aankoop van deze middelen. Ook wordt er bespaard op de afvoer van vervuild oplosmiddel. De kosten voor het energie- en waterverbruik zullen toenemen, maar dit weegt naar verwachting niet op tegen de overige besparingen

Nadelen

Bedrijven die deze techniek toepassen komen hiermee onder de Vlarem I rubriek “Afvalverwerking” terecht en worden een klasse 1-bedrijf.

Toepasbaarheid

De thermische reinigingsinstallatie gekoppeld aan een nareiniger (voor as- en roetdeeltjes) kan voor zover bekend toegepast worden in de epoxy-, polyester- en vinylesterverwerkende industrie.

Bron:

FO-industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 10

Good housekeeping ter preventie van emissies van styreen en oplosmiddelen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Preventie van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Bij de verwerking van polyesters worden veel vluchtige oplosmiddelen gebruikt. Deze verdampen als ze in open contact staan met lucht. Verschillende organisatorische maatregelen zijn mogelijk.

Afdekken open emmers en vaten:
Door het afdekken van emmers en vaten waar (werkvoorraden) harsen, harsresten, oplosmiddelen of hulpmiddelen met oplosmiddelen inzitten, wordt de emissie naar de lucht gereduceerd. Gebruikte rollers en kwasten worden direct in een afgesloten bak met oplosmiddel geplaatst. In sommige gevallen zijn de emmers te laag, waardoor de rollers en kwasten boven de rand uitsteken. In die gevallen kunnen hogere emmers of aangepaste deksels uitkomst bieden. Oplosmiddelen en andere solventhoudende additieven kunnen opgeslagen worden in de werkpost met behulp van een safetycan die in verschillende volumes te verkrijgen zijn.

Zelfsluitende afvalbak voor resten:
Gemorste hars wegnemen evenals afvalresten direct in een zelfsluitende afvalbak deponeren. In plaats van deksels, kan ook gedacht worden aan het gebruik van pedaalemmers. Het is belangrijk dat de werknemers voldoende geïnformeerd worden. Er moet gestreefd worden naar een continue gedragsverandering.

Gebruikte poetsdoeken in zelfsluitende container:
Breng methyleenchloride aan met een poetsdoek en bewaar de poetsdoek na gebruik in een afgesloten, zelfsluitende container.
Let op: een met aceton en peroxide vervuilde poetsdoek mag niet in een afgesloten container bewaard worden, wegens explosiegevaar.

Reiniging gereedschap:
Spoel het gereedschap voor met vervuild reinigingsmiddel.
Stop gebruikte rollers en kwasten na afloop in een afgesloten bak met oplosmiddel.
Spuit het spuitpistool schoon in een afsluitbare emmer.
Gebruik een afsluitbare spoelbak en houd deze dicht als hij niet gebruikt wordt. Gebruik indien mogelijk een zelfsluitende spoelbak.

Solventverbruiken bijhouden:
Indien met solventen of vluchtige organische stoffen gewerkt wordt, kan het bijhouden van de solventverbruiken helpen bij het opsporen van de grootste verliezen. Op basis hiervan kunnen maatregelen genomen worden om de belangrijkste solventverbruiken in te perken en grote verdampingsverliezen tegen te gaan.

Milieuvoordeel

Vermindering van emissie oplosmiddelen tot 40%. Mits de emissies onder de MAC-drempelwaarde blijven, kan wellicht minder afgezogen/geventileerd, en daarmee energie bespaard worden.

Financiële aspecten

Tot 40% besparing op aankoop van oplosmiddelen (methyleenchloride en aceton) is mogelijk.

Nadelen

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar, mits voldoende aandacht wordt besteed aan eventueel brand- en explosiegevaar: afvalbakken voor poetsdoeken met aceton en harsresten (peroxide) mogen niet afgesloten worden vanwege brand/explosiegevaar. Gesloten afvalbakken voor poetsdoeken met methyleenchloride en harsresten zijn wel toegestaan. Daarnaast kan brand- en explosiegevaar ontstaan door statische oplading (vooral opslag van aceton), zodat aandacht dient te worden besteed aan aarding.

Bron:

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002
PlasticsEurope, UP Resin handling guide: (zie http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=381).
KWS 2000, Factsheet: “Zorgvuldig omgaan met organische reinigingsmiddelen in de polyesterverwerkende industrie”, 1995.

TECHNISCHE FICHE 11

Bioreactor

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Behandeling van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Indien alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog geurhinder of restemissie is, kunnen nageschakelde maatregelen overwogen worden.

Bioreactor (FO-industrie, 2002)
In een (FUNC-)bioreactor breekt een speciaal geselecteerd micro-organisme (schimmel) het styreen en eventueel andere aanwezige organische verbindingen af. De biocultuur leeft op een keramisch dragermateriaal. Styreen wordt volledig afgebroken tot CO_2 en H_2O. De lucht wordt bevochtigd en bij een discontinue bedrijfsvoering kunnen optredende emissiepieken eventueel worden afgevlakt in een voorgeschakelde buffer-unit. Een standaardmodule (5000 m³/h) heeft een afmeting van ongeveer 7 x 3 x 2 m (LxBxH). De biologische luchtreinigingsinstallatie heeft weinig onderhoud nodig en is goed bestand tegen veranderende bedrijfscondities zoals stilstand en wisselende afgascondities. De techniek grijpt niet in op het productieproces, heeft een laag energieverbruik en er ontstaat geen afvalwater. De (FUNC-)bioreactor is in de sector op een aantal locaties op pilootschaal gedemonstreerd.

Milieuvoordeel

Styreenemissies reduceren met 90-95% is mogelijk. De installatie verbruikt zelf in beperkte mate energie en er ontstaat geen afvalwater of afval.

Financiële aspecten

Kostenindicatie bij 5 000 m³/h en 4 000 bedrijfsuren: investering € 27 000-45 000 (excl. bouwtechnisch), operationele kosten (incl. afschrijving) ongeveer € 9 000 per jaar.

Nadelen

Uit de ervaring van enkele Vlaamse composietbedrijven die deze techniek hebben uitgetest, blijkt deze techniek niet haalbaar te zijn, o.a. wegens de ruimte die ervoor vereist is.

Toepasbaarheid

demonstratie/marktintroductie, polyesterverwerkende bedrijven waar gesloten malsystemen niet toegepast kunnen worden. Tot influentconcentraties van 2 g/m³ (475 ppm) en afgasdebieten van meer dan 100 000 m³/h. De benodigde installatie is over het algemeen vrij groot (afhankelijk van concentratie te reinigen afgas). Ten behoeve van de micro-organismen is een continue stroom nodig.

Bron:

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002
KWS 2000, 1993

TECHNISCHE FICHE 12

Zuurstofradicaalgenerator

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van composieten

Aard: Behandeling van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Indien alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog geurhinder of restemissie is, kunnen nageschakelde maatregelen overwogen worden.

Zuurstofradicaalgenerator
Voor afbraak van styreen en andere organische verbindingen: gewone lucht wordt in een UV-reactor geactiveerd met behulp van UV tot zuurstofradicalen. Door injectie van deze geactiveerde lucht in de te behandelen luchtstroom (verhouding 1:10) wordt styreen geoxideerd. De installatie is compact, behoeft weinig onderhoud, is eenvoudig te bedienen en geschikt voor wisselende bedrijfsomstandigheden. Doordat de installatie modulair is op te bouwen is een reductiepercentage van 50 tot meer dan 95% haalbaar. De techniek is in pilootfase. De volgende stap is een uitgebreid testonderzoek om deze techniek in de sector te demonstreren.

Milieuvoordeel

Styreenemissie naar de buitenlucht verminderen met 50-95% is haalbaar, geen afval of afvalwater.

Financiële aspecten

Kostenindicatie bij 5 000 m³/uur en 4 000 bedrijfsuren: investering van ongeveer € 45 500 (incl. ventilator en leidingen), operationele kosten (excl. afschrijving) ongeveer € 6 500 per jaar.

Nadelen

Toepasbaarheid

Pilootplant onderzoek, voor polyesterbedrijven waar gesloten malsystemen niet toegepast kunnen worden en waar een gelijkmatige continue styreenemissie bestaat, tot influentconcentraties van 200 ppm per module van 20 000 m³/h. Een belangrijke voorwaarde is dat styreen volledig wordt geoxideerd (tot waterdamp en koolzuurgas) en dat geen halfgeoxideerde producten van styreen vrijkomen, aangezien deze toxicologisch gezien meer verdacht kunnen zijn dan styreen. Het is derhalve belangrijk dat goed inzicht bestaat in de samenstelling van de te behandelen stroom.

Bron:

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002
KWS 2000, 1995

TECHNISCHE FICHE 13

Thermische en katalytische naverbranding

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van composieten

Aard: Behandeling luchtemissies

Beschrijving van de maatregel

Indien alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog geurhinder of restemissie is, kunnen nageschakelde maatregelen overwogen worden.

Naverbranders worden ingezet voor de oxidatie door verbranding van vluchtige organische stoffen (VOS), met name voor oplosmiddelen en geur. Er wordt onderscheid gemaakt tussen thermische en katalytische naverbranders: TNV´s en KNV´s.

TNV´s werken met een open vlam waarbij de verbranding bij een temperatuur van 700-1.000°C plaatsvindt. In een KNV wordt door toepassing van een katalysator de verbranding bij lagere temperaturen (300-500°C) gerealiseerd. KNV´s hebben doorgaans een hoger thermisch rendement en een verwaarloosbare NO_x-productie. Beide naverbranders kunnen worden uitgerust met recuperatieve en regeneratieve systemen.

Bij niet autotherme condities, bij opstart en eventueel bij fluctuaties in de concentratie van brandbare stoffen wordt aardgas verbruikt. Het `autotherme punt´ is de concentratie VOS, waarbij bijstoken (van aardgas) overbodig is. Voor TNV´s ligt het autotherme punt vanaf 6-10 g VOS/m³; voor KNV´s is dit vanaf 1-2 g VOS/m³. Het `thermisch rendement´ van naverbranders is een belangrijke (kosten)technische parameter. Door toepassing van recuperatieve systemen kan het thermisch rendement verhoogd worden; regeneratieve systemen (voornamelijk KNV´s) hebben doorgaans een (nog) hoger thermisch rendement en een (nog) lager autotherm punt.

KNV´s werken bij lagere temperaturen en bevatten minder (kostbare) corrosiebestendige materialen, waardoor de levensduur doorgaans langer is dan die van TNV´s.

Daarnaast geldt voor niet-procesgeïntegreerde naverbranding dat de installatie continu in bedrijf gehouden kan worden (ook buiten productietijden). Dit betekent bijvoorbeeld dat de dampen van de silo´s continu behandeld worden, zodat de concentratie blaasmiddel naar de buitenlucht ook in de weekenden en vakantieperiodes beperkt wordt..

Milieuvoordeel

Reductie emissie VOS.

De efficiëntie van een naverbrander is 95% en de toepasbaarheid bij drukkerijen is 80%, maar de diffuse emissies worden niet opgevangen.

Financiële aspecten

De investeringskosten voor een KNV zijn hoger dan die voor een TNV.

De belangrijkste bedrijfskosten bestaan uit personeelskosten en aardgaskosten (hoog bij niet-autotherm; nihil bij autotherm); bij KNV´s komen de kosten voor de katalysator hier nog bij.

De investeringskosten bedragen naar schatting circa EUR 23.000,- per 1.000 Nm^3 en de onderhoudskosten circa EUR 68.000,- per jaar.

Nadelen

Emissie van CO_2 (KNV en TNV) en NO_x (met name TNV).

Zwavel-, chloor-, fluor- en/of broomhoudende VOS vormen SO_2, HCl, HF en/of HBr.

Kans op vorming van dioxinen bij verbranding van chloorhoudende VOS.

Aardgasgebruik bij niet-autotherme toepassingen en opstart en eventueel bij fluctuatie aanbod VOS.

Zwavel-, chloor-, fluor- en/of broomhoudende VOS vormen SO_2, HCl, HF en/of HBr. Kans op vorming van dioxinen bij verbranding van chloorhoudende VOS.

Toepasbaarheid

Voor verwijderen van VOS.

Bron:

FO-industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 14

Procesgeïntegreerde naverbranding

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van EPS-schuimen

Aard: Behandeling luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Indien alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen bij de productie schuimen en er nog geurhinder of restemissie is, kunnen nageschakelde maatregelen overwogen worden.

Bij het produceren van geschuimde producten worden veelal vluchtige organische stoffen als secundaire blaasmiddelen toegepast. Voorbeelden van (veel) toegepaste blaasmiddelen zijn HCFK's, pentaan en dichloormethaan. Het blaasmiddel dat vrijkomt bij voorschuimen en molden van EPS wordt bij procesgeïntegreerde naverbranding opgevangen, verzameld en verbrand in de bestaande stoomketel.

Procesgeïntegreerde naverbranding
De maatregel is bijna identiek aan thermische en katalytische naverbranding. Dat wil zeggen het principe is dat vluchtige organische stoffen (VOS) worden verbrand, maar het belangrijke verschil is dat bij procesgeïntegreerde naverbranding gebruik wordt gemaakt van een **bestaande** verbrandingsinstallatie.

De hoeveelheid behandelbare lucht in de stoomketel, wordt beperkt door de stoombehoefte. Daarom wordt veelal alleen de lucht met de hoogste concentratie naar de stoomketel gevoerd; bij de verwerking van EPS is dit met name de afgezogen lucht van silo´s, voorschuimers en blokvormers.

De praktisch haalbare pentaanreductie bij de productie van EPS wordt geschat op 30 tot 50 massa% (ten opzichte van de in de grondstof verwerkte hoeveelheid pentaan) en de energiebesparing op 1 tot 11% (ten opzichte van het gebruik van pentaan-arme lucht voor de stoomketel bij gelijk blijvende productie). Deze resultaten zijn onder meer **afhankelijk** van de pentaanconcentratie in de afgezogen lucht, de stoombehoefte en de gelijktijdigheid van/balans tussen emissie en stoomketelgebruik.

Milieuvoordeel

Vermindering van de emissie van VOS (bijvoorbeeld 40-45% reductie van de pentaanemissie bij productie EPS) en besparing op het energieverbruik (voor de stoomketel ongeveer 10% besparing op aardgas). Het heeft ook een gunstig effect op de arbeidsomstandigheden.

Financiële aspecten

Totale investering per bedrijf varieert grofweg tussen € 180 000 en 450 000. De investeringskosten kunnen in sommige gevallen beperkt worden door de stookinstallatie dichter bij de pro-

cesonderdelen met pentaanemissie te plaatsen. Operationele kosten bedragen ongeveer € 6 800 per jaar.

Nadelen

Mogelijke toename van emissie van CO_2 en NO_x. Zwavel-, chloor-, fluor- en/of broomhoudende VOS vormen SO_2, HCl, HF en/of HBr. Kans op vorming van dioxinen bij verbranding van chloorhoudende VOS.

Toepasbaarheid

Het is een bewezen techniek voor de behandeling van VOS wanneer er ook nood is aan stoom, bv. voor de productie van EPS. De toepasbaarheid is onder meer afhankelijk van de balans tussen het aanbod van VOS en de vraag naar stoom. In een bedrijf met meerdere stoomketels kan de efficiëntie van de reductie van de emissie van VOS worden verhoogd door een van de ketels te optimaliseren ten opzichte van de VOS-verbranding in plaats van ten opzichte van de stoomproductie.

Er moet rekening gehouden worden met aanpassing van de bestaande installatie (onder meer om aan de NO_x-eisen te kunnen blijven voldoen), installatie van meetapparatuur enzovoort; onder meer in verband met mogelijke storingen door stof en vocht.

Bron:

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002
InfoMil, 1997 (b)

TECHNISCHE FICHE 15

Cryocondensatie

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van composieten

Aard: Behandeling luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Indien alle mogelijke bron- en procesgeïntegreerde maatregelen zijn genomen en er nog geurhinder of restemissie is, kunnen nageschakelde maatregelen overwogen worden.

Cryocondensatie berust op condensatie van met name vluchtige organische stoffen door sterke koeling. In wezen wordt de restemissie bepaald door de gekozen temperatuur: de restemissie neemt (logaritmisch) af bij dalende temperatuur. Door een nauwkeurige temperatuurregeling kunnen de componenten op het gewenste niveau worden afgevangen. Hierbij worden volgende hulpmiddelen ingezet:

Vloeibare stikstof
De consumptie van vloeibare stikstof kan worden onderverdeeld in stand-by-consumptie (voor het op temperatuur houden van de installatie) en de consumptie als gevolg van het koelen van de (warme) ingaande gasstroom tot de gewenste temperatuur plus de energie die nodig is om de componenten te condenseren (is gelijk aan verdampingswarmte).

Perslucht
Een minimaal verbruik aan perslucht voor de pneumatische bediening van de installatie. Deze perslucht dient wel vochtvrij te zijn.

Op scheikundige gronden kan nagenoeg iedere restemissie worden bereikt, mits de koeling sterk genoeg is. Praktisch wordt zelden lager gegaan dan -95°C en varieert de temperatuur tussen -50 en -80°C. De uiteindelijke dimensionering berust op een zorgvuldige afweging tussen het rendement, de restemissie en de teruggewonnen hoeveelheid VOS enerzijds en de investerings- en bedrijfskosten, waaronder met name de stikstofconsumptie, anderzijds.

Milieuvoordeel

De VOS-emissie (styreen, oplosmiddelen, en dergelijke) kan door toepassing van cryocondensatie sterk teruggedrongen worden.

Financiële aspecten

Investeringkosten (EUR/1.000 Nm³/uur): 500.000 (exclusief nageschakelde technieken en stikstof opslag). Bedrijfskosten: personeelskosten en stikstofkosten (circa 0,12 EUR/kg).

Nadelen

Nadeel van de techniek is het gebruik van vloeibare stikstof, waaraan speciale veiligheidsvoorwaarden zijn verbonden.

Toepasbaarheid

De techniek kan ingezet worden voor de terugwinning van vluchtige koolwaterstoffen, maar is ongeschikt voor natte gasstromen (in verband met ijsvorming).

De meeste systemen worden toegepast op relatief kleine afgasstromen (tot 50 m^3/uur) en voor de verwerking van batchemissies, waarbij de apparatuur gedurende het belangrijkste deel van de bedrijfstijd stand-by staat.

Volcontinue systemen groter dan 250 m^3/uur zijn minder frequent; voor toepassing groter dan 1.000 m^3/uur zijn condensatietemperaturen tot -30°C nodig.

De toepasbaarheid van cryocondensatie voor de harsverwerkende industrie is vooralsnog onzeker, vooral gezien het feit dat in verband met de eisen vanuit de ARBO-wetgeving de afgasstromen veelal groter zijn dan 50 m^3/uur.

Bron:

FO-industrie, 2002
KWS 2000, 1995

TECHNISCHE FICHE 16

Beperken van emissie van weekmaker en verdunner

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van weekgemaakte kunststof

Aard: Beperking luchtemissie: weekmaker en verdunner.

Beschrijving van de maatregel

Vooral bij het pastaverwerken en kalanderen kan de emissie van vluchtige weekmakers en verdunners naar de buitenlucht aanzienlijk zijn. Om de emissie te verminderen zijn een aantal technieken beschikbaar:

Filteren
Op de markt zijn filterinstallaties verkrijgbaar waarmee de vluchtige weekmakers afgefilterd worden. Een voorbeeld is een installatie die bestaat uit een voorfilterunit die de stofdeeltjes affiltert, gevolgd door een hoofdfilterunit die de fijne deeltjes uitfiltert.

Koelen en filteren
Door de combinatie van koelen en elektrostatisch filteren kan de emissie van weekmaker (en verdunner) worden beperkt van meer dan 5000 mg/m³ tot minder dan 10 mg/m³. De afgevangen weekmaker uit de koeler en de filter kan volledig worden hergebruikt. Deze techniek kan onder andere worden gebruikt voor het reinigen van de lucht afkomstig van het geleren van PVC-pasta´s.

Naverbranding
De uitgaande luchtstroom met de vluchtige weekmakers en verdunners kan door een thermische naverbrander worden geleid, waarin de weekmakers bij een temperatuur van 700-750 ºC worden verbrand. De naverbrander wordt bijgestookt met aardgas. De (grote hoeveelheid) vrijkomende warmte kan in sommige gevallen weer worden benut in het proces. Zo kan de warmte worden afgegeven aan een oliesysteem dat de geleerprocessen van warmte voorziet. Een andere mogelijkheid is de warmte elders in de omgeving (bedrijven of bewoners) nuttig toe te passen.
Als de concentratie van de vluchtige weekmakers in de luchtstroom gering is, kan een recuperatieve naverbrander worden gebruikt. In deze naverbrander wordt de energie die nog in de afgassen zit, gebruikt om keramisch materiaal op te warmen. Dit verwarmde keramisch materiaal wordt vervolgens gebruikt om de nog te reinigen lucht voor te verwarmen. Op deze wijze kan men het gasverbruik aanzienlijk reduceren. Deze installatie is echter niet in staat om proceswarmte te leveren.
In plaats van verbranding in een thermische naverbrander, kunnen de vluchtige weekmakers soms ook in de al aanwezige stoomketel worden ingespoten en verbrand (procesgeïntegreerde verbranding). Hiermee wordt bespaard op het gasverbruik.

Chloorhoudende weekmakers bij een branderstoring
In het geval dat chloor-atomen in de weekmakers aanwezig zijn, kunnen bij een storing van de naverbrander dioxines en furanen worden gevormd (bij temperaturen lager dan 700 ºC). Beide stoffen zijn zeer schadelijk. Door tijdens een branderstoring de luchtstroom met weekmakers niet door de naverbranders, maar over een bypass direct naar buiten te leiden, wordt de vorming

van deze stoffen voorkomen. Ook eventuele andere aanwezige vluchtige organische stoffen kunnen (tegelijkertijd) met de desbetreffende technieken worden behandeld.

Milieuvoordeel

Beperking weekmaker-emissie naar lucht. Beperking van het grondstofverbruik bij hergebruik weekmaker bij filtertechniek.
Eventueel vermindering aardgasverbruik bij intern hergebruik van de warmte bij verbrandingstechniek.

Financiële aspecten

Een luchtkoeler met elektrostatische filterinstallatie voor 15 000 m³/uur kost circa € 100 000. Hierdoor is een besparing op de kosten van inkoop van weekmaker mogelijk (bij hergebruik weekmaker). Een thermische naverbrander met bypass kost circa € 2 500 000. Door hergebruik van de warmte kan bespaard worden op het aardgasverbruik..

Nadelen

Nadeel is de eventuele vorming van dioxines en furanen (dit kan alleen gebeuren bij een ongecontroleerde verbranding van chloorhoudende weekmakers).

Toepasbaarheid

De filtertechnieken worden hoofdzakelijk toegepast bij zwak belaste afgasstromen met grote debieten.
Naverbranders worden ingezet wanneer de concentratie aan vluchtige organische stoffen hoog is.
Thermische naverbranders worden in Nederland al veel toegepast bij zacht-PVC-verwerkers om aan de Nederlandse Emissie Richtlijn (NeR) te voldoen

Bron:

FO-industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 17

Pentaan gebruiken als blaasmiddel voor de productie van isolatieschuim

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van isolatieschuim

Aard: Preventie van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

Bij de productie van gesloten cellig isolatieschuim (hard PUR-, PIR- en fenolschuimen) is het blaasmiddel een essentiële component in het eindproduct. Het blaasmiddel draagt namelijk bij tot de isolerende capaciteiten van het schuim.

Als blaasmiddel werden aanvankelijk (H)CFK's gebruikt omwille van hun gunstige thermische kwaliteiten in isolatiemateriaal. Het gebruik van (H)CFK´s is inmiddels verboden. Blaasmiddelen op basis van (H)CFK´s dienden dan ook vervangen te worden. Verschillende alternatieven zijn mogelijk, doch ook deze kunnen een nadelig milieu-effect hebben. Hierna worden mogelijke alternatieven opgesomd in volgorde van afnemend milieunadeel:

- (vloeibare) fluorkoolwaterstoffen (HFK´s) hebben een sterk broeikaseffect en worden best vermeden;
- pentaan en andere lichte koolwaterstoffen zoals methyleenchloride zijn VOS en zijn ook nadelig voor het milieu;
- vloeibaar CO_2 heeft geen schadelijk milieueffect.

HFK's bezitten de beste thermische eigenschappen. Pentaan is nog steeds isolerend maar in mindere mate dan HFK's en CO_2 levert geen extra bijdrage inzake isolatie.

Milieuvoordeel

Bij het vervangen van (H)CFK's als blaasmiddel wordt de aangetasting van de ozonlaag en de emissie van broeikasgassen vermeden, doch sommige alternatieven zijn nog steeds nadelig zijn voor het milieu.

Het gebruik van deze blaasmiddelen als pentaan en andere lichte koolwaterstoffen zoals methyleenchloride in schuimen veroorzaakt VOS-emissies. Het gebruik van vloeibaar CO_2 als blaasmiddel heeft geen schadelijke milieueffecten.

Financiële aspecten

Bij overschakeling op een ander blaasmiddel dient het productieproces veelal anders te worden ingericht. Deze aanpassing van het productieproces is eenmalig. Hierbij moet echter extra aandacht besteed worden aan de veiligheidsvoorschriften voor het gebruik van pentaangas (explosiebeveiliging). De productiekosten van het proces met pentaan zijn lager dan bij gebruik van HFK's omdat pentaan minder duur is en minder blaasmiddel nodig is.

Nadelen

Pentaan is, net als andere lichte koolwaterstoffen, zeer brandbaar en vormt een belemmering voor de brandveiligheid. Om een gelijkaardige brandveiligheid als isolatiemateriaal op basis van HFK's te waarborgen moeten brandvertragers toegevoegd worden.

Toepasbaarheid

Bij de productie van gesloten cellig isolatieschuim (hard PUR-, PIR- en fenolschuimen) kan deze maatregel toegepast worden. Omwille het negatief effect van CO_2 op de isolatiewaarde kan met dit blaasmiddel niet dezelfde kwaliteit van het eindproduct bekomen worden als met de (H)CFK-blaasmiddelen. Met pentaan als blaasmiddel is de isolatiewaarde ook lager dan met HCFK's, maar dit verlies kan nog gecompenseerd worden door de dikte van de producten te verhogen.

De productie van isolatieschuim met hoge brandveiligheidseisen vereist het gebruik van extra brandvertragers omdat pentaan in tegenstelling tot HCFK's, brandbaar is. Voor producten die aan strenge brandveiligheidseisen moeten voldoen, is momenteel het gebruik van HFK's als blaasmiddel nog steeds vereist.

Bron:

FO-industrie, 2002
ozondatabank EMIS

TECHNISCHE FICHE 18

Substitutie van solventgebaseerde inkten en lijmen door watergedragen systemen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Nabehandeling

Aard: Preventie luchtemissie: VOS.

Beschrijving van de maatregel

Vervangen van oplosmiddelhoudende inkten en lijmen door producten zonder of bijna zonder oplosmiddelen. Dit zijn meestal producten op waterbasis of UV-hardende producten.

– *inkten*
Waterige inkten zijn volledig anders van samenstelling dan oplosmiddelhoudende inkten. De toepassingsmogelijkheden van waterige inkten zijn minder breed dan die van oplosmiddelhoudende inkten. Bij het bedrukken van kunststof zijn de praktische mogelijkheden beperkt. Het omschakelen op waterige inkten is productietechnisch meestal niet eenvoudig. Ook vereist het maatregelen om waterverontreiniging te voorkomen.
De watergedragen inkten bevatten slechts weinig organisch solvent. Conventionele watergedragen inkten berusten op relatief sterk zure harsen voor de dispersie in het water. Meer recentere inkten zijn gebaseerd op water-dispergeerbare polyester harsen. Deze laatste vereisen geen ammonium of amines om de dispersie-eigenschappen te bestendigen.

– *lijmen*
Watergedragen lijmen voor laminatie bevatten slechts weinig organisch solvent.
Mogelijke watergedragen lijmen zijn: cellulose, vinyl, acrylaat, ureumformaldehyde, melamineformaldehyde, natuurrubber, polychloropreen, butadieen-styreen copolymeren, butadieen-acrylonitriel copolymeren, natuurlijke gommen, amidon, dextrine, caseïne, silicaat (Goovaerts L. et al, 2004).

Milieuvoordeel

Lijmen en drukklare inkten in flexo en -heliodruk bevatten ongeveer 80% solvent. Dit zijn altijd mengsels van verschillende oplosmiddelen (bv; ethanol en isopropylacetaat IPA). Door over te schakelen op watergedragen systemen met een maximaal VOS-gehalte van 2% (ethanol, isopropanol en/of n-propanol), wordt de emissie van oplosmiddelen naar lucht sterk gereduceerd. In de meeste gevallen zijn de drukkerijen reeds uitgerust met een afgaszuiveringsinstallatie en dan is de emissiereductie door omschakeling beperkter.
Betere arbeidsomstandigheden worden gerealiseerd.

Financiële aspecten

De omschakeling van solventhoudende naar watergebaseerde producten vereist hoge investeringskosten. Investeringskosten (excl. bouwtechnisch) ca. € 68 000; Extra investering t.b.v. waterzuivering ca. € 14 000.

Voor nieuwe installaties zijn de investeringskosten van een watergebaseerde bedrukking ongeveer even groot als deze voor conventionele inkten. Een volledige kostenafweging tussen het gebruik van oplosmiddelhoudende en waterige inkten laat meestal weinig verschil zien. Voor de flexo en heliobedrukking zijn de totale operationele kosten per m² geprint materiaal in het algemeen iets hoger dan de kosten van solventgebaseerde inkten.

Nadelen

Bij het toepassen van watergedragen lijmen en inkten is een grondigere reiniging van het oppervlak nodig. Het gebruikt van watergebaseerde producten geeft meestal aanleiding tot een afvalwaterstroom (spoelwater met o.a. kleurstoffen). Het verdient dan ook aanbeveling om waterverontreiniging zoveel mogelijk te beperken.
Het drogen van watergedragen inkten en lijmen vereist veel energie. Maar het totale energieverbruik is toch nog beperkt omdat in dit geval geen afgaszuiveringssysteem nodig is.
Er moet extra aandacht besteed worden aan het reinigen van applicatie-apparatuur zoals de walsen en aan het voorkomen van het aandrogen van inkt en lijm. Zolang de inkt niet gedroogd is, kan men reinigen met water. Ook het opkuisen van watergedragen lijm kan met water, wanneer het product nog niet droog is. Meestal wordt echter nafta en white spirit gebruikt voor de reiniging.
Er is meer afval bij het gebruik van waterige systemen.

Toepasbaarheid

– *inkten*
De toepassingsmogelijkheden van waterige inkten zijn minder breed dan die van oplosmiddelhoudende inkten voor het bedrukken van kunststof. Dit is vooral te wijten aan de aard van het gebruikte substraat, nl. de kunststof. Bij flexodruk en zeefdruk zijn de mogelijkheden groter dan bij diepdruk. (Watergebaseerde inkten zijn niet toepasbaar in packaging gravure, omdat de vereiste kwaliteit niet haalbaar is).
Kunststof producten zoals draagtassen en vuilzakken kunnen bedrukt worden met watergebaseerde inkten. De kwaliteitseisen voor deze producten zijn relatief laag, maar zelfs dan is het niet evident om eraan te voldoen met watergedragen inkten. De hechting van de inkt aan de kunststof blijft een uitdaging. Door gebruik van keramische anilox cilinders kan de drukkwaliteit verbeterd worden. Ook bij deze toepassingen moet soms toch teruggegrepen worden naar conventionele inkten voor bv. fluorescerende effecten, goud en zilver kleuren of wanneer een zeer hoge glans vereist is.
Flexibele verpakkingen hebben soms hogere weerstand nodig tegen zuren, oplosmiddelen, vetten en oliën die uit het te verpakken product komen. Deze vereisten kunnen enkel voldaan worden met solventgebaseerde inkten. Kwaliteitsproducten die aan deze vereisten voldoen, worden vaak gedrukt met solventinkten. Soms kan echter de witte inkt, de meest gebruikte kleur, vervangen worden door een watergedragen inkt.
Bij de omschakeling naar watergedragen inkten voor flexodruk van verpakkingen moet meestal een andere voorbehandeling gebeuren van de kunststof. Steeds moeten nieuwe printplaten en -cilinders gebruikt worden.

– *lijmen*
In het algemeen zijn de watergedragen lijmen bruikbaar in alle lamineerprocessen bij de productie van flexibele verpakkingen. Maar ze kunnen de solventsystemen niet in elke toepassing vervangen.

Watergedragen lijmen vertonen ook meestal een lagere chemische weerstand en sterkte dan solventgebaseerde lijmen. Daarom kan de watergebaseerde lijm niet in alle toepassingen gebruikt worden.
In speciale laminatietoepassing waarbij een dun papier aan kunststof of aluminium gelijmd wordt, hebben de watergebaseerde lijmen een voordeel, omdat het water doorheen het papier kan verdampen. Voor het lamineren van twee niet poreuze films, zijn watergebaseerde systemen minder geschikt omdat langere droogtijden nodig zijn. In deze gevallen wordt de voorkeur gegeven aan 2-component solventvrije lijm.
Aangezien een verbinding die met een watergedragen lijm tot stand kwam watergevoelig blijft, is een watergedragen lijm niet mogelijk voor toepassingen die watercontact vereisen (vb. bij boten).
Waterdispersielijmen worden reeds toegepast op automatische productielijnen voor matrassen. Proeven voor zeteltoepassingen geven nog onvoldoende resultaat wegens technische problemen (UG, 2002).

Bron

Derden A., 1998
InfoMil, 2002
European Commission, 2005
InfoMil, 1997 (d)

TECHNISCHE FICHE 19

Afzuiging en behandeling van de solventemissies bij diepdruk

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Bedrukken

Aard: behandeling van luchtemissies.

Beschrijving van de maatregel

– *Afzuiging: bodem en randafzuiging*
Veelal zal in aanvulling op de goede afzuiging van drogers ook de bodemafzuiging tussen drukwerken of een randafzuiging op inktbakken, moeten worden aangesloten op de naverbrander. Ook de ventilatie van de (automatische) wasmachine kan in aanmerking komen om op de naverbrander te worden aangesloten.

– *Behandeling: naverbrander*
Het is echter soms mogelijk om de regeneratieve naverbranders aan te passen aan het hogere debiet en de lagere concentratie. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van het verschijnsel dat Vlaamse naverbranders veelal op zeer lage emissiegrenswaarden zijn ontworpen (Zie § 3.3.6 'Naverbranden'). Verlaat men de strenge Vlarem eis, dan kan soms verbrandingscapaciteit worden gewonnen door de inhoud van de keramische bedden te wijzigen.Aansluiting van bodem-, rand en wasmachineafzuiging op bestaande naverbranders is meestal niet zonder meer mogelijk. Het debiet wordt in de orde van 20% hoger en de gemiddelde concentratie wordt lager. De concentratie in de nieuw aan te sluiten stromen ligt in de orde van 1 g/m³, terwijl die van de machines in de orde van 4 tot 6 g/m³ ligt. Deze toename van het luchtdebiet valt meestal buiten de ontwerpspecificaties van bestaande naverbranders.
Het verwijderingsrendement van de naverbrander kan door deze aanpassing iets minder worden. Men moet de actie dan ook beperken tot luchtstromen met een noemenswaardige oplosmiddelbelading. In dat geval zal de toename van de hoeveelheid oplosmiddel die vernietigd wordt ruim groter zijn dan de toegenomen emissie uit de naverbrander.
Als aanpassing van de naverbrander niet mogelijk is, kan de maatregel deels uitgevoerd worden door deze nieuw aan te sluiten luchtstromen alleen door de naverbrander te laten behandelen als daar, door stilstand van een productiemachine, ruimte voor is. Hoe vaak dit het geval is zal van bedrijf tot bedrijf verschillen. Als alle machines draaien zullen de betreffende stromen naar buiten worden afgevoerd.

Milieuvoordeel

Vermindering van de diffuse emissies tot ver beneden de 20% van de input is mogelijk bij machines met een krachtige droging na elke drukwerk en bodem- of randafzuiging tussen de drukwerken, zoals bij moderne diepdrukpersen.

Financiële aspecten

Leidingen en regelsystemen, aanpassing van de naverbrander. Investering komt al snel boven € 100 000.

Nadelen

Aangepaste naverbranders zullen wellicht niet meer aan de emissiegrenswaarden in Vlarem voldoen. Ook de luchtstromen afkomstig van bodem of randafzuiging voldoen, als ze tijdelijk buiten de naverbrander moeten worden geleid, niet aan enige emissiegrenswaarde. (De betreffende stromen zijn overigens volgens de VOS richtlijn diffuse emissies. Zij zijn immers afkomstig van ventilatie en derhalve niet onderhevig aan emissiegrenswaarden.)

Om alle discussie te vermijden wordt aangeraden het reductieschema te gebruiken. Het bedrijf kan aan deze eisen voldoen en het reductieprogramma geeft vrijstelling van emissiegrenswaarden. Hierin is de belangrijkste reden gelegen om de mogelijke grenswaarde uit te drukken als een percentage van de referentie-emissie. Ook geeft het reductieschema de mogelijkheid om de eventuele emissiereductie door het gebruik van lijmen e.d. in rekening te brengen.

Toepasbaarheid

Bij bedrijven met een solventgebruik boven 150 ton per jaar is deze maatregel toepasbaar indien diepdrukprocessen, lakprocessen en lamineren toegepast worden waarvan de emissies door naverbranding behandeld worden. De beperking van de diffuse emissies tot veel minder dan 20% technisch alleen uitvoerbaar bij de grotere heliobedrijven. Uitvoering van de maatregel is niet mogelijk bij flexopersen met een centrale tegendrukcilinder. Op die machines zijn, door plaatsgebrek de tussendrogers te klein. In grote bedrijven met veel flexo of met veel substitutie is deze grenswaarde niet haalbaar.

Bron

Aminal, 2002

TECHNISCHE FICHE 20

Behandeling van VOS-houdende afgassen algemeen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerkingsprocessen en nabehandeling

Aard: Behandeling van VOS-houdende afgassen.

Beschrijving van de maatregel

Indien de VOS-emissies niet voorkomen kunnen worden door preventieve maatregelen is het mogelijk ze via een nabehandeling te beperken.

– *Afzuiginstallatie*
In eerste instantie worden de emissies afgezogen en gekanaliseerd naar de nabehandelingsinstallatie, zodat zo weinig mogelijk diffuse emissies overblijven. De dimensionering van de afzuiginstallatie is van belang om een zo klein mogelijk debiet met een zo hoog mogelijke belasting te bekomen. Reductie van de diffuse emissies van de heliopersen en lamineermachines tot 10% van de solventinput is onder meer mogelijk door het aansluiten van de bodemafzuiging van deze persen op een naverbrander (Aminal, 2002).

– *Voorbehandelingstechnieken*
De emissiereductietechniek van de afgassen moet afgestemd worden op het type afgassen, de concentratie aan verontreinigingen en het gemiddelde debiet dat behandeld moet worden. Soms kan het nodig zijn om een voorbehandeling uit te voeren voor men een emissiereductietechniek kan toepassen. Het gaat hierbij meestal om een bijkomende behandeling van een afgasstroom met een hoog debiet en lage VOS-concentratie die omgezet wordt in een afgasstroom met een laag debiet en hoge VOS-belasting.

– Interne concentratie van de beladen afgasstroom als voorbereiding op de eigenlijke afgaszuivering
  Door de solvent beladen afgasstroom te circuleren in bv. drogers of spuitcabines (na een deeltjesfiltratie en ontvochtiging) wordt de solventconcentratie in de afgassen verhoogd. Dit komt de solventverwijderingsefficiëntie van het daaropvolgende behandelingssysteem ten goede.
– Externe concentratie van de beladen afgasstroom als voorbereiding op de eigenlijke afgaszuivering. Hierbij wordt de concentratie aan solvent in de lucht verhoogd door de luchtstroom continu over een absortie-installatie te sturen. Deze kan bestaan uit:
  - vast bed absorbeereenheid met geactiveerde koolstof of zeoliet polymeren
  - fluid bed absorbeereenheid met geactiveerde koolstof
  - rotor absorbeereenheid met geactiveerde koolstof.

Een adsorptierotor verhoogt de concentratie van oplosmiddelen in een luchtstroom door regeneratieve sorptie. De lage concentraties koolwaterstoffen in een luchtstroom met een hoog debiet worden eerst geadsorbeerd door een adsorbens dat zich op de rotor bevindt. Nadien worden de koolwaterstoffen gedesorbeerd door partiële verhitting van de rotor door een hete luchtstroom met een lager debiet.
Voor meer informatie zie LUSS (http://www.emis.vito.be/Luss techniekblad 19).

Toepasbaarheid: Toepasbaar voor afgassen met lage concentraties aan vluchtige organische stoffen die nadien verder behandeld kunnen worden. (o.a. toegepast voor het verwijderen van VOS bij lijmen en bedrukken met solventhoudende producten)
Milieuvoordelen: Beperking van de emissie van VOS naar de lucht wanneer een nageschakelde techniek toegepast wordt.

– *Emissiereductietechnieken*

Absorptie:
Langs natte of droge weg wordt het vervuilde gas opgeslorpt door een vaste stof of vloeistof. Deze absorptie kan gebeuren op een fysische (oplossen) of chemische (met reactie) wijze. De chemische neutralisatie wordt zelden toegepast bij solventen. Voorwaarde is dat het solvent voldoende oplosbaar is in de vloeistof (bv. oplossing van alkoholen en ketonen in water). soms worden ook organische oliën aangewend waarin het solvent bijzonder goed oplosbaar is. Het solvent wordt door destillatie herwonnen.

Adsorptie:
Vluchtige organische stoffen kunnen zich op reversiebele wijze hechten aan bepaalde oppervlakken zoals actieve kool. De actieve oppervlakte van deze stoffen is zeer groot en kan 1000 m^2/g bereiken. De operatie is reversibel: het vasthechten gebeurt bij omgevingstemperatuur en een temperatuursverhoging kan de stoffen terug vrijstellen. Adsorptie heeft tot doel de vervuilende stoffen te concentreren. Na vrijstelling (desorptie) kunnen de solventen ofwel geconcenseerd en gerecupereerd of verbrand worden. Voor een continu proces zijn minstens twee adsorptiefilters nodig: terwijl de ene adsorbeert wordt de andere geregenereerd.
Toepasbaarheid: Bij het gebruik van een actiefkool filter dient de performantie continu opgevolgd te worden. Het terugwinnen van oplosmiddelen van bedrukken met behulp van een actief koolfilter is enkel toepasbaar bij gebruik van 1 solvent via destillatie. De efficiëntie is 90% en de toepasbaarheid in de drukkerijen is 80% (UG, 2000). Indien het solvent niet herwonnen kan worden is externe recuperatie van actief kool en verwerking (verbranding) van geadsorbeerde solventen mogelijk voor flexo- en diepdruk (VOS-reductiestrategieën).

Condensatie:
Door condensatie kunnen de solventen gerecupereerd worden. Dikwijls is een voorafgaande concentratie nodig. Bij solventmengsels is nadien een destillatie nodig om een scheiding in de samenstellende componenten te realiseren. Dit is dikwijls problematisch. Zie ook Technische Fiche 15, p. 341.

Verbranding:
Indien geen uitgebreide rookgaszuivering mogelijk is en de calorische waarde nuttig kan aangewend worden (bv; uitharden van de lijmverbinding of een drooginstallatie) is de verbranding van solventdampen een mogelijke oplossing.
– Gewone verbranding: het solventhoudend afgas wordt naar een bestaand verwarmingstoestel gestuurd als verbrandingslucht en complementaire brandstof.
– Thermische naverbrander met regeneratieve warmtewisselaar (InfoMil, 2002): Het afzuigdebiet van de bedrukkingsinstallatie wordt zo klein mogelijk gemaakt. Vervolgens wordt de afgezogen oplosmiddeldamp verbrand met een reinigingsrendement van 99,5% en een thermisch rendement van 82%. De vrijkomende warmte wordt via warmtewisselaars teruggewonnen en ingezet voor de droging van het product. Zie Technische Fiche 13, p. 337.
– Een katalytische naverbrander: Zie Technische Fiche 13, p. 337.
  Toepasbaarheid: Bewezen techniek voor grotere bedrijven met hoge productiesnelheid en oplosmiddelengebruik vanaf 50 à 100 ton/jaar.

Milieuvoordelen: Reductie van VOS-emissie met ongeveer 97,5%, energiebesparing met meer dan 50% op het drukken en drogen, grotere emissie van CO_2, CO en NO_x.
Financieel: Afhankelijk van het debiet.

Milieuvoordeel

Deze technieken zijn alle gericht op het reduceren van de VOS-emissies

Financiële aspecten

De emissiereductietechnieken vereisen telkens een investering en werkingskosten. Soms kan het solvent herwonnen worden en opnieuw gebruikt, soms kan de energie ervan gerecupereerd worden in andere processen.

Nadelen

De meeste installaties vereisen energie om ze in werking te houden. In het geval van de naverbranding ontstaan verbrandingsgassen.

Toepasbaarheid

VOS-emissies ontstaan hoofdzakelijk bij het nabehandelen van kunststoffen met solventhoudende middelen zoals bv. bij het lijmen, bevlokken en bedrukken en bij reinigingsactiviteiten met solventhoudende schoonmaakmiddelen.

Bij het verwerken van kunststoffen kunnen eveneens VOS-emissies optreden, bv. bij de verwerking van thermoplasten (weekmakers, verdunners en stabilisatoren bij PVC), composieten (styreenhoudende harsen, schoonmaakmiddelen, zie ook L 17) en schuimen (blaas- en spoelmiddelen, zie ook L 31). In deze gevallen ontstaan vaak diffuse emissies. Indien men deze emissies wil reduceren dient een afzuiginstallatie en vaak ook een voorbehandelingstechniek uitgevoerd te worden. Volgens Agoria is in de Duitse composietindustrie gebleken dat adsorptie van styreen op actieve kool geen haalbare techniek is omdat het achteraf regenereren van de actieve kool niet mogelijk blijkt te zijn. De enige oplossing is het verbranden van de met sytreen verontreinigde actieve kool.

In nabehandelingsprocessen kunnen afzonderlijke afgaszuiveringsinstallaties geïntegreerd worden in de drooginstallatie van elke druklijn of lijminstallatie. Hierdoor kan de warmte gemakkelijk gebruikt worden om de luchttoevoer voor de drogers op te warmen.

TECHNISCHE FICHE 21

Goed productontwerp en variabel aantal eindproducten

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van kunststofvoorwerpen algemeen

Aard: Preventie van afval.

Beschrijving van de maatregel

Teneinde de hoeveelheid afval en overschotten te beperken is het mogelijk om afspraken te maken met de klant in verband met een goed productontwerp en een variabel aantal eindproducten.

Goed productontwerp
Bij een nieuw order moet in samenspraak met de klant nagegaan worden of er geen mogelijkheden bestaan om tot een eenvoudiger product te komen. Dit kan bijvoorbeeld door
- een eenvoudiger matrijsontwerp;
- een malconstructie voor de productie van composieten, die gericht op minder afval met minder uitsnijden van overbodige stukken;
- verminderde wanddikte door degelijke softwaresimulatie en -berekeningen, die een juistere calculatie van de veiligheidscoëfficiënten toelaat;
- een gemakkelijker te verwerken materiaal;
- een optimalisatie (beperking) van het materiaalgebruik onder behoud van de oorspronkelijke eigenschappen
- ...

Variabel aantal eindproducten:
Bij de onderhandelingen met de klant in verband met het aantal stuks kan men een variabel aantal stuks vooropstellen (bv. in plaats van 20 000 stuks kan een getal tussen 19 800 en 20 200 overeengekomen worden). Op deze manier worden de grondstofresten bij de verwerker tot een minimum herleid.

Milieuvoordeel

Door een geoptimaliseerd ontwerp zal het energiegebruik afnemen, terwijl over het algemeen ook de andere milieuaspecten positief beïnvloed worden. Zo zal bij een lager grondstofgebruik ook de milieulast van andere schakels van de keten (transport, logistiek) verminderen, waardoor bv. een verlaging optreedt van emissies naar water en lucht. Er dient echter op te worden gelet dat door de wellicht wat grotere gevoeligheid van het proces de hoeveelheid afval in de productiefase niet toeneemt. Bij een eenvoudiger product bestaat anderzijds minder kans op afgekeurde producten waardoor minder afval ontstaat.

Financiële aspecten

De kosten en/of baten zijn geheel afhankelijk van het productontwerp, materiaal en productieproces. In bepaalde gevallen (kritische toepassingen) kunnen extra kosten ontstaan door ver-

plichte testen voor vrijgave en een verhoogde hoeveelheid afval. De afspraak voor een variabele hoeveelheid producten brengt geen investering mee.

Rekening houdend met de gerealiseerde grondstofbesparing zijn dergelijke initiatieven in de composietsector economisch zinvol op het moment dat matrijzen moeten gebouwd of vernieuwd worden of zodra overgeschakeld wordt op een andere productietechniek mits ook de klant kan en wil bijdragen in de kosten van de nieuwe mal (zeker indien klant eigenaar is van de mal).

Nadelen

De maatregelen in verband met het productontwerp vereisen bijkomende opleiding en vorming, en hoger geschoold technisch personeel (composietingenieurs). Dit is niet altijd evident is voor kleine KMO's.

Toepasbaarheid

Toepasbaar bij bestaande producten, vooral in massaproductie en bij ontwerp van nieuwe producten. Voor huidige toepassingen geldt dat deze altijd aan de vereiste specificaties moeten blijven voldoen. Voor bepaalde (vooral) hoogwaardige producten kunnen slechts na goedkeuring van de afnemer wijzigingen in de grondstoffen, toevoegingen of zelfs in de procescondities worden aangebracht.

Bron

Presti, 1996
FO-Industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 22

Goede productieplanning

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Algemeen

Aard: Voorkomen van productieafval.

Beschrijving van de maatregel

Goede productieplanning rekening houdend met materiaal- en kleurovergangen (Presti, 1996, FO-industrie, 2002).

De instelverliezen kunnen beperkt worden door de planning van de productie nauw af te stemmen op de kleuren van de producten. Door een geleidelijke wisseling van een lichte naar donkere kleur van een product en van donker in 1 keer naar licht, kunnen de instelverliezen worden beperkt. Tevens kunnen de instelverliezen worden beperkt door een geleidelijke wisseling van zachte naar harde materialen en omgekeerd.

Door nauw overleg tussen de diverse bij de productie betrokken afdelingen (inkoop, planning, productie, logistiek, verkoop) kan door optimalisatie van planning en routing van de productie op diverse fronten milieuwinst worden gerealiseerd.

Enkele voorbeelden:
- Samenvoegen van orders voor vervaardiging van grotere series (dit kan bijvoorbeeld leiden tot reductie van ombouw- en schoonmaaktijd en vermindering van afval).
- Toepassen van een kleuren- of receptuurcyclus.
- Optimalisatie van de bezettingsgraad (dit geldt bijvoorbeeld ook voor maalmolens).
- Planning van niet-continue activiteiten die veel elektrisch vermogen vragen (zoals malen) op momenten buiten de elektrische piekbelasting.
- Vermindering van onnodig stand-by staan, leegdraaien of andere toepassingen waarbij de benodigde energie niet direct wordt benut voor productie.
- Combinatie van transporten.
- Aanpassing orders door overleg met afnemer.
- Voeren van een eigen standaardcollectie.

Milieuvoordeel

Minder instelverliezen (tot 20% minder) zorgen voor een grondstofbesparing. Reducties in het grondstoffengebruik, energieverbruik en afvalproductie zijn mogelijk.

Financiële aspecten

Besparingen op de afvalverwerkingskosten, energiekosten en aanschafkosten van grondstoffen zijn mogelijk. De investeringskosten van deze maatregel bedragen € 2 500 tot 12 500 afhankelijk van de toegepaste grondstoffen en producten en de terugverdientijd schommelt tussen 6 en 12 maanden.

Nadelen

Toepasbaarheid

In principe overal toepasbaar, doch binnen de mate van het mogelijke (just-in-time leveringen, marktvraag).

Bron

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 23

Gebruik van intern of extern gerecycleerd materiaal

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten (3.4)

Aard: Hergebruik van afval.

Beschrijving van de maatregel

Bij de keuze van de grondstof voor een product kan naast virgin-materiaal en/of materiaal uit intern hergebruik, gebruik worden gemaakt van materiaal dat afkomstig is van externe recycling bedrijven. Dit kan leiden tot een geringer energiebeslag over de hele keten van het product (van wieg tot graf).
Daarnaast kan reeds in de ontwerpfase van een product rekening worden gehouden met recycling, bijvoorbeeld door gebruik van gelijksoortige grondstoffen en eenvoudige scheiding (zie ook Technische Fiche 19, p. 350).

Milieuvoordeel

Vermindering van gebruik van grondstoffen/virgin-materiaal. Mogelijk vermindering van het energieverbruik over de hele keten. Vermindering van afval in de keten.

Financiële aspecten

Afhankelijk van de toepassing en van de hoogte van de prijzen van virgin-materiaal is het gebruik van extern gerecycleerd materiaal soms goedkoper en soms duurder dan gebruik van virgin-materiaal.

Nadelen

Toepasbaarheid

De toepasbaarheid van extern gerecycleerd materiaal hangt af van het verlangde product. Belangrijk is dat het eindproduct voldoet aan de gewenste kwaliteitseisen, bv. doorgaans niet toepasbaar voor producten in contact met levensmiddelen. Het materiaal moet zo schoon mogelijk zijn en vrij van niet tolereerbare verontreinigingen. Dit vereist vaak stringente maatregelen op het logistieke vlak. Verder kan ook de geur een belangrijk aandachtspunt zijn. Voor sommige gevoelige toepassingen (voedsel, drinkwater, medisch) is het gebruik van secundaire grondstof wettelijk beperkt .
Het gebruik van gerecycleerde kunststof kan ook beperkt worden door eisen van verwerkbaarheid (kan een negatieve invloed op de productiviteit van de verwerkingsprocessen), traceerbaarheid (bij certificaties) en van materiaalpreventie (producten van nieuwe kunststof zullen dikwijls dunner en lichter zijn dan producten van gerecycleerde kunststof).

Bron

FO-Industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 24

Good housekeeping verpakkingsafval

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Voorbewerking

Aard: Preventie van het verpakkingsafval.

Beschrijving van de maatregel

Bij de aanvoer van grondstoffen afspraken maken met de leveranciers over het gebruik van:

– *retourverpakkingen,* vb. paletten (InfoMil, 2002)
Met de leverancier van de grondstof of met de transporteur wordt overeengekomen om de paletten terug te nemen. De teruggenomen paletten kunnen opnieuw gebruikt worden door de leverancier/transporteur.

– *grote verpakkingen* (InfoMil, 2002)

– *bulksilo's/tanks* (InfoMil, 2002, Presti, 1996)
In plaats van de grondstof toe te leveren in zakken, octabins of big-bags wordt de grondstof opgeslagen in een silo. Vanuit deze silo wordt de grondstof naar de verwerkingsmachine getransporteerd. Een andere mogelijkheid is een mobiele silo. Hierbij wordt 1 ton grondstof geleverd in een silo die bij het bedrijf wordt achtergelaten. Eventuele lege silo's worden door een silowagen meegenomen. Hierdoor ontstaat geen verpakkingsafval meer en daalt ook de te storten hoeveelheid afval.

– *herbruikbare big-bags* (Presti, 1996)
Door afspraken te maken met de leverancier van de grondstof kan deze de big-bag terugnemen en opnieuw vullen met dezelfde grondstof.

– *inkomende verpakkingen hergebruiken* (Presti, 1996) om naar klanten te sturen en/of intern te gebruiken. Karton en palletten die het bedrijf binnenkomen als onderdeel van de verpakking kunnen ofwel intern ingezet worden of opnieuw onderdeel uitmaken van de verpakking aan de klant. Hierbij is overleg met de klant en eventueel met de toeleverancier nodig.

– *octabins met losbodem* (Presti, 1996) De octabins met losbodem kunnen gemakkelijk geledigd worden in een ledigingssysteem van waaruit de grondstof dan naar de machines getransporteerd wordt. De kans dat de octabin beschadigd wordt is kleiner en hierdoor vergroot de mogelijkheid op hergebruik of verkoop van de octabins.

– *wegwerpverpakkingen* (Derden A., 1998) die vloeistoffen voor nabehandelingen (bedrukken of lijmen) bevatten dienen zo leeg mogelijk te worden gemaakt. Indien mogelijk worden zij nagespoeld met water of solvent dat later in de productie nuttig kan worden gebruikt (bv. solvent bij de inktverdunning). Op deze wijze kan de hoeveelheid gevaarlijk afval gevoelig worden gereduceerd. Wegwerpverpakkingen die recycleerbaar zijn of nuttig kunnen worden gebruikt, dienen afzonderlijk bewaard en voor recyclage of nuttige toepassing aangeboden te worden.

Milieuvoordeel

- retourverpakkingen
  Het gebruik van retourverpakkingen spaart grondstoffen voor de verpakking en de te verwerken hoeveelheid afval wordt gereduceerd. Door de terugname van palletten voorkomt men ophoping van palletten binnen het bedrijf en spaart men palletten uit.
  Een reductie van het verpakkingsafval van 5 tot 50% is mogelijk. Hergebruik is mogelijk.
- grotere verpakkingseenheden
  Reductie van verpakkingsafval van 5 tot 50% is mogelijk.
- Bulksilo's/tanks
  Reductie van verpakkingsafval tot 60%. Verpakkingen worden overbodig.
- Herbruikbare big-bags
  De hoeveelheid verpakkingsafval wordt gereduceerd en de hoeveelheid te verwerken (storten) afval wordt beperkt.
- hergebruik van inkomende verpakkingen
  Reductie van verpakkingsafval is mogelijk.
- octabins met losbodem
  Reductie van verpakkingsafval is mogelijk.

Financiële aspecten

- retourverpakkingen: kosten neutraal, eventueel statiegeld.
- grotere verpakkingseenheden: kosten neutraal tot besparend.
- bulksilo's/tanks: besparend mits investering van € 4 500-€ 45 000, terugverdientijd: 2-5 jaar. De investeringskost voor een silo van 20 ton met toevoer naar de machines bedraagt € 25 000 en dit kan in 2 jaar terugverdiend worden.
- herbruikbare big-bags: investeringskost € 2 500 tot 7 500 en de terugverdientijd is korter dan 2 jaar (Presti, 1996).
- inkomende verpakkingen hergebruiken vereist een investering van € 1 250 tot 5 000 en de terugverdientijd is korter dan 1 jaar.
- octabins met losbodem: investeringskosten bedragen € 2 500 à 7 500 en dit kan terugverdiend worden in 1 tot 2 maanden.

Nadelen

- retourverpakkingen: In- en externe reorganisatie van de vervoersstroom. De retourlogistiek moet in goed overleg met de klant en leverancier geregeld worden. Eventueel reinigen van de verpakkingen na retourzending kan nodig zijn. Hierdoor ontstaan extra kosten.
- grotere verpakkingseenheden: groter gewicht per verpakking. Het aanleveren van grondstoffen in grotere verpakkingen vereist waarschijnlijk een aanpassing van het voorraadbeheer en de interne materiaalvoorziening, wat enige kosten kan meebrengen.
- bulksilo's en tanks: Er is interne infrastructuur nodig voor de opslag van het materiaal. Aan deze opslag kunnen aanvullende eisen gesteld worden, afhankelijk van het opgeslagen goed en de inhoud. Een goede integrale afweging is nodig.
- inkomende verpakkingen hergebruiken: Hierbij is overleg met de klant en eventueel de toeleverancier van de grondstoffen nodig.

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar, maar vooral makkelijk bij vaste leveranciers en afnemers, grote hoeveelheden en voldoende omloop van grondstoffen.

Bron

InfoMil, 2002
Presti, 1996

TECHNISCHE FICHE 25

Good housekeeping grondstofresten en productieafval

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Voorbewerking

Aard: Preventie van afval.

Beschrijving van de maatregel

Good housekeeping bij grondstofresten en productieafval

– *grondstofresten* laten verwerken bij recycleur of andere verwerker (Presti, 1996):
Door recycleurs of andere verwerkers te contacteren kan een afzet gevonden worden voor grondstofresten. Hierbij kan bv. geadverteerd worden via afvalbeurzen voor kunststoffen. Wanneer geen onmiddellijke afzet gevonden wordt voor de grondstofresten moeten deze intern opgeslagen worden en voorzien zijn van een degelijke registratie: leverancier, datum, productspecificaties, … De latere afzetmogelijkheden (ook intern) worden verhoogd en men vermijdt dat men na verloop van tijd niet meer weet om welke materialen het gaat.

– *grondstofresten* opslaan voor later gebruik (Presti, 1996):
Kiest de verwerker ervoor om zijn grondstofresten op te slaan dan moet er zeker een registratie bestaan (specificaties grondstof, datum gebruik, …) opdat het materiaal eventueel bij een volgende gelijkaardige serie kan ingezet worden.

– *productieafval* sorteren en coderen voor verkoop aan recycleurs of andere verwerkers:
Het ontstane productieafval moet aan de bron gescheiden worden en opgeslagen in een daarvoor voorziene ruimte. Elk type materiaal moet gecodeerd worden, eventueel in samenspraak met de afnemers. Dit moet toelaten het productieafval ondubbelzinnig te identificeren, bv. met een datum van ontstaan, materiaalspecificaties, leverancier, … Hierdoor wordt het makkelijker om een gepaste afzet te vinden eventueel via afvalbeurzen op internet.

Milieuvoordeel

Wanneer de grondstofresten en het productieafval gebruikt worden door een recycleur of andere verwerker heeft het bedrijf minder afval en vermijdt men dat nog bruikbare grondstofresten of productie-uitval uiteindelijk in de stortcontainer terecht komen. Daarbij komt dat de afnemer grondstof uitspaart.

Financiële aspecten

Voor de grondstofresten en het productieafval kan de verwerker nog een zekere prijs krijgen. Belangrijke parameters zijn de hoeveelheid en de transportkosten(evenredig met de afstand en het volume van het materiaal).

Nadelen

Een zekere organisatie op de werkvloer moet geïntroduceerd worden zodat de kwaliteit van de afvalstromen voldoende goed is om doorverkoop of later gebruik mogelijk te maken.

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar, maar de sensibilisering van de werknemers is hier van groot belang. Zij moeten hier ten volle bij betrokken worden.

Bron

Presti, 1996

TECHNISCHE FICHE 26

Intern vermalen en verwerken van productie-uitval

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van

Aard: Behandeling.

Beschrijving van de maatregel

Bij het intern vermalen (centraal of in-line) en verwerken van productie-uitval kunnen verschillende maatregelen van goede praktijk in acht genomen worden.

Enkele voorbeelden hiervan zijn:

– *Planning van het vermalen van materiaal* (Presti, 1996). Wanneer men overschakelt op het vermalen van een ander materiaal, moet de vermaler eerst schoongemaakt worden om contaminatie te vermijden. De volgorde van de te vermalen materialen moet dan ook zodanig gekozen worden dat de vermaler niet telkens schoongemaakt moet worden. Dit betekent ook tijdsbesparing.

– *Vermalen en hergebruiken van productie-uitval in minder eisende/donkere producten*. Indien productieafval niet meer verwerkt kan worden in het oorspronkelijke product en waarvoor geen valorisatie meer mogelijk is, zou normaal gestort worden. Door het vermalen en verwerken in een minder eisend product krijgt het toch een nieuwe bestemming. De investeringskosten voor deze maatregel gaan van € 0 tot 2 500 en de terugverdientijd is minder dan 2 jaar (Presti, 1996).

– *Centraal intern vermalen* betekent dat het productieuitval wordt vermalen in een vermaler die niet aan de machine staat opgesteld maar ergens in de productieruimte. Het maalgoed wordt later opnieuw in dezelfde of een andere productielijn ingebracht (Presti, 1996).

– *In-line vermalen* betekent dat het productieuitval onmiddellijk vermalen wordt in een vermaler die in de productielijn staat en opnieuw in hetzelfde productieproces ingebracht wordt. Door in-line vermalen daalt de kans op contaminatie en heeft het maalgoed een goede kwaliteit, waardoor meer grondstof uitgespaard kan worden. Nadeel is dat bij onderhoud van de vermaler de hele productielijn stilgelegd moet worden. Daarenboven zorgt de installatie voor geluidshinder, geeft stofemissies en creëert het een onveilige situatie (opening naar vermaler). In dit geval is het interessanter een hot-runner te installeren en het afval te vermijden.

Milieuvoordeel

Minder grondstofverbruik, minder productieafval.

Financiële aspecten

De investeringskosten voor een kleine vermaler (2,2 kW) bedraagt € 3 750 en voor een grotere vermaler (4,4 kW) € 7 500 (Presti, 1996).

Nadelen

Toepasbaarheid

Afhankelijk van de situatie.

Bron

Presti, 1996.

TECHNISCHE FICHE 27

Installatie van hot-runner

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten: spuitgieten

Aard: Voorkomen van productieafval.

Beschrijving van de maatregel

In hot-runnermatrijzen wordt het aanspuitkanaal op hogere temperatuur gehouden zodat zich geen aanspuitkegels vormen. Het geproduceerde product wordt zonder aanspuitingen gelost uit de matrijs. (zie ook A optimaliseren aanspuitkanalen)

Milieuvoordeel

De extra benodigde energie voor verwarming wordt gecompenseerd door een energiebesparing tijdens de injectiefase, doordat de stromingsweerstand lager is. Verder daalt de hoeveelheid productieuitval en -afval. Dit komt neer op een materiaalbesparing van 5 tot 10%, afhankelijk van de mate van intern hergebruik. Dit laatste geldt eveneens door de afname van de kunststofafvalstroom. De energiebesparing door verbetering/verlaging van het energieverbruik is afhankelijk van de specifieke situatie. Men voorkomt ook de stofemissie bij het malen van de overschotten en de lawaaihinder.

Financiële aspecten

Doordat hotrunnermatrijzen duurder zijn dan conventionele matrijzen, zijn hotrunnermatrijzen met name rendabel voor producten met een hoge omzet/doorzet en relatief grote aanspuitingen. Vanaf een aanspuit-shot-gewichtsverhouding groter dan 10% kunnen hotrunnermatrijzen rendabel zijn. De investeringskosten bedragen € 5 000 tot 50 000 (FO-industrie, 2002).

Deze maatregel kost € 6 250 à 37 500 en is in minder dan 2 jaar terugverdiend (Presti, 1996). Investeringskosten € 4 550 tot 45 500 (InfoMil, 2002).

Nadelen

Toepasbaarheid

Voor spuitgieten van producten met een hoge omzet en relatief grote aanspuitingen. Een belangrijke factor voor de toepasbaarheid van een hotrunnermatrijs voor de verwerking van thermoplasten, is de lossing van de producten. Producten die door hun vorm moeilijk `vanzelf´ lossen, of lichte, kleine producten in een meervoudige mal kunnen bijvoorbeeld lossingsproblemen geven (de laatste gaan dwarrelen). Daarnaast kan het praktisch zijn voor vervolgstappen in het productieproces (zoals bijvoorbeeld assemblage) dat de producten bij elkaar blijven middels de aanspuiting.

Een nadeel is dat hotrunnermatrijzen meer onderhoud nodig hebben dan conventionele matrijzen en dat ze sneller verstopt raken.

Bron

Presti, 1996
InfoMil, 2002
FO-industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 28

Technische aanpassingen bij spuitgieten

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten: spuitgieten

Aard: Voorkomen van productie-uitval.

Beschrijving van de maatregel

Door technische aanpassingen kan de hoeveelheid afgekeurde producten beperkt worden (Info-Mil, 2002):

– *Zorgvuldig opvangen van geloste stukken* (FO-industrie, 2002):

Om beschadiging en vervuiling van reeds gevormde producten te voorkomen is het belangrijk om de producten na het lossen zorgvuldig op te vangen en direct af te voeren. Dit aspect is belangrijker naarmate het aantal producten per matrijs toeneemt en de grootte van het product afneemt.
Een oplossing om beschadiging te voorkomen is het opvangen van producten in water. Als de producten uit de matrijs komen, kunnen deze worden opgevangen in een waterbad. Hierdoor worden de producten gelijk gekoeld en is de kans op beschadiging gering. Om te voorkomen dat extra nabewerking nodig is door het ontstaan van kalkvlekken kan gebruik worden gemaakt van gedemineraliseerd water.
Matrijzen kunnen met een computer ontwikkeld en getest worden. Hierbij kunnen eventuele lossingsproblemen en dode hoeken in de matrijzen en het scheeftrekken van product worden voorkomen. Verder is het met de simulatie mogelijk om de optimale ligging van de koelkanalen te bepalen (zie ook verder).

Toepasbaarheid: Algemeen toepasbaar bij verwerking van thermoplasten. Het opvangen van producten in water is vooral voor dikwandige, grote producten van toepassing.
Milieuvoordeel: Minder uitval door kwaliteitsverlies zorgt voor grondstofbesparing en minder afval.
Financieel: Is afhankelijk van de oplossing die men gebruikt. (Zie ook hieronder: installatie van een pick-and-place-robot).

– *Installatie van een "picker" of "pick-and-place" robot:*

Dit is een automatische grijparm die op of naast de machine opgesteld kan worden en die bij het openen van de matrijs de aanspuitingen en/of het product automatisch wegneemt. Door de grote efficiëntie van een dergelijke "picker" kan een groot deel van de aanspuitingen gerecupereerd worden zonder contaminatie en via een in-line maler onmiddellijk opnieuw in het proces ingebracht worden. Tevens wordt de afkeur van producten gereduceerd, omdat de producten niet meer los op de band vallen.

Toepasbaarheid: Algemeen bij spuitgieten.
Milieuvoordeel: grondstofbesparing en minder afval.
Financieel: De investeringskost gaat van € 5 000 tot 12 500 (Presti, 1996) of € 10 000 tot 20 000 (FO-industrie, 2002) en de terugverdientijd is over het algemeen minder dan 2 jaar.

– *Matrijsontwikkeling en proefspuiten door middel van computersimulatie* (InfoMil, 2002 en FO-industrie, 2002):

Matrijzen kunnen met een computer ontwikkeld en getest worden. Hierbij kunnen eventuele lossingsproblemen en dode hoeken in de matrijzen en het scheeftrekken van het product worden voorkomen. Verder is het met de simulatie mogelijk om de optimale ligging van de koelkanalen te bepalen (zie ook verder).

Toepasbaarheid: Bij het spuitgieten en blazen. Materialen met een complexe reologie zijn moeilijk te simuleren, dus met name toepasbaar voor materialen met eenduidige reologische eigenschappen.
Milieuvoordeel: Matrijzen die op deze manier worden vervaardigd, leiden tot minder instel- en afkeurverliezen. Materiaalbesparing 5-35%.
Financieel: De kosten voor de aanschaf van deze computersimulatie apparatuur: € 18 000 tot 50 000 voor de software, € 2 250 voor de hardware en bij uitbesteding € 2 250 tot 13 500. Mogelijk kan de cyclustijd worden verkort. Vaak heeft de leverancier deze apparatuur zelf en kan op verzoek een simulatie worden uitgevoerd. De kosten daarvoor variëren per leverancier.

– *Functionaliteitsmatrijzen* (FO-industrie, 2002)

Bij het ontwikkelen van een nieuw product is het mogelijk om eerst een functionaliteitsmatrijs te maken. Deze matrijs is vaak van aluminium of een ander goedkope, zachte staalsoort. Met deze matrijs worden proeven gedaan om te kijken of het uiteindelijke eindproduct voldoet, maar ook om bijvoorbeeld de vloei te controleren.

Toepasbaarheid: bij het spuitgieten.
Milieuvoordeel: Door de functionaliteitsmatrijs is er minder uitval en daarmee minder afval.

– *Optimalisatie aanspuitkanalen* (FO-industrie, 2002)

Bij het ontwerpen van de matrijzen kan men al rekening houden met het grondstofverbruik. Een optimale matrijs bevat zo min mogelijk (en zo kort en klein mogelijke) aanspuitkanalen. Op deze manier wordt het gewicht van de aanspuitingen beperkt en voorkomt men verdere nabewerking van het product. (zie ook hotrunner matrijzen A 16). Het is ook mogelijk om de aanspuitkanalen te isoleren zodat de aanspuitingen niet uit de matrijs lossen en het materiaal niet verloren gaat.

Milieuvoordeel: materiaalbesparing en minder afval

– *Eis een goede nulserie* (FO-industrie, 2002)

Bij het afleveren van een nieuwe matrijs: Instel- en opstartverliezen kunnen voorkomen worden door een goede proefserie producten te laten draaien voordat de matrijs wordt geaccepteerd. Pas als de proefserie voldoet aan alle eisen wordt de matrijs voor productie vrijgegeven. Door de reductie van instel- en opstartverliezen dalen zowel het grondstof- als het energiegebruik. Een materiaalbesparing van 0 tot 15% en een daling van het energieverbruik met 0-15% kunnen gerealiseerd worden. Dit brengt geen extra kosten mee.

Toepasbaarheid: Bij extrusie, spuitgieten en blazen.
Milieuvoordeel: Reductie van energieverbruik en afval.
Financieel: Er zijn geen investeringen voor nodig. Het is wel belangrijk om bij het maken van de planning voldoende tijd te voorzien voor het proefdraaien.

– *Optimaliseer de ligging van de koelkanalen* (InfoMil, 2002*,* FO-industrie, 2002):

Een goed aangelegde homogene koeling/verwarming zorgt voor een betere productkwaliteit, een efficiëntere koeling en verkort de cyclustijd. Best wordt de ligging van de koelkanalen geoptimaliseerd tijdens de matrijsontwikkeling (zie boven).

Toepasbaarheid: Bij spuitgieten en vooral bij dure matrijzen.
Milieuvoordeel: Bij een geoptimaliseerde koeling is er materiaalbesparing van 0-5% mogelijk door de vermindering van de krimpspanningen.
Financieel: .De meer-investeringskosten liggen tussen € 400 en 4 600. De terugverdientijd op de extra investering bedraagt 2 tot 5 jaar.

– *Snelwisselsysteem voor matrijzen* (InfoMil, 2002):

Hiermee kunnen op een spuitmachine snel diverse producten met dezelfde grondstof-kleurcombinatie geproduceerd worden, dit is dus een productwissel zonder materiaalwissel. Het is alleen zinvol voor producten die met dezelfde receptuur in relatief kleine series moeten worden gespoten met behulp van matrijzen die niet te groot zijn. Hierdoor zijn er minder doorspuit-, instel- en afkeurverliezen,

Toepasbaarheid: Bij spuitgieten vooralsnog alleen toepasbaar voor producten die met dezelfde receptuur in kleine series moeten worden gespoten in kleine matrijzen (bijvoorbeeld bij het maken van transmissiecomponenten).
Milieuvoordeel: een materiaalbesparing van 0 tot 5% en energiebesparing.
Financieel: Het is rendabel bij aanschaf van nieuwe matrijzen die vaak moeten gewisseld worden, maar niet rendabel in loonspuitgieten. Snelwisselsystemen zijn redelijk duur, zodat het vaak niet rendabel is om bestaande matrijzen aan te passen of te vervangen. Kosten variëren sterk tot max. € 25 000 excl. het moederhuis. De terugverdientijd is sterk afhankelijk van de bedrijfssituatie.

– *Matrijzen met wisselschalensysteem* (InfoMil, 2002):

Door het gebruik van wisselschalen kunnen met dezelfde moedermatrijs verschillende producten gemaakt worden en kan het aantal kleurwisselingen beperkt worden. Eerst worden alle producten waarvoor de wisselschaal is ontworpen met een bepaalde kleur gespoten door telkens de betreffende schaal in de moedermatrijs te plaatsen. Vervolgens wordt van receptuur (kleur) gewisseld en worden de producten in een andere kleur aangemaakt.

Toepasbaarheid: Dit is zinvol voor producten die onderling overeenkomsten vertonen. Niet rendabel voor loonspuitgieten.
Milieuvoordeel: Hierdoor zijn er minder doorspuit-, instel- en afkeurverliezen, d.i. een materiaalbesparing van 0 tot 5%.
Financieel: Het is rendabel bij aanschaf van nieuwe matrijzen die vaak moeten gewisseld worden, maar niet rendabel in loonspuitgieten. Er zijn minder ombouwkosten dan bij een snelwisselsysteem. De kosten variëren sterk tot max. € 20 500 excl. moedermatrijs.

– *Optimaliseer lengte-breedte verhouding van schroef en cilinder* (InfoMil, 2002):

Door een mengneus op cilinder te plaatsen wordt de lengte-breedte verhouding van de schroef en cilinder en daarmee ook de menging van het materiaal verbeterd. Indien de lengte-breedte verhouding niet optimaal is, bekomt men meer afkeur door een slechte menging van het materiaal.

Toepasbaarheid: Voor extrusie en spuitgieten.

Milieuvoordeel: Minder afkeurverliezen, materiaalbesparing.
Financieel: Het wisselen van een cilinder kost echter ongeveer een dag werk, dit wil zeggen dat het enkel voor lange runs rendabel is de cilinder te vervangen. De investeringskosten voor een mengneus liggen tussen € 450 en 4 550. De rendabiliteit moet per receptuur bekeken worden.

– *Barrière-schroef en/of schroef met andere diepte plaatsen* (InfoMil, 2002).

Door toepassing van één van deze schroeven wordt de juiste verhouding tussen wrijvingswarmte en warmte afkomstig van de verwarmingselementen gerealiseerd. Hierdoor ontstaat een homogene smelt bij een zo laag mogelijke temperatuur.
Toepasbaarheid: Bij extrusie en spuitgieten. Bij continu productie van een producttype (vaste productgeometrie) en een grondstof is deze maatregel toepasbaar.
Milieuvoordelen: . Dit leidt tot minder afkeurverliezen en betekent een materiaalbesparing van 0 tot 5%.
Financieel: Dit vereist een investering tussen € 4 550 en € 45 500. De rentabiliteit moet per receptuur afgewogen worden.

Milieuvoordeel

Bij een geoptimaliseerde en efficiënte werking van de spuitgietapparatuur kan men productie-uitval minimaliseren.

Nadelen

Bron

FO-industrie, 2002
InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 29

Meerlaagsbuizenextrusie-installatie

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Extrusie en Blazen

Aard: Preventie van afval.

Beschrijving van de maatregel

Extruder voorzien van een meerlagenspuitkop, waarmee bv. meerlaagskunststofbuizen (vaak PVC) worden gemaakt. Tenminste één laag bestaat uit gerecycleerd kunststof.

Milieuvoordeel

Thermoplastisch kunststofafval kan (hoogwaardig) gerecycleerd worden (bv. opnieuw toe te passen in drukloze rioleringsbuizen).

Financiële aspecten

Een complete recyclingsstraat is nodig (o.a. breekinstallatie).
Aanschafkosten ongeveer € 680 000 tot € 1 750 000 per installatie. Over het algemeen is het niet rendabel voor een individueel bedrijf. Er zijn ook extra energiekosten.

Nadelen

Een complete recyclingstraat met breekinstallatie en extra energie is nodig.

Toepasbaarheid

De maatregel is algemeen toepasbaar bij constante aanvoer van afgedankte thermoplasten die eenvoudig ontdaan kunnen worden van verontreinigingen (bv. afgedankt PVC).

Bron:

InfoMil, 2002

TECHNISCHE FICHE 30

Gasinjectie bij dikwandige producten

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten

Aard: Voorkomen van afval, reduceren van grondstofgebruik.

Beschrijving van de maatregel

Wanneer de wanddiktes in een kunststofproduct groot zijn, is vaak een lang afkoeltraject nodig omdat kunststof een slechte warmtegeleider is en kan bezinking optreden. Dikke wanden in een product leiden dus vaak tot een lange cyclustijd (de som van injectie-, nadruk-, afkoel- en uitwerptijd). Daarnaast kan de benodigde injectiedruk erg groot worden. Met behulp van gasinjectie kunnen deze problemen worden voorkomen. Tijdens dit proces wordt een gas geïnjecteerd nadat de matrijs gedeeltelijk gevuld is met kunststof. Het gas (vaak stikstof) duwt de gesmolten kunststofkern voor zich uit, totdat de matrijs geheel gevuld is. Dit resulteert in een kunststofproduct met een holle kern. De kunststof koelt vervolgens af, terwijl de nadruk via het gas wordt overgebracht op de kunststoflaag aan de wanden. Wanneer de kunststof geheel gestold is, kan het nadrukken beëindigd worden en het product uitgeworpen.

Doordat de viscositeit van een gas verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de viscositeit van een kunststofsmelt, is ook de drukval in het gas verwaarloosbaar klein. Hierdoor worden de benodigde injectie- en nadruk aanzienlijk verlaagd en worden de drukken bovendien beter verdeeld over de matrijsholte. Restspanningen en kromtrekken van het uitgeworpen product kunnen daardoor sterk worden verminderd. Krimpholtes, die zich vooral manifesteren aan het oppervlak van dikkere productdelen, worden vermeden omdat de kunststofkrimp wordt opgevangen door een vergroting van de gasholte. Tevens kan de koel- en daarmee de cyclustijd verkort worden.

Milieuvoordeel

Deze techniek geeft minder afkeurverliezen (0-5%) en energiebesparing omdat:
- er afhankelijk van de productvorm minder materiaal nodig is voor het product;
- het spuitgieten kan plaatsvinden bij een lagere inspuitdruk en sluitkracht;
- oppervlaktedefecten worden voorkomen;
- (grote) producten minder inwendige spanningen en vervormingen vertonen.

Financiële aspecten

Er is een investering nodig voor een gasinjectiesysteem, maar anderzijds wordt minder grondstof verbruikt.
De kosten voor de licentie bedragen € 18 000 tot 25 500, de kosten voor nieuwe apparatuur: € 45 000 tot 90 000 en de kosten voor het aanpassen van huidige apparatuur: € 5 000 per gasnozzle.

Nadelen

Toepasbaarheid

Toepasbaar voor het spuitgieten van grote en/of dikwandige producten (wordt reeds in mindere mate toegepast voor dunwandige producten). Er is een reductie van de cyclustijd. Het heeft echter geen zin om voor een korte run met een ander materiaal deze optimalisatie uit te voeren.

Bron

FO-Industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 31

Opwerken en hergebruiken van resten van watergedragen inkt en lijm

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: bedrukken en lijmen

Aard: Beperken van afval.

Beschrijving van de maatregel

Om te voorkomen dat inktafval ontstaat, kan de inkt zoveel mogelijk opgewerkt worden. Bij diepdruk en flexografie is het niet mogelijk om alle inkt op te gebruiken. Er is een minimum hoeveelheid nodig om de inktbakken gevuld te houden. Bij het einde van een order blijft dus altijd een aanzienlijke hoeveelheid inkt over.
De restanten kunnen bewaard worden en rechtstreeks hergebruikt worden of ingezet worden voor de aanmaak van nieuwe kleuren.

– rechtstreeks hergebruik
Bij deze optie is geen dure apparatuur nodig, maar wel een goed administratief systeem en een gediciplineerd voorraadbeheer. Niet alle inkt kan worden hergebruikt en regelmatig moet het magazijn ontdaan worden van oude restanten. Deze eenvoudige methode kan door elk bedrijf toegepast worden.

– resten samenvoegen en inzetten voor aanmaak nieuwe kleuren
De tweede optie is ingewikkelder. Men houdt dan niet alle restinkten apart, maar voegt restanten van ongeveer dezelfde kleur samen. Zo ontstaat een beperkt aantal partijen restinkt. Heeft men voldoende van één partij, dan wordt de ontstane kleur zeer nauwkeurig gemeten. Per computer wordt nu, bij de bereiding van een nieuwe kleur, nagegaan of bij het mengen een deel van één of meer van deze restinkten kan gebruikt worden. Bij grote bedrijven kan dit door het gebruik van een kleurencomputer met spectrometers of geavanceerde weegschalen en mengapparatuur. Hiermee wordt het gebruik van verse inkt verminderd. Het verwijderen en vernietigen van restinkten kan in veel gevallen geheel of nagenoeg geheel worden voorkomen. De apparatuur hiervoor is duur en ingewikkeld.

Verder is het ook mogelijk om waterverdunbare inkt of lijm uit de afvalwaterstroom te herwinnen.

Milieuvoordeel

Besparing op het gebruik van grondstoffen en reductie van inktafval (gevaarlijk afval).

Financiële aspecten

De eerste optie vereist geen extra investeringen. en levert een besparing op aankoop van inkten e.d.

De tweede optie vereist een investering in een geavanceerde weegschaal (gering) en in een computer met fotospectrometer e.d. Deze is alleen voor grote bedrijven haalbaar (vanaf 100 ton inkt/jaar).

Nadelen

Toepasbaarheid

Algemeen toepasbaar bij bedrukken en lijmen met waterige systemen. Voor zeefdrukkerijen is deze maatregel moeilijk toepasbaar omdat hierbij op veel verschillende substraten gedrukt wordt met verschillende kleuren en inkttypes. Al deze soorten inkten komen in hetzelfde spoelwater terecht, waardoor het hergebruik niet meer mogelijk is. Ook het bewaren van restanten van grote aantallen, kleine hoeveelheden resten van drukinkten is hier moeilijk toepasbaar omdat het veel opslagruimte en veel administratie vereist.

Bij de productie en het bedrukken van verpakkingen van voedingswaren moet binnenkort de traceerbaarheid strenger gecontroleerd worden. Hierdoor komt deze maatregel ook voor deze toepassingen onder druk te staan.

Bron

Derden A., 1998

TECHNISCHE FICHE 32

Optimaal gebruik van maalmolen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Voorbewerking

Aard: Reductie energiegebruik.

Beschrijving van de maatregel

Bij het malen van overschotten kunnen verschillende maatregelen genomen worden:

– *optimale bezetting van maalmolens*:

Opdat de centrale maalmolen niet leeg zou draaien, moet materiaal opgespaard worden en op welbepaalde tijdstippen kan deze grotere hoeveelheid vermalen worden. Op die manier kan de vermaler optimaal benut worden, hetgeen energiekosten uitspaart. Wanneer men overschakelt op het vermalen van een ander materiaal, moet de vermaler eerst schoongemaakt worden om contaminatie te vermijden. De volgorde van de te vermalen materialen (soort kunststof en kleur) moet dan ook zodanig gekozen worden dat de vermaler niet telkens schoongemaakt moet worden. Dit betekent ook tijdsbesparing. Ook kan men het vermalen plannen in perioden met geringere elektriciteitsvraag en buiten de piekbelasting.
Financieel: De investeringskosten van deze maatregel belopen € 1 250 à 6 250 en de terugverdientijd is minder dan 2 jaar.

– *vermijden van stand by:*

Het energieverbruik van een machine tijdens stand by varieert van 52 tot 98% van het energiegebruik tijdens productie. Moderne machines zijn reeds binnen een uur bedrijfsklaar, waardoor de noodzaak voor continu bedrijfsklaar beschikbaar zijn, niet altijd noodzakelijk is.

Toepasbaarheid: indien machinestilstand regelmatig langer dan 1 uur is.

– *toerental op schroef:*

Kort plastificeren met een hoog toerental kost naar verhouding veel energie. Dit komt de homogeniteit van de smelt de dus de kwaliteit van het product niet ten goede. Het heeft geen zin om de plastificeertijd korter te houden dan de beschikbare koeltijd.

– *regelmatig onderhoud:*

Tijdige vervanging van de schroef en regelmatig onderhoud van de koelkanalen zijn voorbeelden van maatregelen die het energieverbruik verlagen en bovendien een positief effect hebben op productiviteit en kwaliteit.

Milieuvoordeel

Lager energieverbruik is mogelijk.

Financiële aspecten

Doordat het energieverbruik gereduceerd wordt, kunnen ook de kosten gedrukt worden.

Nadelen

Toepasbaarheid

De meeste maatregelen zijn eenvoudig te implementeren.

Bron

InfoMil, 2002
Presti, 1996

TECHNISCHE FICHE 33

Nazicht rioleringen

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Algemeen

Aard: Preventief onderzoek.

Beschrijving van de maatregel

Een lek bedrijfsriool is een bron van bodemverontreiniging. Riolen kunnen lek raken door mechanische beschadiging, bijvoorbeeld door verzakkingen van een gebouw, van het wegdek of door boomgroei. Daarnaast is het mogelijk dat riolen chemisch aangetast worden. Oplosmiddelen kunnen namelijk PVC aantasten en sulfaten en zuren kunnen gres, beton en staal beschadigen.

Het nazicht van de riolen gebeurt met een inwendig camera-onderzoek waarbij er indicaties zijn van mogelijke chemische aantasting of mechanische beschadiging.

Aandachtspunten bij het nazicht van de rioleringen:

– Er dient inzicht te zijn in de loop van het rioolstelsel en de aansluitpunten op het openbaar riool. Dit dient te worden vastgelegd in een recente rioleringstekening waarop alle afvoerpunten zijn vermeld, evenals de afmetingen van de onderdelen waaruit de riolering is opgebouwd alsmede het materiaal waaruit de onderdelen zijn vervaardigd. In geval van oudere infrastructuur is het rioleringsnetwerk niet altijd gekend.
– De bedrijfsriolering dient bestand te zijn tegen de te lozen stoffen tijdens regulier gebruik. Een betonnen bedrijfsriool kan daarbij problemen opleveren, omdat beton niet bestand is tegen reguliere lozingen van sterke zuren en sulfaatverbindingen.
– Tussen het bedrijfsriool en het openbaar riool dient een afsluiter en een inspectieputje te worden geïnstalleerd. Indien het plaatsen van een inspectieputje door omstandigheden niet mogelijk is, moet in overleg met het bevoegd gezag bekeken worden op welke andere wijze een monstervoorziening te treffen valt.
– Aantasting en deformatie van het riool moet worden voorkomen. Met het oog hierop dient er onder meer aandacht te zijn voor de kwaliteit en het gebruik van het wegdek. Bij een riolering gelegen onder een terrein waar zwaar transport plaatsvindt, dienen de vloer en riolering zodanig geconstrueerd te zijn dat deformatie van de riolering niet kan optreden. Boomgroei op of nabij rioleringsbuizen dient te worden voorkomen.
– Lekkage van rioleringen en de mogelijke daaruit voortvloeiende bodemverontreiniging moet worden voorkomen. Daarom is het van belang dat de riolering in een goede staat verkeert. Controle kan plaatsvinden door bijvoorbeeld jaarlijks de riolering en de aansluitpunten visueel na te lopen op lekkage (bijvoorbeeld via de kruipruimtes). Niet alle delen van het riool zijn echter met het oog te inspecteren. Ten aanzien van de niet te inspecteren delen van de riolering moet worden nagegaan of de kans groot is dat deze in het verleden beschadigd zijn. Daarbij kan gedacht worden aan verzakkingen, deformatie, boomgroei of het lozen van sterke zuren of sulfaatverbindingen.
– Bij aanwijzingen voor beschadigingen dient de riolering zo mogelijk met een camera inwendig geïnspecteerd te worden. Inwendige inspectie is mogelijk met een videocamera

mits het riool toegankelijk is door middel van een put en de diameter van het riool groter is dan 6 cm.

- Aandachtspunt is soms ook het dichtslibben van de rioolbuizen. Het verdient aanbeveling een video-inspectie of een andere door het bevoegd gezag goed te keuren gelijkwaardige controlemethode van de riolering uit te voeren en om de 10 jaar te herhalen.
- Bij aanwijzingen voor beschadigingen dient een indicatief bodemonderzoek te worden uitgevoerd naar de kwaliteit van grond en grondwater. Daarnaast wordt voorgesteld om door middel van het uitvoeren van grondwateronderzoek de bodemconditie te monitoren. Deze monitoring heeft geen preventieve bijdrage, maar is meer een constatering achteraf.
- De afsluiter tussen bedrijfsriool en openbaar riool dient jaarlijks op een goede werking gecontroleerd worden. Zo nodig dient hieraan onderhoud plaats te vinden, zoals smeren.
- Indien van toepassing, moet minstens eenmaal per jaar de olie-/waterafscheider door een rioolreinigingsbedrijf gereinigd en gecontroleerd worden op een doelmatige werking en de aanwezigheid van lekken. Hiervoor dient een onderhoudscontract te worden afgesloten.
- Bij een dubbel rioolstelsel moet eenmalig gecontroleerd worden of het schoonwaterriool dan wel het afvalwaterriool van het bedrijf correct op het gemeentelijk schoonwater-/afvalwaterriool is aangesloten.
  In geval van calamiteiten met geconcentreerde chemicaliën dient men het riool af te sluiten en te vullen met water en, indien aanwezig, met verdund loog of zuur. Door het gebruik van verdund loog of zuur kan zuur respectievelijk loog geneutraliseerd worden. De dosering en de mate van verdunning moeten verstandig gekozen worden. Deze keuze hangt mede af van de zuurgraad van de bij de calamiteit geloosde vloeistoffen. Met behulp van pH-papier kan de zuurgraad van deze vloeistoffen gemeten worden. Eventueel kan het afgesloten bedrijfsriool worden leeggezogen met behulp van een vacuümwagen of pomp. Tevens dient men in geval van de genoemde calamiteit de waterkwaliteitsbeheerder en de gemeente te waarschuwen. De waterkwaliteitsbeheerder is meestal de beheerder van de waterzuiveringsinstallatie waarop de riolering van het bedrijf is aangesloten. In de meeste gevallen is dit een waterschap of een zuiveringsschap. Soms is het de provincie en in een enkel geval de gemeente.

Milieuvoordeel

Het nazicht van de riolen voorkomt dat vervuild afvalwater in de bodem terecht komt.

Financiële aspecten

De kosten voor het treffen van bodembeschermende maatregelen zijn over het algemeen beperkt in vergelijking met de vaak zeer hoge kosten voor sanering van bodemverontreiniging die op zou treden als geen bodembeschermende maatregelen worden genomen.

Nadelen

Toepasbaarheid

Deze maatregelen zijn enkel nodig indien het bedrijf een afvalwaterstroom heeft. Dit komt vooral voor bij het bedrukken en lijmen.

TECHNISCHE FICHE 34

Gepulseerd koelen van de matrijs

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Productie van

Aard: Energiebesparing.

Beschrijving van de maatregel

Met behulp van een cyclusafhankelijke impulstechniek wordt het koelen en temperen van de matrijs optimaal geregeld. Een sensor (thermokoppel), die onder de vormholte van de matrijs is gemonteerd, meet continu de matrijstemperatuur en stuurt via een microprocessor (moldmonitor) een ventiel waarmee de dosering van het koelmedium (koelwater) plaatsvindt. Voor iedere spuitcyclus wordt de toegevoerde warmte bepaald. De microprocessor vergelijkt en verrekent de toegevoegde warmte met voorgaande waarden en stuurt op basis van deze informatie de koelimpuls. Hierbij wordt rekening gehouden met de temperatuur van het koelmedium en de omgeving.

Door gepulseerd te koelen blijven de pompen niet continu werken maar pompen zij enkel koelwater rond wanneer de temperatuur in de matrijs te hoog wordt. Het elektriciteitsverbruik kan daardoor verlagen.

De temperatuur van de matrijs kan zo snel en goed geregeld worden en invloeden van buitenaf worden gecompenseerd. Door de impulskoeling is een gelijkmatige wandtemperatuur te bereiken, waardoor minder spanningen in het product optreden en minder uitval ontstaat.

Enkele belangrijke karakteristieken van dit systeem zijn:
- homogenere matrijstemperatuur;
- bij machinestilstand en ingeschakelde koeling blijft de matrijs vrijwel op werktemperatuur;
- de temperatuurbalans van een matrijs wordt na een kortere tijd bereikt;
- aanmerkelijk minder koelwaterverbruik;
- invloeden van de omgevingstemperatuur op de matrijzen worden gecompenseerd;
- exacte, geprogrammeerde en gecontroleerde vormholte-temperaturen zijn te bereiken

Milieuvoordeel

Er treedt minder uitval/afkeur op en dit levert een materiaalbesparing op van 0-5%. De energiebesparing bedraagt minimaal 5% van het totale energieverbruik van de machine. Er wordt ook minder koelwater verbruikt.

Financiële aspecten

De techniek is vrij complex en daardoor ook (relatief) duur. De investeringskosten, met name het aanpassen van de matrijs, het plaatsen van een thermokoppel en het voorzien van een temperatuurssturing, bedragen € 2 500 à 25 000 (€ 6 800 per mold-monitor vlgs. InfoMil, 2002). De terugverdientijd bedraagt dan 1 à 5 jaar (2 tot 4 jaar bij een sluitkracht vanaf 300 ton en continu productie van hetzelfde product, vlgs InfoMil, 2002).

Nadelen

Toepasbaarheid

De maatregel is haalbaar voor de verwerking van zeer grote jaarlijkse hoeveelheden op één-zelfde machine. Het is toepasbaar op spuitgietmachines met een sluitkracht vanaf 300 ton, bij een warme matrijs (ongeveer 60°C) en bij continu productie van hetzelfde product. Het wordt vooral toegepast bij technische producten.

Bron

Presti, 1996
InfoMil, 2002
FO-industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 35

Volledig elektrisch aangedreven spuitgietmachine

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten: spuitgieten

Aard: Energiebesparing.

Beschrijving van de maatregel

Hiermee worden de machinebewegingen niet meer hydraulisch, maar direct elektrisch aangedreven. (Zo vinden het openen en sluiten van de matrijs plaats door servomotoraandrijving in combinatie met een kogelomloopspindel.) De directere overbrenging en het vermijden van nullastverliezen (geen nullast) verhogen de energie-efficiëntie. Een snellere opstart is mogelijk na matrijswisseling en weekend-onderbreking en de cyclustijd is korter. Het systeem is ook minder storingsgevoelig.

Milieuvoordeel

Dit levert een energiebesparing van 30 tot 60% en een lager geluidsniveau. Er is geen olieafval meer.

Financiële aspecten

De machine is 40-50% duurder dan hydraulisch aangedreven spuitgietmachines, maar kan interessant zijn bij uitbreiding of vervanging van een machine. De terugverdientijd van de meerinvestering is 4 tot 8 jaar afhankelijk van de grootte van de machine en de productie. De investeringskosten zijn € 82 000.

Nadelen

Toepasbaarheid

De machine is leverbaar tot een sluitkracht van 1000 ton. In de toekomst zullen hogere sluitkrachten mogelijk zijn.

Bron

InfoMil, 2002
FO-Industrie, 2002

TECHNISCHE FICHE 36

Elektrisch/elektromotorisch aangedreven schroef

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Verwerking van thermoplasten: spuitgieten

Aard: Energiebesparing.

Beschrijving van de maatregel

– *elektromotorisch aangedreven schroef:*
Bij spuitgietmachines wordt de schroef vaak nog met een hydromotor aangedreven. Door de schroef rechtstreeks aan te drijven met een elektromotor (direct en niet via een tandwiel) in plaats van een indirect werkend hydraulisch aandrijfsysteem van de schroef, kan energie worden bespaard.

– *elektrisch aangedreven schroef:*
De aandrijving van de schroef kan ook elektrisch gebeuren. De aandrijving van de schroef gebeurt met een AC servomotor (borstelloos) en overbrenging. De machine heeft een toggle sluitsysteem.

Milieuvoordeel

– *elektromotorisch aangedreven schroef:*
Dit levert een energiebesparing van 15% ten opzichte van een hydromotoraandrijving. De energiebesparing is het grootst bij een relatief lange plastificeertijd in relatie tot de cyclustijd en is afhankelijk van de doorzet.

– *elektrisch aangedreven schroef:*
Hiermee is een energiebesparing van 20 tot 34% mogelijk zijn.

Financiële aspecten

– *elektromotorisch aangedreven schroef:*
De meerinvestering bedraagt ongeveer € 14 000. Vanaf een productie van ongeveer 650 ton/jaar bedraagt de terugverdientijd 3 jaar of minder. De maatregel is extra interessant indien de plastificeertijd groter is dan 50% van de cyclustijd.

– *elektrisch aangedreven schroef:*
De technologie is beschikbaar, maar vergt een grote investering (Presti, 1996) ten opzichte van een machine met een hydraulische aandrijving.

Nadelen

Toepasbaarheid

– *elektromotorisch aangedreven schroef:*
Algemeen toepasbaar. Eventuele opstartproblemen vanwege abrupte inschakeling kan een nadeel zijn.

Bron

InfoMil, 2002
FO-Industrie, 2002
InfoMil, 1997 (c)

TECHNISCHE FICHE 37

Concrete maatregelen ter beperking van geluidshinder

Sector: Kunststofverwerking

Processtap: Algemeen

Aard: Beperking van geluidshinder.

Beschrijving van de maatregel

Laden, lossen en transporteren van goederen
Zowel het interne als het externe transport kan een bron van geluidhinder vormen. Mogelijke maatregelen voor de beperking van de geluidhinder van het interne transport zijn:
- het gebruik van elektrisch aangedreven vorkheftrucks in plaats van vorkheftrucks aangedreven door een verbrandingsmotor;
- de door een verbrandingsmotor aangedreven vorkheftrucks voorzien van een goede uitlaatdemping;
- bij intern transport de buitendeuren zoveel mogelijk gesloten houden;vorkheftrucks voorzien van luchtbanden in plaats van massief rubberen banden. In dit kader is ook het type verharding waarover gereden wordt van belang. Het rijden over een vlakke naadloze ondergrond levert minder geluid op dan het rijden over een klinker-bestrating;
- het rammelen van de lepels van de heftrucks kan worden verminderd door het toepassen van hydraulische lepels of het vastzetten van lepels indien er geen transport van goederen plaatsvindt.

Maatregelen met betrekking tot extern transport zijn:
- het omleggen van de aan- en afrijroutes van vrachtwagens op een zodanige manier dat de geluidsgevoelige objecten minder overlast ondervinden;
- het aanpassen van de rijsnelheden op het bedrijfsterrein;
- het aanpassen van de tijden waarbinnen geladen en gelost wordt;
- het aanbrengen van een geluidsluis (doorshelters) waarbinnen geladen en gelost wordt.

Maatregelen ten aanzien van transport zijn in het algemeen procedureel of hebben betrekking op de laad- en losplaatsen. Zo valt bijvoorbeeld te denken aan het laden en lossen alleen op werkdagen van 07.00 tot 19.00 uur en aan bijvoorbeeld het laden en lossen in een speciale loods.

Pompen, compressoren en machines
Pompen, compressoren en machines kunnen als zij in de buurt van geluidsgevoelige bestemmingen opgesteld zijn voor geluidsoverlast zorgen. De plaats waar de desbetreffende machine is opgesteld, is meestal bepalend voor de mate van overlast. Mogelijke maatregelen zijn:
- regelmatig onderhoud aan compressoren, pompen, kan in sommige gevallen een deel van het brongeluid wegnemen. Een goed onderhouden machine zonder loszittende of resonerende onderdelen veroorzaakt minder geluid;
- indien de compressor of pomp buiten is opgesteld kan gedacht worden aan het verplaatsen van het apparaat naar binnen, bijvoorbeeld verplaatsen naar een aparte geluidsgeïsoleerde ruimte of de compressor of pomp geluidsisolerend omkasten;
- met name voor grotere machines, zoals compressoren kan men overwegen bij de in- en uitgangen ruimten waarin deze staan opgesteld, geluidsluizen aan te brengen.

Luchtbehandelingsinstallaties, afzuigsystemen en ventilatoren
Luchtbehandelingsinstallaties stoten hun lucht vaak hoog uit. Ook ventilatoren zijn vaak hoog in gevels of op daken gesitueerd. Het geluid afkomstig van deze installaties draagt dan ook ver en kan geluidhinder veroorzaken.
Mogelijke maatregelen zijn:
- regelmatig onderhoud aan ventilatoren (bijvoorbeeld het vervangen van versleten lagers) kan in sommige gevallen een deel van het brongeluid wegnemen;
- in sommige gevallen wordt meer geventileerd dan noodzakelijk. Dit levert niet alleen meer geluid op dan nodig is, maar kost ook onnodig veel energie. Het is zaak de toerenregeling van de ventilatoren af te stemmen op het gewenste ventilatievoud van de desbetreffende ruimte;
- uitschakelen van de ventilatoren buiten de bedrijfsuren (er wordt vaak onnodig ´s avonds en ´s nachts geventileerd);
- andere mogelijke maatregelen met betrekking tot het afzuigsysteem kunnen zijn: het toepassen van geluiddempers, het verplaatsen van ventilatoren of het toepassen van geluidarme ventilatoren. Bij het gebruik van dempers kunnen veranderingen in de procescondities voor de ventilatoren optreden, waardoor ook deze vervangen moeten worden om een goede afzuiging te waarborgen. Door de dempers direct na de ventilatoren te plaatsen (bij voorkeur in de gebouwen) zal ook de geluidsuitstraling van de leidingen na de ventilatoren afnemen.

Geluidsuitstraling van de gevel
Maatregelen met betrekking tot geluidsuitstraling van de gevel kunnen het sluiten van ramen en deuren omvatten. Het aanpassen van de gevelconstructie is uit bouwtechnisch oogpunt meestal niet mogelijk.

Milieuvoordeel

Beperking van geluidhinder.

Financiële aspecten

De financiële aspecten zijn sterk afhankelijk van de aard en omvang van de benodigde maatregelen.

Nadelen

Toepasbaarheid

De genoemde mogelijkheden ter beperking van geluidhinder zijn over het algemeen breed toepasbaar.

Er kan geopteerd worden voor brongerichte maatregelen (zoals bv. geluidarme ventilatoren of het vervangen van een dieselheftruck door een elektrisch aangedreven heftruck) of maatregelen die de overdracht van het geluid beperken (bv. het plaatsen van een geluidsschermen).

Bron

FO-Industrie, 2002

Bijlage 3 RUBRIEKEN VAN HINDERLIJKE INRICHTINGEN DIE IN DE KUNSTSTOF-VERWERKENDE SECTOR KUNNEN VOORKOMEN

Deze bijlage geeft de verschillende hinderlijke inrichtingen zoals vermeld in Vlarem I. Hierin worden overeenkomstig de rubrieken volgende zaken vermeld:

– de klasse (K): 1, 2 o f3 en T: Inrichting waarvoor een tijdelijke vergunning kan worden verkregen, M inrichting waarvoor de Vlaamse Milieumaatschappij advies verstrekt., X inrichting die een GPBV-installatie betreft zoals gedefinieerd door sub 16° van artikel 1 van titel I van het VLAREM en die als dusdanig tevens onder de toepassing valt van de bepalingen van de titels I en II van het VLAREM inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging als bedoeld in de EU-richtlijn 96/61/EEG van 24 september 1996.
– het type milieucoördinator (MC): A = MC van eerste niveau, B = MC van het tweede niveau, N = vrijstelling verleend tot het aanstellen van een MC
– de verplichting waarvoor een milieujaarverslag (MV): J is ja, dient ingediend.
– lijst van inrichtingen onderworpen aan Vlarebo met de 4 verschillende categorieën: O = overdracht, sluiting van inrichting of stopzetten van activiteit, A = overdracht, sluiting inrichting of stopzetting activiteit en om de 20 jaar, B = overdracht, sluiting inrichting of stopzetting activiteit en om de 10 jaar, C = overdracht, sluiting inrichting of stopzetting activiteit en om de 5 jaar.

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
2	*AFVALSTOFFEN inrichtingen voor de verwerking van*				
2.2.	Opslag en nuttige toepassing van afvalstoffen				
2.2.1 c)	Opslag en sortering van afvalstoffen: Sorteren is de afvalstoffen manueel of met lichte gereedschappen soort bij soort voegen. Indien het sorteren deel is van andere ingedeelde handelingen op afvalstoffen, valt 2.2.1. weg. niet gevaarlijke afvalstoffen bestaande uit papier en karton, hout, textiel, kunststoffen, metaal, glas, rubber, bouw en sloopafval, met een opslagcapaciteit van: 1° maximaal 100 ton 2° meer dan 100 ton	 2 1	 B		
2.2.2 b) f)	Opslag en mechanische behandeling van afvalstoffen: Niet gevaarlijke afvalstoffen bestaande uit papier, karton, hout, textiel, kunststoffen, metaal, glas, rubber, bouw- en sloopafval, met een opslagcapaciteit van: 1° maximaal 100 ton 2° meer dan 100 ton Andere niet gevaarlijke afvalstoffen met een opslagcapaciteit van: 1° maximaal 100 ton 2° meer dan 100 ton	 2 1 2 1	 B B		 A B A B
2.2.5 e)	Opslag en fysisch-chemische behandeling al of niet in combinatie met een mechanische behandeling, van: Andere niet gevaarlijke afvalstoffen, met een opslagcapaciteit van: 1° tot en met 1 ton 2° meer dan 1 ton	 2 1	 A		 0 B
3	*AFVALWATER EN KOELWATER*				
3.1	Het lozen van niet in rubrieken 3.4 of 3.6 begrepen bedrijfsafvalwater, met een debiet: 1° tot en met 2 m³/uur 2° van meer dan 2 m³/uur tot en met 100 m³/uur 3° van meer dan 100 m³/uur	 3 2, T 1, T	 B	 J	
3.2	Het lozen van niet in de rubrieken 3.3 en 3.6 begrepen huishoudelijk afvalwater	3			
3.3	Het lozen van niet in rubriek 3.6 begrepen huishoudelijk afvalwater in de openbare riolen	3			
3.5	Het lozen van koelwater, met een debiet: 1° tot en met 2 m³/uur 2° van meer dan 2 m³/uur tot en met 100 m³/uur 3° van meer dan 100 m³/uur	 3 2,T 1, T	 B	 J	
3.6.1	Afvalwaterzuiveringsinstallaties, met inbegrip van het lozen van effluentwater en het ontwateren van de bijbehorende slibproductie voor de behandeling van huishoudelijke afvalwater	3			

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
3.6.2	Afvalwaterzuiveringsinstallaties, met inbegrip van het lozen van effluentwater en het ontwateren van de bijbehorende slibproductie voor de behandeling van bedrijfsafvalwater dat geen van de in bijlage 2C bij titel I van VLAREM bedoelde gevaarlijke afvalstoffen bevat, met een effluent: 1° tot en met 5 m³/uur 2° van meer dan 5 m³/uur tot en met 200 m³/uur 3° van meer dan 200 m³/uur	 3 2, T 1, T	 B	 J	 A
3.6.3	Afvalwaterzuiveringsinstallaties, met inbegrip van het lozen van effluentwater en het ontwateren van de bijbehorende slibproductie voor de behandeling van bedrijfsafvalwater dat één of meer van de in bijlage 2C bij titel I van VLAREM bedoelde gevaarlijke afvalstoffen bevat in concentraties hoger dan de geldende milieukwaliteitsnormen voor het uiteindelijk ontvangende oppervlaktewater met uitzondering van de in rubriek 3.6.5 ingedeelde inrichtingen, met een effluent: 1° tot en met 50 m³/uur 2° van meer dan 50 m³/uur	 2, T 1	 A	 J	 A B
3.6.4	Afvalwaterzuiveringsinstallaties, met inbegrip van het lozen van het effluentwater en het ontwateren van de bijhorende slibproductie voor de behandeling van afvalwater aangevoerd via openbare riolen en/of collectoren met een zuiveringscapaciteit: 1° tot en met 20 [inwonerequivalenten] 2° van meer dan 20 tot en met 500 [inwonerequivalenten] 1° van meer dan 500 [inwonerequivalenten]	 3 2 1	 A	 J	
4	*BEDEKKINGSMIDDELEN (verven, vernissen, inkten, emails, metaalpoeders en analoge producten, afbijt- en beitsmiddelen, oppervlaktebehandeling)*				
4.3

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
7	*CHEMICALIËN*				
7.1	Niet elders ingedeelde inrichtingen, voor de productie of behandeling van organische en anorganische chemicaliën waarbij gebruik gemaakt wordt van alkylering; aminering met ammoniak; carbonylering; condensatie; dehydrogenering; verestering; halogenering en fabricage van halogenen; hydrogenering; hydrolyse; oxidatie; polymerisatie; ontzwaveling, synthese en omzetting van zwavelhoudende verbindingen; nitrering en synthese van stikstofhoudende verbindingen; synthese van fosforhoudende verbindingen; distillatie; extractie; solvatatie, menging met een jaarcapaciteit: 1° tot en met 1.000 ton 2° van meer dan 1.000 ton tot en met 10.000 ton 3° van meer dan 10.000 ton	 3 2 1	 A	 J	 B C C
7.7	Productie van chloorwaterstoffen en derivaten alsmede polymeren ervan, andere dan deze bedoeld in rubriek 5 met een jaarcapaciteit: 1° tot en met 10 ton 2° van meer dan 10 ton	 2 1	 A	 J	
11	*DRUKKERIJEN EN GRAFISCHE INDUSTRIE*				
11.1	Inrichtingen voor het drukken in de ruimste zin, inzonderheid hoogdruk, vlakdruk, diepdruk, flexodruk, zeefdruk, uitvlokken, fotokopie, microfilm, planafdruk, aanmaken van gedrukte schakelingen, elektronische druk, dit op papier, metaal, glas (behalve de versiering van hol glas), plastiek, weefsel en alle andere metalen. Met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW *Een individueel in een lokaal opgesteld toestel voor fotokopie, planafdruk of elektronische druk is niet ingedeeld, ook niet wanneer de totale drijfkracht van alle dergelijk individueel opgestelde toestellen binnen een inrichting of een milieutechnische eenheid 5 kW of meer bedraagt.*	 3 2, T 1	 B		
11.2	Zetten, voorbereidingen en afwerkingen van de grafische industrie zoals het grafisch ontwerpen, het zetten en opmaken, de fotoreprografie, de clicherie, het graveren van platen en stempels, het binden, het afwerken en de veredeling, met inbegrip van labo's voor foto-ontwikkeling: met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW	 3 2, T 1	 N		
11.3	Reproductie en duplicering van audiovisuele communicatie met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW.	 3 2, T 1	 N		

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
12	*ELEKTRICITEIT*				
12.2	Transformatoren (gebruik van) met een individueel nominaal vermogen van: 1° 100 kVA tot en met 1000 kVA 2° meer dan 1000 kVA	 3 2, T			
12.3.1	Vast opgestelde batterijen waarvan het product van het vermogen, uitgedrukt in Ah, met de klemspanning, uitgedrukt in V, meer bedraagt dan 10000	2, T			
12.3.2	Vaste inrichtingen voor het laden van accumulatoren door middel van toestellen met een geïnstalleerd totaal vermogen van meer dan 10 kW	2, T			
12.4	Inrichtingen voor het vervaardigen van elektrische en elektronische toestellen, gedrukte schakelingen, chips, zonnecellen en geleiders met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW	 3 2 1	 B		
16	*GASSEN*				
16.3.1	Inrichtingen voor het fysisch behandelen van gassen (samenpersen – ontspannen) Koelinstallaties voor het bewaren van producten, luchtcompressoren en air-conditioning-installaties, met een totale geïnstalleerde drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 200 kW 2° meer dan 200 kW	 3 2, T			
16.3.2	Inrichtingen voor het fysisch behandelen van gassen (samenpersen – ontspannen) Andere dan onder 16.3.1 en 16.9.c ingedeelde inrichtingen met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW	 3 2, T 1, T	 B		
16.4	Inrichtingen voor het niet-huishoudelijk vullen van verplaatsbare recipiënten, met inbegrip van de LPG-stations, met: 1° samengeperste, vloeibaar gemaakte of in oplossing gehouden giftige, ontplofbare of onontvlambare gassen 2° andere dan onder 1 vermelde gassen	 1 2	 B	 J	
16.7	Opslagplaatsen voor samengeperste, vloeibaar gemaakte of in oplossing gehouden gassen in verplaatsbare recipiënten met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48 met een gezamenlijk inhoudsvermogen van: 1° 300 l tot en met 1.000 l 2° meer dan 1.000 l tot en met 10.000 l 3° meer dan 10.000 l Opmerking: de lege verplaatsbare recipiënten dienen te worden meegeteld voor de bepaling van het gezamenlijke waterinhoudsvermogen. Verplaatsbare recipiënten aange-schakeld aan verbruikstoestellen worden niet meegeteld.	 3 2, T 1, T	 B		

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
16.8	Opslagplaatsen voor samengeperste, vloeibaar gemaakte of in oplossing gehouden gassen, in vaste reservoirs, uitgezonderd deze van drukvaten deeluitmakend van compressoren en uitgezonderd buffervaten (reserve aan koelmiddel in een opslagtank waarvan de afnameleiding afgesloten is van het koelcircuit valt hier niet onder), met een gezamenlijke waterinhoudsvermogen: 1° tot en met 3.000 l 2° van meer dan 3.000 l tot en met 10.000 l 3° van meer dan 10.000 l	 3 2, T 1, T	 B		
17	*GEVAARLIJKE STOFFEN*				
17.3.2	Inrichtingen voor de opslag van zeer giftige, giftige en ontplofbare stoffen met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een opslagcapaciteit van: 1° meer dan 10 kg tot en met 100 kg 2° meer dan 100 kg tot en met 1 ton 3° meer dan 1 ton	 3 2 1	 B	 J	 B C
17.3.3	Opslagplaatsen voor oxiderende, schadelijke, corrosieve en irriterende stoffen, met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een totaal inhoudsvermogen van: 1° 200 kg tot en met 1.000 kg 2° meer dan 1.000 kg tot en met 50.000 kg 3° meer dan 50.000 kg	 3 2 1	 B	 J	 B C
17.3.4	Opslagplaatsen voor zeer licht ontvlambare en licht ontvlambare vloeistoffen (b.v. benzine), met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een totaal inhoudsvermogen van: Bij opslag: 1° 50 l tot en met 500 l 2° meer dan 50 l tot en met 30.000 l 3° meer dan 30.000 l	 3 2 1	 B		 A^1, O^2 C^1, B^2
17.3.5	Opslagplaatsen voor ontvlambare vloeistoffen (b.v. white-spirit), met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een totaal inhoudsvermogen van: Bij opslag: 1° 100 l tot en met 5.000 l 2° meer dan 5.000 l tot en met 100.000 l 3° meer dan 100.000 l	 3 2 1	 B		 A^1, O^2 C^1, B^2
17.3.6	Opslagplaatsen voor vloeistoffen met een ontvlammingspunt hoger dan 55°C, maar dat 100°C niet overtreft (b.v. stookolie, mazout, diesel), met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een totaal inhoudsvermogen van: Bij opslag: 1° a) 5.000 l tot en met 20.000 l indien de inrichting behoort bij de woonfunctie van een ontroerend goed dat hoofdzakelijk als woongelegenheid wordt gebruikt b) 100 l tot en met 20.000 l voor andere dan onder sub a) bedoelde inrichtingen 2° meer dan 20.000 l tot en met 500.000 l 3° meer dan 500.000 l	 3 3 2 1	 B		 A^1, O^2 C^1, B^2

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
17.3.7	Opslagplaatsen voor vloeistoffen met een ontvlammingspunt hoger dan 100°C (b.v. smeerolie, motorolie), met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een totaal inhoudsvermogen van: Bij opslag: 1° 200 l tot en met 50.000 l 2° meer dan 50.000 l tot en met 5.000.000 l 3° meer dan 5.000.000 l	 3 2 1	 B		 A[1], O[2] C[1], B[2]
17.3.8	Opslagplaatsen voor milieugevaarlijke stoffen, met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 48, met een opslagcapaciteit van: 1° meer dan 100 kg tot en met 1 ton 2° meer dan 1 ton tot en met 100 ton 3° meer dan 100 ton	 3 2 1	 A	 J	 B C
17.3.9	Brandstofverdeelinstallaties voor motorvoertuigen, zijnde installaties voor het vullen van brandstoftanks van motorvoertuigen met vloeibare koolwaterstoffen bestemd voor de voeding van de erop geïnstalleerde motor(en): 1° inrichtingen voor de verdeling van de in rubriek 17.3.6 1° bedoelde vloeistoffen met maximaal 1 verdeelslang 2° inrichtingen voor de verdeling van: a) de in rubriek 17.3.6 2° bedoelde vloeistoffen met maximaal 1 verdeelslang en/of b) de in rubriek 17.3.4. 1° en 2° bedoelde vloeistoffen met maximaal 1 verdeelslang waarmee uitsluitend eigen bedrijfsvoertuigen worden bevoorraad 3° overige inrichtingen	 3 2 1	 B		 O A A
17.4	Opslagplaatsen van gevaarlijke stoffen in verpakkingen met een inhoudsvermogen van maximaal 25 l of 25 kg, voor zover de maximale opslag begrepen is tussen 50 l of 50 kg en 5.000 l of 5.000 kg	3			
21	*KLEURSTOFFEN EN PIGMENTEN*				
21.3	Opslagplaatsen voor kleurstoffen en pigmenten met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 17 en 48 met een capaciteit van meer dan 10 ton	2			
23	*KUNSTSTOFFEN (macromoleculaire synthetische stoffen)*				
23.1	Inrichtingen voor het vervaardigen van kunststoffen en van kunstmatige vezels met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW	 3 2 1,M	 A	 J	
23.2	Inrichtingen voor het behandelen van kunststoffen en het vervaardigen van voorwerpen uit kunststoffen, met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 41, met een geïnstalleerde totale drijfkracht van: 1° 5 kW tot en met 10 kW 2° meer dan 10 kW tot en met 200 kW 3° meer dan 200 kW	 3 2, T 1, T	 B		
23.3	Opslag van kunststoffen en van voorwerpen uit kunststoffen, met uitzondering van deze bedoeld onder rubriek 41 en 48, met een capaciteit van meer dan 10 ton in een lokaal of 100 ton in open lucht	2,T			
23.4	Installaties voor oppervlaktebehandeling van kunststoffen door middel van een elektrolytisch of chemisch procédé wanneer de inhoud van de gebruikte behandelingsbaden meer dan 30.000 liter bedraagt	1, X	B		

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
24	*LABORATORIA*				
24.1	Laboratoria die enige biologische of scheikundige, minerale of organische bedrijvigheid uitoefenen met het oog op opzoekingen, proeven, analyses, toepassing of ontwikkeling van producten, kwaliteitscontrole op producten, of met een didactisch doel, die door hun afvalwater een hoeveelheid gevaarlijke stoffen lozen per maand en per stof die opgenomen is in lijst I van bijlage 2C: 1° tot en met 1 kg 2° meer dan 1 kg	 3 2			
24.4	Laboratoria andere dan bedoeld in rubrieken 24.1, 24.2 en 24.3.	3			
26	*LIJMEN EN NIET VOOR CONSUMPTIE BESTEMDE GELATINE*				
26.2	Opslagplaats voor lijmen van meer dan 10 ton	2, T			0
39	*STOOMSTELLEN EN WARMWATERTOESTELLEN*				
39.1	Stoomgeneratoren, ander dan lagedruk stoomgeneratoren, met een waterinhoud van: 1° 25 l tot en met 500 l 2° meer dan 500 l tot en met 5.000 l 3° meer dan 5.000 l	 3 2, T 1	 N N		
39.2	Stoomvaten, met inbegrip van warmtewisselaars waarvan de primaire ruimte als stoomvat wordt beschouwd, met een waterinhoud van: 1° 300 l tot en met 5.000 l 2° meer dan 5.000 l	 3 2, T			
39.3	Lagedruk stoomgeneratoren, met een waterinhoud van 300 l of meer	3			
43	*VERBRANDINGSINRICHTINGEN*				
43.1	Verbrandingsinrichtingen zonder elektriciteitsproductie (stookinstallaties e.d.), met een totaal warmtevermogen van: 1° 300 kW tot en met 500 kW 2° meer dan 500 kW tot en met 5.000 kW 3° meer dan 5.000 kW	 3 2 1	 B	 J	 0
53	*WINNING VAN GRONDWATER*				
53.8	Boren van grondwaterwinningsputten en grondwaterwinning, andere dan deze bedoeld in rubriek 53.1 tot en met 53.7, met een opgepompt debiet: 1° van minder dan 500 m³/jaar 2° van 500 m³/jaar tot 30.000 m³/jaar 3° van 30.000 m³/jaar of meer	 3 2 1	 N N		
59	*SOLVENTEN*				
59.1	*Drukken* een activiteit waarbij tekst en/of afbeeldingen worden gereproduceerd door met behulp van een beelddrager inkt op ongeacht welk soort oppervlak aan te brengen. Hieronder vallen ook daarmee samenhangende lak-, coating- en lamineertechnieken.				

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
	1. Installaties voor heatsetrotatie-offset: een rotatiedrukactiviteit waarbij gebruik wordt gemaakt van een beelddrager waarop de drukkende delen en de niet-drukkende delen in hetzelfde vlak liggen, waarbij rotatie inhoudt dat het te bedrukken materiaal niet als aparte vellen maar van een rol in de machine wordt gevoerd. Het niet-drukkende deel wordt zo behandeld dat het water aantrekt en derhalve de inkt afstoot. Het drukkende deel wordt zo behandeld dat het inkt opneemt en overbrengt op het te bedrukken oppervlak. De verdamping vindt plaats in een oven, waar het bedrukte materiaal met warme lucht wordt verwarmd. 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 15 ton tot en met 25 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton	 2 1			
	2. Installaties voor illustratiediepdruk: rotatiediepdrukactiviteit waarbij papier voor tijdschriften, brochures, catalogi of soortgelijke producten met inkt op basis van tolueen wordt bedrukt 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton	 1			
	3. Installaties voor flexografie, lamineren, rotatiediepdruk, rotatiezeefdruk, lakken 1. Installaties voor flexografie: een drukactiviteit waarbij gebruik wordt gemaakt van een beelddrager van rubber of elastische fotopolymeren, waarop de drukkende delen zich boven de niet-drukkende delen bevinden, en van vloeibare inkt die door verdamping droogt 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 15 ton tot en met 25 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton 2. Installaties voor lamineren samenhangend met een drukproces: de samenhechting van twee of meer flexibele materialen tot een laminaat 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 15 ton tot en met 25 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton 3. Installaties voor rotatiediepdruk: een drukactiviteit waarbij gebruik wordt gemaakt van een cilindrische beelddrager, waarop de drukkende delen lager liggen dan de niet-drukkende delen, en vloeibare inkt die door verdamping droogt. De napjes worden met inkt gevuld en het overschot wordt van de niet-drukkende delen verwijderd voordat het te bedrukken oppervlak contact met de cilinder maakt en de inkt uit de napjes trekt. Andere installaties dan die vermeld worden in subrubriek 59.1.2. 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 15 ton tot en met 25 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton	

Rubriek	Omschrijving	K	MC	MV	Vlarebo
	6. Installaties voor lakken: een proces waarbij een lak of een kleefstof om later het verpakkingsmateriaal af te sluiten op een flexibel materiaal wordt aangebracht 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 15 ton tot en met 25 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 25 ton	 2 1			
59.2	*Oppervlaktereiniging* Alle activiteiten, met uitzondering van chemisch reinigen, waarbij organische oplosmiddelen worden gebruikt om verontreiniging van het oppervlak van materialen te verwijderen, met inbegrip van ontvetting. Een uit meer dan een stap bestaande reinigingsactiviteit die niet wordt onderbroken door een andere stap, wordt als één oppervlaktereinigingsactiviteit beschouwd. Deze activiteit betreft niet het reinigen van apparatuur, maar het reinigen van het oppervlak van producten. 1. Oppervlaktereiniging die gebruikmaakt van de in artikel 5.59.2.2, §1 en §3, van titel II van het VLAREM vermelde stoffen 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 1 ton tot en met 5 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 5 ton 1. Oppervlaktereiniging die geen gebruikmaakt van de in artikel 5.59.2.2, §1 en §3, van titel II van het VLAREM vermelde stoffen 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 2 ton tot en met 10 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 10 ton				
59.3	Overspuiten van voertuigen				
59.5	*Coatingwerkzaamheden* Hieronder valt niet de coating van substraten met metalen met behulp van elektroforese en chemische spuittechnieken. Als de coatingactiviteit ook een stap omvat waarbij hetzelfde artikel wordt bedrukt, ongeacht de daarbij gebruikte techniek, wordt deze stap als onderdeel van de coatingactiviteit beschouwd. [Drukactiviteiten die als afzonderlijke activiteiten plaatsvinden, vallen hier niet onder] 2. Coating van andere producten: Alle activiteiten waarbij een of meer ononderbroken lagen van een coating worden aangebracht op: aanhangwagens, gedefinieerd in de categorieën 01, 02, 03 en 04 in richtlijn 70/156/EEG; metalen en kunststofoppervlakken, met inbegrip van oppervlakken van vliegtuigen, schepen, treinen enz.; textiel, stoffen, film en papieroppervlakken. 1° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van 5 ton tot en met 15 ton 2° met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van meer dan 15 ton.	2			
59.12	Lamineren van hout en kunststof. Elke activiteit met het oog op het aaneenhechten van hout en/of kunststof voor de vervaardiging van laminaten met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van: 1° meer dan 5 ton	 1			 B
59.13	Aanbrengen van lijmlagen. Activiteiten waarbij een kleefstof op een oppervlak wordt aangebracht, met uitzondering van het aanbrengen van lijmlagen, en lamineren samenhangend met drukprocessen met een jaarlijks oplosmiddelverbruik van: 1° 5 ton tot en met 15 ton 2° meer dan 15 ton	 2 1			 B C

1. Bij uitsluitend ondergrondse of combinatie van ondergrondse en bovengrondse opslag
2. Bij uitsluitend bovengrondse opslag

Bijlage 4 FINALE OPMERKINGEN

Dit rapport komt overeen met wat het BBT-kenniscentrum op dit moment als de BBT en de daaraan gekoppelde aangewezen aanbevelingen beschouwt. De conclusies van de BBT-studie zijn mede het resultaat van overleg in het begeleidingscomité. Deze bijlage geeft de eventuele opmerkingen of afwijkende standpunten die leden van het begeleidingcomité bij deze conclusies geformuleerd hebben.

Opmerking FETRA, FEBELGRA:

Gezien de brede scope van de studie pleiten wij voor een voorzichtig toepassen van BBT en oog te hebben voor de specifieke situatie van de bedrijven.

Standpunt van VITO:

– in verband met de brede scope van de studie:

We hebben begrip voor de bezorgdheid die de federaties hadden bij het nalezen en bespreken van een uitgebreide draftstudie met een brede scope.

Niettemin hebben we ervoor geopteerd om de volledige kunststofverwerkende sector in één studie te behandelen, eerder dan deze op te splitsen in 3 of meer studies (bv. de verwerking van thermoplasten, composieten, schuimen, bedrukken en lijmen van kunststoffen) met elk een afzonderlijk begeleidingscomité. Dit zou de afbakening per studie ingeperkt hebben, maar hierdoor zouden het totale werkpakket, het aantal begeleidingscomités, het aantal vergaderingen en de totale duur voor het afwerken van de sector(en) sterk toegenomen zijn. Bovendien zijn er een groot aantal milieuvriendelijke maatregelen die de subsectoren overschrijden en algemeen toepasbaar zijn (zie paragraaf 5.2.1., p. 274). Deze zouden in elk van de subsectoren terugkomen en telkens opnieuw besproken moeten worden met (dezelfde) personen in verschillende begeleidingscomités. Bovendien zouden de BBT-besluiten uit elk van de afzonderlijke studies over de subsectoren niet kunnen leiden tot sectorale aanbevelingen.

Het bedrukken en lijmen van kunststoffen neemt binnen de studie echter een bijzondere plaats in. Deze processen sluiten inhoudelijk sterk aan bij de grafische sector. In 1998 werd reeds een BBT-studie voor de grafische sector uitgewerkt, waarin het bedrukken van kunststoffen niet aan bod kwam. Daarom werd nu de optie genomen om de deelprocessen bedrukken en lijmen in de huidige BBT-studie kunststofverwerking op te nemen.

Bij het indelen van de studie werden de verschillende deelsectoren zo duidelijk en onderscheiden mogelijk weergegeven, meestal in afzonderlijke subtitels. Ook bij het uitwerken van de BBT in de hoofdstukken 4, 5 en 6 werd telkens een aparte onderverdeling gemaakt voor de deelprocessen waaronder bv. het bedrukken en lijmen. Dit weerspiegelt zich in de inhoudsopgave. Hiermee werd en wordt de lezer op weg gezet om de voor hem relevante passages in de studie terug te vinden.

– in verband met het toepassen van BBT in specifieke situaties:

Zoals ook aangegeven in de inleiding (1.1.2.b, p. 2), in de belangrijke opmerking bij Tabel 38 met de evaluatie van de milieuvriendelijke technieken (p. 260) en in paragraaf 6.1. (p. 283) van hoofdstuk 6 is het de bedoeling van een BBT-studie om de BBT op sectorniveau te bepalen. De selectie van BBT in hoofdstuk 5 en de aanbevelingen die in het zesde hoofdstuk gesuggereerd

worden, hebben bijgevolg eveneens betrekking op het sectorniveau. Hierin wordt ook gesteld dat niet elk bedrijf uit de sector zonder meer elke techniek die als BBT aangegeven wordt, kan toepassen en dat de bedrijfsspecifieke omstandigheden in acht genomen moeten worden.

Voor de afleiding van BBT op bedrijfsniveau verwijzen we naar de methode op de BBT-EMIS website (http://www.emis.vito.be/EMIS/Media/richtlijn_bepalen_bbt.pdf). De IPPC richtlijn (overweging nr. 17) maakt hierbij de overweging dat "de emissiegrenswaarden, parameters of gelijkwaardige technische maatregelen gebaseerd moeten worden op de beste beschikbare technieken, zonder het gebruik van een bepaalde techniek of technologie voor te schrijven en met inachtneming van de technische kenmerken en de geografische ligging van de betrokken installatie, alsmede de plaatselijke milieu-omstandigheden."