R24
1991-8

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS te NAALDWIJK

MILIEUTECHNOLOGIE VOOR MATERIAALVERBRUIK

IN GLASTUINBOUW-PRODUCTIESYSTEMEN

F. Koning

Januari 1991

Intern verslag nr. 8

22436101

Milieutechnologie voor materiaalverbruik in glastuinbouw-productie-systemen. F.Koning, PTG, Naaldwijk, 10 januari 1991

VOORWOORD

Op het PTG zijn verschillende werkgroepen actief geweest voor het project 'simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw'. Hier werden bedrijfs/productiesystemen voor diverse bedrijfstypen op papier gezet, waarbij als eis gold dat al het voedingswater in een gesloten kring gebruikt wordt, m.u.v. de benodigde lozingen t.b.v. het verlagen van het Natriumgehalte. Dit bleek altijd een behoorlijke investering in materialen te kosten. De vraag ontstond al snel, of de productie van dat materiaal niet milieubezwaarlijk is. Hier was geen parate kennis over op het PTG. Toen werd besloten om die kennis weliswaar te verzamelen maar niet voor het lopende project, vanwege de voortgang daarvan.

Als gevolg hiervan is alles uit de gebruikelijke over milieubelasting, milieuberekeningen, kuntstoffen, aluminium en glastuinbouw verzameld. Het betreft hier dus geen systematische literatuur verzameling/recherche. Het betreft hier ook geen afgeronde verzameling. Het proces van verzamelen gaat nog immer verder. In de literatuurlijst staan in tegenstelling tot bij een regulier rapport, ook werken die nog niet verwerkt zijn. De reden hiervoor is dat de verzameling ook gebruikt kan gaan worden voor beleidsvorming over gesloten systeemprojecten. De lijst is bedoeld als bron voor diegenen die voor systeemontwerp in de glastuinbouw, milieutechnische kennis willen opdoen. Een gedeelte algemene oriëntatie op milieuproblematiek en -techniek is onontbeerlijk en dat is daarom ook opgenomen.

Dit rapportje is ontstaan na het idee om een vakbladartikel te schrijven over materiaalverbruik en milieuconsequenties. Het leek nl. handig om eerst een grote 'data base' maken van de toen aanwezige literatuur, om de inhoud van het artikel uit samen te kunnen stellen. Nadat betrokkenen inzage hadden gekregen in het eerste resultaat onstond het idee om er een rapportje van te maken.

In dit rapportje is niet gestreefd naar volledigheid, omdat er daartoe niet gericht genoeg verzameld is. De informatie is in ons archief onderverdeeld alsvolgt:

<u>milieuproblemen</u> milieu-info bronnen

Milieutechnologie voor materiaalverbruik in glastuinbouw-productie-systemen. F.Koning, PTG, Naaldwijk, 10 januari 1991

	milieuproblemen algemeen
	milieu-effecten landbouw
	luchtvervuiling algemeen
	watervervuiling algemeen
	watervervuiling landbouw
	afvalproblematiek algemeen
	afvalproblematiek tuinbouw
milieutechnologie \ rekenkennis	
kwantificeren milieu-effecten	materiaaltoepassingen\kunststof-gebruik
	milieu-effecten van stoffen
	milieu-effecten van kunststoffen
metamilieu en oplossingen	milieubeleid en economie
	bedrijfsinitiatieven
	oplossingsrichtingen toepassing stoffen
	hergebruik en herverwerking
	polymeren
	alternatieve plastics

Hierbij wil ik de mensen van bureau Appel te Delft: Cristoph Ravesloot en Martin Dubbeling, in het bijzonder bedanken voor hun bereidheid tot medewerking aan een goede zaak en het aanleveren van literatuur.

Naaldwijk, januari 1991

Milieutechnologie voor materiaalverbruik in glastuinbouw-productie-systemen. F.Koning, PTG, Naaldwijk, 10 januari 1991

Inhoudsopgave

1 Inleiding 1

2 Theorie achter het begrip milieuvervuiling m.b.t. materiaal-ge-/verbruik 3

2.1 Het begrip milieu 3
2.2 Definitie en waardering van milieubelasting 4
2.3 Milieuwaardering 6

3 Mechanismen van milieu-vervuiling 8

3.1 Energieverbruik en uitputting van grondstoffen 8
3.2 Emissies van ongewenste stoffen 8
3.3 Hergebruik, herverwerking en duurzaamheid 11
3.4 Ontstaan van vast afval 11
3.5 Aantasting van natuur en landschap 12
3.6 Veiligheid en toxiciteit 12
3.7 Afsluitend 13

4 Milieuvervuiling bij de productie van materialen 14

4.1 Productieomvang 14
4.2 Vervuiling als gevolg van productieprocessen 15
4.3 Specifieke milieubelastende effecten van stoffen 17

5 Milieuvervuiling bij de fasen naast productie 21

6 Duurzaam gebruik van materialen 23

6.1 Herverwerking 23
6.2 Het gebruik van afbreekbare kunststoffen 26

7 Maatschappelijke instrumenten om milieubelasting door materiaalverbruik te verlagen 28

7.1 Regelgeving en besluitvorming 28
7.2 Preventieve maatregelen 28
7.3 Curatieve maatregelen 31
7.4 Een aantal reeds genomen initiatieven 31
7.5 Gevolgen van omschakelen naar een meer milieutoelaatbare bedrijfsvoering 33

8 Persoonlijke instrumenten voor verlaging van milieubelasting 34

9 Kunststof technologie 35

Geraadpleegde literatuur

1 Inleiding

Het milieubeleid voor de glastuinbouw heeft gekozen voor (af)sluiten van kringlopen binnen een bedrijf (kas), om de emissie van nutriënten te beheersen. Uit onderzoek bleek dat gesloten bedrijfsystemen veel materiaal kosten. Indien de hele glastuinbouwsector uitgerust zou zijn met gesloten bedrijfsystemen, dan zou de emissie van de sector weliswaar lager zijn, maar zou er extra emissie en andere vormen van milieubelasting als gevolg van de sector (plaatsvervangend) ontstaan bij vooral de plastic- en aluminium-industrie. Het lijkt daarom zinvol om vooráfgaand aan een beslissing tot aanleg van een productiesysteem, een milieubalans te maken voor de alternatieven en de bijbehorende emissies.

De totale milieubelasting van een systeem bestaat uit de delving van grondstoffen, de productie en installatie van het materiaal, de emissies van het functionerende systeem en de milieubelasting in de mogelijke levensfasen van de gebruikte materialen na afschrijving van het systeem. Kortweg moet de préfunctionele, functionele en postfunctionele milieubelasting van een systeem gekwantificeerd worden en vergeleken met het alternatief. Pas dan kan een zinnige uitspraak gedaan worden over de milieuvriendelijkheid van dat systeem. Hoewel dit een arbeidsintensief proces lijkt is het toch het enige juiste vanuit het oogpunt van het milieu, dat breder is dan dat van de sector. De intensiviteit kan nu al grotendeels gereduceerd worden door gebruik te maken van simulatieprogramma's, waarin de milieubelasting van een ingevoerd ontwerp gekwantificeerd wordt m.b.v. data-bases, gevuld met milieurelevante materiaalinformatie.

In deze literatuurverzameling is voor het PTG de eerst beschikbare en bruikbare milieu-informatie over materialen gerubriceerd. Het kan gebruikt worden als aanzet tot een serieus opgezet rapport, waarin de technologie van het berekenen van de milieuwaarde van productiesystemen uitgewerkt wordt. Er wordt hier ingegaan op een aantal vragen:

- Wat is milieubelasting ?
- Welke vervuilingsmechanismen zijn aan het werk ?

- Welke specifieke milieubelasting treedt op bij de productie van diverse materialen en bij fases naast de productie ?
- Hoe kan er op korte termijn milieuvriendelijk gehandeld worden ?

Uit de cijfers van de literatuur is ook een tabel gemaakt waarin alle milieubelastende effecten bij de productie van materialen naast elkaar gezet is. Deze is bij het verschijnen van deze oplage nog niet opgenomen.

Uit de inhoud van dit rapport is een artikel gedestilleerd voor de tuindervakbladen 'Groenten en Fruit' en het 'vakblad voor de Bloemisterij'. De betreffende edities zijn eind januari 1991 gepland.

Het karakter van deze literatuurverzameling is continu. Alle milieurelevante (materiaal)informatie wordt verzameld. U wordt hierbij uitgenodigd om hieraan bij te dragen door alles wat u relevant acht op de afdeling 'Bedrijfssynthese' (Bedrijfskunde in spé) van het PTG te deponeren bij de betreffende onderzoeker.

2 Theorie achter het begrip milieuvervuiling m.b.t. materiaalge-/verbruik

2.1 Het begrip milieu

Wat houdt het begrip milieu in. Alvorens over kwaliteitsverandering van het milieu gesproken kan worden, dient afgesproken wat milieu is. De studiegroep StadsOntwerp & Milieu hanteert de volgende definitie: "Het milieu is het geheel van voorwaarden waaronder mensen, dieren en planten zich optimaal kunnen ontwikkelen".

Om het begrip milieu verder in te delen kan gebruik gemaakt worden van de ruimtelijke indeling van W. Tomasek. Hij onderscheidt drie groepen onderdelen waaruit het milieu is opgebouwd: abiotische, biotische en technische componenten.

Abiotische componenten

De abiotische componenten bevatten de niet levende, oorspronkelijk aanwezig zijnde delen zoals bodem, water en lucht, energie, grondstoffen, licht, straling, klimaat, ruimte e.d.

Biotische componenten

De biotische componenten bevatten alles wat leeft, mensen, dieren, planten en micro-organismen.

Technische componenten

De technische componenten bevatten alles wat door de mens aan die andere componenten is toegevoegd, zoals gebouwen, wegen, leidingen, kanalen, bouwmaterialen, kassen, ketels, sorteermaschines e.d.

Dominantie

De driedeling kan ook bekeken worden volgens een dominantiereeks. Het begrip "technisch" wordt bovendien uitgebreid tot het begrip "conceptueel". Daarmee wordt bedoeld de ideeën wereld, alles wat de mens heeft toegevoegd aan de a- en biotische wereld, met inbegrip van de cultuur en de techniek.

Abiotisch is dominant over biotisch, er kunnen geen mensen dieren en andere organismen bestaan zonder abiotische omgeving. Biotisch is

op zijn beurt weer dominant over conceptueel.

Milieuproblemen

Milieuproblemen zijn te classificeren. We onderscheiden interne en externe problemen. Verder is een indeling mogelijk naar het type ingreep dat de problemen veroorzaakt.

Interne milieuproblemen zijn de problemen die een systeem ondervindt:

- schade aan de menselijke gezondheid;
- (schade door) functieverlies van bijvoorbeeld apparaten en bouwwerken;
- schade aan levensomstandigheden van dieren en planten.

Externe milieuproblemen zijn problemen die het systeem veroorzaakt:

- vervuiling (het toevoegen van iets);
- uitputting (het wegnemen van iets);
- aantasting (het veranderen van iets).

Vervuiling houdt in het toevoegen van chemische of fysische bestanddelen aan het milieu, in hoeveelheden die groter zijn dan door de natuurlijke kringlopen verwerkt kunnen worden. Hierdoor ontstaat ophoping.

Uitputting is het onttrekken van biotische of abiotische bestanddelen aan het milieu in grotere hoeveelheden dan door de natuurlijke kringloop aangevuld kunnen worden.

Aantasting is het ingrijpen van de mens in het milieu waardoor de oorspronkelijke verschijningsvorm zodanig wordt, dat dit als een verslechtering gezien wordt.

2.2 Definitie en waardering van milieubelasting

Van Dale omschrijft milieubelasting alsvolgt: "Milieubelasting, v. (-en), 1. milieuheffing; -2. druk op, bezwaring van het milieu. Hiermee wordt de waarde van het begrip niet veel duidelijker.

De kwaliteit van het milieu is sterk afhankelijk van degene die er een uitspraak over doet, of van de onderdelen van het ecosysteem

waar het betreffende organisme direct van afhankelijk is en/of gebruik van maakt. Als voorbeeld hiervoor is de stijgende CO_2 concentratie goed bruikbaar. Voor planten is die niet schadelijk, maar zelfs nuttig. Voor de mens is die indirect schadelijk, omdat de atmosfeer erdoor opgewarmd wordt. Directe schade is niet aanwezig, daarvoor moet het gas in zeer hoge concentraties (verdringing van zuurstof) aanwezig zijn.

De huidige toestand van de aarde als levend organisme, ecosysteem, milieu, is tot stand gekomen door continue verandering, verstoring en zelfs wat we nu onder vervuiling (vulkaan-uitbarstingen) verstaan. Het belangrijkste verschil tussen de evolutionaire veranderingen van het ecosysteem zonder en met de beheersbare en doelbewuste veranderingen die de mens aanbrengt, is de snelheid van die veranderingen en de introductie van milieuvreemde stoffen. Door de relatief extreem snelle omzetting van grondstoffen (grondstofverbruik, verbranding) bestaat de kans dat het dynamisch evenwicht in het ecosysteem (voor de huidige situatie), de veranderingen niet bij kan houden. Hierdoor kunnen <u>extremen</u> t.o.v. een dynamisch evenwicht ontstaan. Die extremen ervaren mensen als vervuiling, bederf, gif enzovoort. De belangrijkste extremen zijn milieuvreemde stoffen en een hoge concentratie van dingen die alleen door de mens in het milieu worden gebracht, zoals stoffen, auto's, mensen, huisvuil enzovoort.

De idee achter milieubescherming is dat de mens, die doelbewuste en beheersbare stofstromen veroorzaakt, deze enerzijds moet doseren opdat het ecosysteem de veranderingen bij kan houden en anderzijds moet stoppen waar het om milieuvreemde stoffen gaat (ophoping en toxiciteit). De aardbol blijft dan prettig leefbaar voor (vooral) de mens, die leefbaarheid ervaart door het voortbestaan van andere soorten en generaties. Alles is echter terug te leiden tot eigenbelang, zowel het "vervuilen" als het "beschermen" van het milieu.

Volgens deze redenatie wordt het milieu pas vervuild door niet milieuvreemde stoffen als de dosering van die emissies te groot wordt. Het milieu wordt echter belast door alles dat een mens onderneemt. Door adem te halen produceert de mens CO_2. Logisch, want de mens past in een ecosysteem, waar het ene organisme (planten) het

afval van het andere (dieren) gebruikt en omgekeerd. als ecosysteem kan de aarde met mensen in evenwicht zijn, als er niet meer drie miljoen mensen op wonen ("Gaya-atlas"). Door onze niet biologisch geproduceerde CO_2 is het (langzaam veranderende) evenwicht echter verstoord en bedreigen wij ons zelf. Het is belangrijk het juiste begrip op de juiste plaats te gebruiken.

2.3 Milieuwaardering

Tot voor kort werd keuze voor aanschaf van materialen en producten vooral bepaald door technische en bedrijfseconomische aspecten. Tegenwoordig moeten daar milieubelastende aspecten bij, dus afschrijving op geldwaarde én op milieuwaarde. De milieuprijs moet daarvoor kunnen worden bepaald. Deze wordt gebaseerd op de vervuilingsmomenten in de keten: grondstofwinning, reiniging en opwerking, productie bulkmateriaal, verwerking tot standaardmateriaal, verwerking tot eindproduct, gebruik, hergebruik, herverwerking en verwijdering. In principe moet op elk vervuilingsmoment de vervuiling uitgedrukt worden in dezelfde variabelen.

De variabelen die een vergelijking van milieubelasting door materiaaltoepassing enigszins mogelijk maken zijn in volgorde van afnemende zwaarte:

1 Energieverbruik
2 Uitputting van grondstoffen.
3 Emissies van ongewenste stoffen (NO_x, SO_x, CO_x, $C_xH_yX_z$, zware metalen, zouten, roet, stof) naar lucht, water en bodem
4 Mogelijkheid tot hergebruik en herverwerking gecombineerd met duurzaamheid
5 Ontstaan van vast afval (massa en volume) buiten stortplaatsen
6 Ontstaan van vast afval (massa en volume) binnen stortplaatsen
7 Aantasting van natuur en landschap
8 Veiligheid en toxiciteit (en ook radioactiviteit)
..Geluidsoverlast
..Stank (koolwaterstoffen (KWS) met een anorganische groep)
..Biologische afbreekbaarheid in afvalfase
..Thermische vervuiling

Deze variabelen worden nog aangevuld door: doelmatigheid van de toepassing en de beschikbaarheid van alternatieve materialen, de mogelijkheid tot decentrale productie en plaatselijke beschikbaarheid. Theoretisch kunnen deze echter onder andere ondergebracht worden.

3 Mechanismen van milieu-vervuiling

Milieu-effecten verschillen naar aard en werking. De aard loopt uiteen van vernieuwbaarheid van bossen tot uitputting van de olie-voorraad. De werking loopt uiteen voor mensen dieren en planten van lichte ongemakken tot eliminatie van individuen of zelfs soorten. Voor de bepaling van een milieu-waarde moeten er dus variabelen en eenheden gebruikt worden die een zo veel mogelijk objectieve waarde geven en naar werking op organisme zijn te interpreteren. De meest in aanmerking komende variabelen zijn onder "milieu-waardering" opgesomd. Per variabele wordt het schadelijke effect van zijn optreden verwoord.

3.1 Energieverbruik en uitputting van grondstoffen

De aardolie-voorraad is een belangrijke bron van energie en van grondstoffen voor de chemische industrie. Als de huidige verbruik-trend doorzet is de aardolie voorraad binnen 30 jaar uitgeput. Daar moeten we nu al zeer zuinig mee zijn. Eigenlijk moeten alternatieve energiebronnen nu reeds een aanzienlijk deel van de energiebehoefte dekken, zodat de aardolie gebruikt kan worden voor toepassingen waar geen alternatief voor is. Kunststoffen maken ongeveer 4 % van het totale aardolieverbruik uit.

3.2 Emissies van ongewenste stoffen

Grofweg zijn er vijf optredende verschijnselen. Dit zijn:

- de vernietiging van de ozonlaag op grote hoogte;
- lucht-, bodem- en watervervuiling;
- ongewenste klimaatveranderingen (o.a. broeikaseffect).

ozonlaag

Door vernietiging van de ozonlaag op grote hoogte, komt er meer UV-straling op het aardoppervlak. Bij hoge doses is UV zeer schadelijk voor leven, door een afbrekende werking. Het is zeer waarschijnlijk dat vooral CFK's de ozonlaag aantasten.

Op spuitbussen treft men tegenwoordig vaak de term "ozonvriendelijk" aan. Deze stoffen zijn echter hooguit minder schadelijk dan de

gebruikelijke varianten, bovendien dragen zij sterk bij aan het broeikas-effect. Vaak zijn de oude CFK's vervangen door andere. Alleen spuitbussen met perslucht of een rubberen knelbus als pers zijn ozonvriendelijk.

lucht-,bodem- en watervervuiling

Als gevolg van lucht-, bodem- en watervervuiling worden deze compartimenten onbruikbaar, door verontreinigingen en chemische activiteit. Onder de bodem- en watervervuiling vallen o.a. verzuring, vermesting en verzilting.

Koolwaterstoffen (C_xH_y) vormen met NO_x onder invloed van zonlicht ozon. Ozon (O_3) is na Fluor (F_2) de sterkste oxidator (Binas) die bestaat en zeer schadelijk voor organismen. Ozon veroorzaakt smogvorming. De grootste emissiebron in de industrie (50 % van de emissie) zijn oplosmiddelen (65 %) en als tweede verfproducten (35 %). Koolwaterstoffen met een anorganische groep (zoals chloor of fluor) eraan ($C_xH_yX_z$) dragen sterk bij aan het broeikas-effect. Op grotere hoogte tasten zij de ozonlaag aan, waardoor schadelijke UV straling vrije doorgang krijgt. Daarnaast kunnen zij stankoverlast veroorzaken. Verder zijn zij giftig en dragen bij aan smogvorming. Stikstof-oxiden (NO_x) zijn dus als eerste ozonvormend en als tweede verzurend als ze in contact komen met water. Koolmonoxide (CO) is giftig omdat het zuurstof "verdrijft".

Zware metalen zijn toxisch. Cadmium is een bekend metaal, omdat het in huishoudelijk artikelen vaak voorkomt. Cadmium is verdacht carcinogeen, aangetoond bij dieren. Bij korte blootstelling kans op koortsaanvallen, bij langere blootstelling kans op beschadiging longen en gehoor. Verder botveranderingen, en kans op nierschade, nierstenen, verhoogde bloeddruk, verminderde immune afweer. Vrouwen zijn gevoeliger voor Cadmium dan mannen. Cadmium zit b.v. in batterijen en zonnecellen (de grijze bevatten Cadmiumsulfide en -telluride, de bruine bevatten Silicium). Cadmium komt vrij bij de productie van fosfaten voor o.a. kunstmest, wasmiddelen en veevoer en als stabilisator voor PVC. Als tweede emissiebron tijdens productie is er de zinkproductie. Het gebruik van fosfaten wordt reeds teruggedrongen. Voor zink zijn nog geen echt interessante alternatieven.

Andere metalen die vaak vrijkomen zijn Kwik, Chroom, Lood, Zink, Seleen, Koper, Titaan en Cobalt.

Zouten maken water en grond onbruikbaar voor consumptie door ongeveer alle organismen en beperkt de gebruiksmogelijkheden voor productie van voedsel en dergelijke. Roet leidt tot verstikking en geeft optische vervuiling. Stof is meestal niet toxisch, maar leidt wel tot vervuiling van de ademhalingswegen waardoor allerlei andere klachten en afwijkingen kunnen ontstaan. Stof geeft ook optische vervuiling. Ozon hecht aan stof, waardoor stof in steden de smogvorming enigszins remt.

broeikaseffect

De totale bijdrage van de biosfeer aan het broeikas-effect is ongeveer 30 %, waarvan de helft door CO_2, 40 % door methaan en 10 % door lachgas. De overige 70 % is voor rekening van de industrie en het verkeer.

CO_2 veroorzaakt ongeveer de helft van het totale broeikaseffect. De andere helft wordt veroorzaakt door straling-absorberende sporegassen. De sporegassen kunnen samengevat worden onder: methaan (CH_4), distikstofoxide of lachgas (N_2O), ozon (O_3) en chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's). De overmaat kooldioxide wordt niet alleen veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook door ontbossing. De opname van CO_2 uit de lucht neemt af door ontbossing. CO_2 verblijft ongeveer 100 jaar in de atmosfeer.

Methaan komt vrij bij rijst-teelt, verliezen tijdens aardgas-winning en ontsnappend gas uit koeie-magen. Methaan wordt in tien jaar afgebroken en "broeit" 30 keer sterker dan CO_2. N_2O broeit 150 keer sterker dan CO_2 en blijft 150 jaar aanwezig. Dit betekent dat lachgas een ongeveer 300 keer zo groot broeikaspotentiëel heeft als kooldioxide. N_2O komt vrij als bijproduct van de stikstof-cyclus in de bodem, die door de mens is verstoord. Verder komt het waarschijnlijk uit vervuild grondwater en uit grond die zuur beregend is. De (vervuilde) bodem produceert ongeveer 90 % van het lachgas, de overige 10 % komen van de verbranding van fossiele brandstof. Auto's met een katalysator produceren N_2O i.p.v. NO_x, een verbetering ? CFK's worden reeds langzaam vervangen door andere stoffen.

Het gros van de directe en bekende effecten is hiermee genoemd. Accumulatie en synergetische effecten zijn echter nog niet te overzien.

3.3 Hergebruik, herverwerking en duurzaamheid

Onder hergebruik van materialen verstaat men: "hetzelfde product na eventuele reiniging gewoon opnieuw gebruiken". Hergebruik van materialen geeft een groot positief milieu-effect. De enige milieubelasting is het reinigen en ontsmetten van voorwerpen en eventueel een vervoersinspanning. Doordat de stoffen de productie- of herverwerkingscyclus niet hoeven te doorlopen, levert hergebruik netto een groot positief milieu-effect. De EVW's en EVL's kunnen voor een bepaalde toepassing gedeeld worden door het aantal keren hergebruik, t.o.v. een materiaal dat niet hergebruikt wordt.

Herverwerking geeft ook een positief milieu-effect. Doordat het materiaal bewerkt moet worden en er nieuwe additieven worden toegevoegd, heeft dit een minder positief effect dan hergebruik. De twee activiteiten samen maken materiaalverbruik een stuk minder vervuilend. Een goed voorbeeld hiervan zijn bierkratten die 15 jaar meegaan. Daarna zijn ze versleten en worden ze herverwerkt (recycled). Dit kan ongeveer 7 keer. De levensduur van de krat komt hiermee op 105 jaar.

Duurzaamheid geeft de mogelijkheid de vervuilingseenheden van de productie te delen over een groot aantal prestatie-eenheden. Daarnaast vergroot het de mogelijkheden van hergebruik, waardoor de levensduur nog groter wordt.

3.4 Ontstaan van vast afval

De vervuilingsaspecten van materialen zoals de mens die ervaart zijn o.a. zwerfvuil (olie, granulaten en eindproducten) in zeeën en op land, dat overigens ook leidt tot verstikking en vergiftiging van dieren. Vast afval vergt transportkosten en veel ruimte. Daarbij kunnen er stoffen vrijkomen uit het materiaal, die milieu-vervuilend zijn.

Kenmerkend van kunststof en aluminium is dat ze een hoge corrosie-

bestendigheid hebben en daarom lang meegaan in laag belaste toestand. Die eigenschap is nog steeds aanwezig als het als vast afval ergens terecht komt. Als zwerfvuil zijn deze stoffen daarom bijzonder storend. Kunststoffen zouden eigenlijk alleen in langdurige toepassingen gebruikt moeten worden. Helaas is 56 % van de grondstoffen voorbestemd voor éénmalig ge/verbruik (b.v. verpakkingen).

3.5 Aantasting van natuur en landschap

Natuur en landschap worden direct waarneembaar aangetast door de aanwezigheid van vast afval, afgravingen, erosie en kaalslag.

3.6 Veiligheid en toxiciteit

De laatste twee variabelen worden vooral door ongelukken en ongelukjes belangrijk. Bijvoorbeeld de transporten van chloor per trein, voor de productie van PVC.

De concentratie van koolwaterstoffen in de lucht kan in druk bevolkte gebieden hoog oplopen. Koolwaterstoffen hebben een reeks van schadelijke werkingen. Deze lopen uitéén van ozonvorming tot toxiciteit. Vooral wanneer een benzeenring, een anorganisch element of een verbinding daarvan in het molecuul is opgenomen, nemen MC-waarden snel af. Voor alle koolwaterstoffen kan een aantal effecten op lange duur worden genoemd. Deze effecten treden bij de verschillende stoffen op bij verschillende concentraties. De algemene effecten op lange duur zijn:

- inwerking op zenuwstelsel (verandering in functioneren);
- huidaandoeningen, leveraandoeningen, nierbeschadigingen.

Algemene effecten die direct optreden bij blootstelling zijn prikkeling van huid, ogen en ademhalingsorganen, bewustzijnsverlaging.

Verschillende typen KWS zijn ook verschillend in toxiciteit. De volgorde van schadelijkheid is voor de meest gangbare KWS (oplosmiddelen) alsvolgt: esters, ketonen, alkoholen, alifatische KWS (C_xH_x), glycolen (twee OH groepen per C-atoom, b.v. ethyleenglycol), aromatische KWS (bevatten benzeen), gechloreerde KWS. De eerste twee kennen zelden termijngevolgen.

Enkele specifieke effecten van KWS zijn de volgende:

- esters; direct: verlaging bewustzijn of bedwelming;
- glycolen geven op lnge duur mogelijk bloedveranderingen, stofwisselingstoornissen;
- aromatische KWS zijn soms carcinogeen; benzeen veroorzaakt leukemie, vermindering afweersysteem, kans op longontsteking, bewusteloosheid;
- gechloreerde KWS veroorzaken hartbeschadiging, narcose, desoriëntatie, slaapzucht, vermoeidheid, aantasting van gezichtszenuwen, huid en slijmvliezen, zijn leverkankerverwekkend, mutageen; bij hoge temperatuur ontleden deze stoffen in fosgeen (MAC 0,4 mg/m^3, dit betekent zeer giftig) en zoutzuur.

3.7 Afsluitend

Door vrijwel elke actie, dus ook elk materiaalgebruik, belasten we het milieu. Daar valt niets aan te doen. Het is ontzettend moeilijk een bruikbare uitspraak te doen over wanneer een bepaalde inzet van stoffen ontoelaatbaar milieuvervuilend wordt. Bij materiaaltoepassingen is het enige dat gedaan kan worden, het vergelijken van vervuiling door de inzet van verschillende stoffen. Een absoluut vervuilingsgetal wordt subjectief geïnterpreteerd. Een relatief getal geeft een absoluut verschil. De beperking gaat nog verder. Eigenlijk kan alleen een uitspraak gedaan worden over de toepassing van één specifieke kunststof, van één merk in één toepassing t.o.v. andere kunststoffen in die toepassing. Vergelijking met niet-kunststoffen wordt al weer moeilijker. Per grondstof, productieproces en mate van zuivering alvorens geloosd wordt, verschilt de milieubelasting.

De vergelijking moet gemaakt worden voor alle fases van de levensloop van een stof in een toepassing, van de delving van grondstof tot verbranden of storten van afval. In principe is een vergelijking alleen mogelijk als de eenheid waar de vervuiling in uitgedrukt wordt dezelfde is. Dat is niet altijd mogelijk. Bijvoorbeeld de vergelijking tussen de emissie van meststoffen naar water tegenover verscheidene emissies naar bodem, water en lucht door de productie van kunststof goten en leidingen en de inzet van pompen en filters.

4 Milieuvervuiling bij de productie van materialen

4.1 Productieomvang

Kunststoffen maken momenteel 4 % van de totale aardoliestroom uit. Het ge- en verbruik van kunststoffen neemt de laatste acht jaar sterk toe. In deze periode was er een gemiddelde toename in het verbruik van 6,6 % (1989). De verbruiksverhoudingen over verschillende toepassingen in West-Europa, zijn alsvolgt (bron: TNO-Milieu en Energie, afdeling milieutechnologie):

verpakking:	39 %
bouw:	19 %
transport:	7 %
elektrotechnische industrie:	7 %
huishoudelijke apparaten:	5 %
huishoudelijke artikelen:	3 %
meubelindustrie:	3 %
kleding:	3 %
mechanische apparatuur:	2 %
land- en tuinbouw:	1 %
speelgoed, recreatie, medische tps.	1 %
overige	10 %
	100 %

De omvang (in tonnen) van de afvalstromen was in 1986 (bron: Kunststofafval, Informatiedocumenten afvalstoffen RIVM, 1989):

agrarisch afval:	31.000
industrie-afval:	133.000
bouw- en sloopafval:	14.000
kantoor-, winkel-, dienstenafval:	152.000
shredderafval:	30.000
huishoudelijk afval:	290.000
grof huisafval:	55.000
ziekenhuisafval:	17.000
	722.000

Ingedeeld naar soorten wordt dit voor de totale en de huishoudelijke stroom (zelfde bron):

Soort	*totaal*	*huishoudelijk*	*voornaamste gebruikers*
PE	51\	69	landbouw folies &
PP	9/		verpakkingsindustrie
PS/EPS	11	13	kantines/luchthavens
PVC	13	11	bouw
Overig	16	7	apparatenbouw

4.2 Vervuiling als gevolg van productieprocessen

In tabel 1 staat het energie-verbruik, de lucht- en watervervuiling bij de productie van verschillende materialen, die in de tuinbouw vaak toegepast worden.

Tabel 1. Energieverbruik, lucht en waterverontreiniging bij de productie van materialen, die populair zijn in de tuinbouw.

Stof	energieverbruik in MJ/kg (1 MJ=0,278 kWh)	EVL/ton	EVW/ton
PVC	60 - 95	1000	3000
PE	70	90	1600
PP	73	150	3650
Papier (hout)	20	?	?
Al	200	9320	27700
PS	120 - 150	80	6300
PETP	80 - 125	180	8000

De uitstoot van vervuilende stoffen is in de productiefase vele malen groter dan in de afvalfase. Er kan dus een relatief grote milieu-winst geboekt worden door productie te voorkomen (hergebruik, herverwerken, alternatieve materialen).

Voor de productie van dezelfde kunststof kunnen meestal verscheidene procédé's gebruikt worden. De samenstelling van de grondstoffen is vaak ook ongelijk. Daarnaast is een fabrikant, mits die niet al te vaak de norm overschrijdt, vrij om de emissie's naar water en lucht te onderscheppen of niet. Hierdoor wordt het bepalen van de

milieubelasting als gevolg van de productie van een stof moeilijk. Eigenlijk kan er alleen iets concreets gezegd worden over één kunststof, van één fabrikant, in één toepassing ten opzichte van een ander materiaal in die toepassing.

In de top tien van de meest risicovolle bedrijfsterreinen voor bodemverontreiniging, neemt de hout/papier industrie een achtste en de rubber/kunststof industrie een negende plaats in. De oorzaak voor bodemvervuiling bij de hout/papier-industrie zijn vooral de conserveringsbehandelingen van hout.

De grondstoffen zelf zijn redelijk onschuldig bij productie, kunststof deeltjes kunnen bij inademing kanker verwekken. Het zijn vooral de additieven die erg milieubezwaarlijk zijn. Ook in de afvalfase komen deze stoffen vrij en dragen belangrijk bij aan de totale vervuiling in lucht, water en grond. De additieven bestaan voornamelijk uit: stabilisatoren, antioxidanten, glijmiddelen, weekmakers, vulstoffen, kleurstoffen (pigmenten, meestal verbindingen met (zware) metalen), vlamvertragers, katalysatoren, blaasmiddelen, antistatica, biociden en vulcanisatoren. De voornaamste effecten hiervan zijn: kankerverwekkend, mutageen, giftig, tasten zenuwstelsel en organen aan, verstoren de ecologische balans door onvriendelijkheid en natuur-vreemdheid. De toevoegingen kunnen net als sommige monomeren, vrijkomen uit het materiaal tijdens gebruik. Bij stoomzeilen is het laatste heel duidelijk merkbaar. De PVC-zeilen kunnen tot 60 % uit weekmakers en stabilisatoren bestaan. Deze komen vooral bij hogere temperaturen en bij UV-straling vrij uit de matrix, die daardoor na verloop van tijd stug en bros wordt. PVC heeft unieke eigenschappen, maar voor vrijwel alle toepassingen van PVC bestaan minder kwalijke vervangingsmaterialen. Daarnaast kan gezegd worden dat niet alle toepassingen van PVC nodig zijn, maar dit geldt voor alle materialen.

Een andere grote toepassing van gepolymeriseerd materiaal in de glastuinbouw is het wit of wit/zwart gekleurde PE-folie. Dit materiaal bevat altijd de weekmaker Ethyleen Vinyl Acetaat (EVA, ongeveer 4 %). De milieu-effecten daarvan zijn hier nog niet bekend. De witte kleur wordt tegenwoordig gemaakt met TitaandiOxyde (TiO_2, ongeveer 1 %). Deze stof is zelf niet giftig, wel mogelijk mutageen

bij vissen. De productie ervan is echter bijzonder milieu-onvriendelijk. Voor de productie van één ton Titaan (en dus Titaandioxyde) komt bij het natte sulfaatprocédé maar liefst acht ton afgewerkt zwavelzuur, vervuild met de metalen Fe, Mg, Ti en de zware metalen V, Cr, Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, As (Arseen). Op deze manier werd tot en met 1982 jaarlijks 4,35 miljoen ton afval in de noordzee geloosd, vanaf schepen of via pijpleidingen die in zee uitkomen. Bij het chloride proces komt minder afval vrij, maar het is hier nog niet bekend hoeveel. In 1989 heeft men een jaarlijkse emissie vastgesteld van 5,5 ton titaanhoudend hoogovenslak, 20 ton CO, 81 ton NO_2, 164 ton TiO_2, 505 ton SO_2, 23 ton SO_3 en 80 ton SO_4^{2-}. Afgezien van Titaandioxyde zijn al deze stoffen direct ongewenst volgens milieu-criterium 3 en 8.

4.3 Specifieke milieubelastende effecten van stoffen

Benzeen en styreen

Bij polyester (thermohard) en polystyreen komt het monomeer Styreen vrij. Styreen bestaat uit benzeen (MAC tussen 2 en 435 mg/m^3) verbonden met een koolstof (C) atoom. TNO is onlangs een onderzoek (waarschijnlijk met behulp van proefdieren) begonnen naar de beheersing van de emissie en de MAC-waarde van Styreen.

De bekende effecten van Styreen zijn:

- prikkelend op ogen, huid en ademhalingsorganen;
- kan functioneren zenuwstelsel belemmeren;
- kan menstruatiecyclus beïnvloeden
- kan misselijkheid met braken, duizeligheid en algehele zwakte veroorzaken;
- zeer brandbaar;
- verdacht carcinogeen, aangetoond bij dieren;
- verdacht mutageen, veroorzaakt chromosoomafwijkingen en veroorzaker misvormingen ongeboren leven (teratogeen).

De bekende effecten van Benzeen zijn:

- prikkelen van huid, ogen en ademhalingsorganen;
- kans op longontsteking, bewusteloosheid;
- werkt op zenuwstelsel;

- geeft bij langdurige blootstelling huid- en soms leveraandoeningen;
- veroorzaakt leukemie en vermindering afweersysteem;
- bij polycyclische verbindingen soms carcinogeen.

Polystyreenproductie kent nog andere schadelijke effecten. Bij de schuimproductie is het schuimmiddel lichte benzine of een CFK. De lichte benzine is schadelijk bij inademing, veroorzaakt nier- en leverafwijkingen, op termijn aantasting van zenuwstelsel. De benzine verdampt bij het fabricage-proces. Het polystyreenmolecuul bevat fenylgroepen (onbekende milieu-effecten). Het bulkmateriaal bevat ongeveer 0,18 % antioxydanten. Dit zijn vertakte fenolen. Fenol tast aluminium, lood en zink aan, zeer snelle opname door huid en ademen, bijt op ogen en huid, werkt op zenuwstelsel, veroorzaakt mogelijk nierbeschadiging, soms zelfs bewusteloosheid met dodelijke afloop, werkt mutageen. Bij verbranding bevat het roet kankerbevorderende en -verwekkende stoffen.

PVC

Van PVC bestaat de meeste openbare kennis over de vervuiling tijdens het productieproces. De productie van PVC begint bij de winning van zout, in Nederland door AKZO. Hierbij worden afgravingen in diepe ondergrond uitgevoerd. In de aldus onstane ruimtes kan radioactief afval opgeslagen worden. Hierna volgt de productie van 660.000 ton chloor per jaar mbv electrolyse, dat veel energie verbruikt. Ongeveer de helft van de chloorfabrikanten gebruikt kwik in het electrolyse proces. Dit levert vanuit AKZO alleen al 40 ton kwikhoudend afval op, dat opgeslagen wordt. Solvay loost 700 kg kwik per jaar op de lucht en het oppervlaktewater. Ongeveer de andere helft van de fabrikanten gebruikt asbest in het electrolyseproces. Deze stof mag worden geloosd op het water: AKZO loost op de waddenzee 5 ton per jaar. Asbest is kankerverwekkend. Het kan ook zonder asbest en zonder kwik. AKZO heeft in Rotterdam een fabriek staan waar een productieproces wordt toegepast zonder deze twee stoffen.

Het chloorgas wordt gereinigd met tetra(chloormethaan), dat daarbij geëmitteerd wordt. Dit gas is vermoedelijk kankerverwekkend. Bij

het productieproces is een emissie van 15 ton chloorbleekloog per jaar toegestaan. Chloorbleekloog is uiterst reactief en bijt in op huid en slijmvliezen. Chloorgas zelf prikkelt slijmvliezen, beschadigd weefsels en kan tot verstikking leiden. Chloor is een stabiel atoom en kan dus niet verder afgebroken worden. Al het chloor dat vrijkomt blijft eeuwig aanwezig waarvan een zeer lange tijd in schadelijke vorm op een schadelijke plaats (bovengrond, water en lucht).

De chloorproductie gebeurt niet op dezelfde plaats als de productie van de monomeren. Er vinden daarom 'snachts chloortransporten plaats, die soms door woonwijken rijden. Deze transporten zijn niet vrij van ongelukken. Dit levert risico als milieubelasting op.

De tweede poot van PVC, etheen, wordt gemaakt uit aardolie en geeft dus geen specifieke vervuilingen voor PVC.

Het monomeer van PVC, Vinylchloride, wordt in Nederland geproduceerd door ROVIN (ROtterdam VINylchloride) in Pernis en in zuid-Limburg door DSM. ROVIN is een joint venture van Shell en Akzo. Deze twee fabrieken zijn samen goed voor 500.000 ton per jaar, waarvan 100.000 ton voor buizen. In Nederland worden 226.000 ton grondstof en 74.000 ton additieven verwerkt, de rest gaat naar het buitenland. WAVIN (WAter VINylchloride) is een joint-venture van Shell en de WMO (Waterleiding Mij. Overijssel). Dit bedrijf verwerkt de meeste PVC buizen in Nederland.

De productie van VC (VinylChloride) kent een tussenproduct, DCE (DiChloorEtheen). DCE is is mutageen, waarschijnlijk carcinogeen. Het veroorzaakt schade aan het centraal zenuwstelsel, de lever en het maag- en darmkanaal. Iedereen komt ermee in contact omdat het reeds goed verdeeld aanwezig is in de lucht. AKZO in Rotterdam loost 50 kg DCE per uur bij de productie van VC. Het eindproduct VC is mutageen en carcinogeen voor vooral lever en hersenen. Verder werkt het narcotiserend, geeft het hoofdpijn, vermoeidheid, misselijkheid, oogirritatie en prikkelende ledematen. Het is toxisch voor lever milt, centraal zenuwstelsel en het immuunsysteem. Vinylchloride komt vrij bij de productie van zowel het monomeer als de polymeer. Er is een grenswaarde voor de emissie vastgesteld die volgens belangengroepen (PVC & milieu, een producentenvereniging) niet overschreden wordt. AKZO in Rotterdam loost bij de productie van het monomeer

naar schatting 1 kg VC per uur. VROM vindt blootstelling aan VC eigenlijk niet acceptabel. In het afvalwater van AKZO zit trichloormethaan, trichlooracetaaldehyde en koper (10 kg per etmaal). Tot voor kort zaten er ook dioxine en dibenzofuranen in dat water, maar die worden nu opgevangen door een actief koolfilter. Wat er daarna mee gebeurt is een interessante vraag. Shell emiteert bij de productie van PVC, 2 tot 3 kg VC per uur. DSM in Beek emiteert 12 kg VC per uur als overtreffende trap.

Cadmium wordt als stabilisator voor PVC gebruikt. Cadmium is zeer giftig voor de mens. Bij verschillende toepassingen van PVC worden veel additieven gebruikt om de eigenschappen van het materiaal aan te passen aan het gebruik. Bij de toepassing van zacht PVC-folie voor bijvoorbeeld land- en tuinbouw (stoomfolies) worden weekmakers gebruikt om het materiaal soepel te maken.
Deze weekmakers maken daarbij ongeveer de helft (40 - 60 %) van het materiaal uit. Deze stoffen migreren uit de matrix van PVC, vooral onder invloed van UV en hoge temperatuur. Wat er gebeurt bij de productie van die stoffen is hier nog niet bekend.

5 Milieuvervuiling bij de fasen naast productie

Het grootste deel (60 %) van plastic in de afvalfase wordt gestort. Een fractie (10 %) wordt hergebruikt en de rest (30 %) verbrand. Van het gemeentelijk vast afval van 1986 in West Europa was 7 % plastic. 10 tot 15 % daarvan is PVC. Van het kunststofafval uit het stedelijk afval is 65 % weggegooid verpakkingsmateriaal.

In de afvalfase kunnen de additieven uit het materiaal vrijkomen. Deze stoffen veroorzaken een belangrijk deel van de vervuiling, ofwel het EVL en het EVW per eenheid materiaal. Een voorbeeld hiervan zijn de metalen (Cd, Hg, Cr, Pb, Zn, Se, Cu, Co, Ti), die uitspoelen. Dit zijn voornamelijk zware metalen. Andere additieven zijn vaak erg agressief en schadelijk. Waar afbreekbare materialen worden gebruikt, komen deze stoffen ook vrij, in plaats van dat ze hergebruikt worden.

Een andere milieubelasting die verspreiding van kunststoffen in het milieu geeft, is vergiftiging en verzwakking van dieren die kleine delen opeten. Deze delen komen van plastic dat uiteengevallen is tot kleine stukken en van granulaatkorrels (grondstof, gepolymeriseerd materiaal), die door ongelukjes in het milieu komen. Hiernaast geeft het zwerfvuil een vervuilde indruk aan mensen, omdat het materiaal van nature niet vrij voorkomt.

Kunststoffen beïnvloeden de statische lading van lucht, wat gezondheidsproblemen kan geven.

De bijproducten van kunststof vallen in principe onder de Wet Chemisch Afval. Doordat het verdund wordt, komt het uiteindelijk onder de gewone afvalstoffenwet en in het milieu terecht.

De meeste kunststoffen zijn goed te verbranden tot onschadelijke eindproducten, behalve die met chloor. De verbranding van bijvoorbeeld PVC is erg kritisch, het is een bekend probleemkind bij verbranding. Het produceert daarbij een aantal giftige gassen: gechloreerde koolwaterstoffen ($C_xH_yCl_z$), zoutzuur ($C_0H_1Cl_1$), (dibenzo-) furanen, dioxine en fosgeen. De laatste twee verbindingen zijn de meest giftige stoffen op aarde. Verder dragen KWS bij aan het broeikas-effect, smog-vorming en de aantasting van de ozonlaag.
Bij verbranding komen bij andere kunststoffen giftige gassen vrij,

wat echter wel afhankelijk is van de wijze van verbranden en de grondstof.

6 Duurzaam gebruik van materialen

Producenten en leveranciers zeggen wel dat kunststof alleen een tussenstation is voor de olie op haar weg als brandstof. Een dergelijke uitspraak is op zijn minst ongenuanceerd. Kunststoffen behouden hun energie-inhoud weliswaar, maar ten eerste kost het veel energie om ze te produceren en ten tweede vindt de verbranding plaats in een vuilverbrandingsoven met een rendement van ongeveer 15 %. De energie-inhoud van kunststoffen gaat bij verbranding op deze manier dus nagenoeg verloren. Dit laatste is een motivatie om kunststof-afval (dus wat echt niet meer herverwerkt kan worden) gescheiden in te zamelen voor verbranding. Theoretisch kan er grofweg 50 % van de geïnvesteerde energie teruggewonnen worden bij de (optimale) verbranding. Een alternatieve toepassing van het materiaal is als vulstof in b.v. beton of asfalt.

6.1 Herverwerking

Herverwerken (recyclen) is onder te verdelen in primaire, secundaire en tertiaire recycling. Primaire herverwerking is herverwerken tot grondstof die opnieuw in hetzelfde productieproces wordt ingezet. Secundaire herverwerking is dat het product weliswaar herverwerkt wordt, maar een minder zware functie gaat vervullen. Tertiaire recycling is dat het materiaal wordt vermalen en gebruikt als vulstof. Quaternaire herverwerking is het ontbinden van de verbindingen in het materiaal om weer waardevolle stoffen te produceren, zoals het monomeer, waterstof, methaan, brandbare gassen, olie en teer. Soms wordt het verbranden van materiaal ook herverwerking genoemd (recuperatie van energie), maar dit lijkt onjuist omdat dit proces niet leidt tot een nieuwe inzet van het materiaal. Het lijkt juister om verbranding ter benoemen als verwerkingsproces in de afvalfase van een product.

Van de 800.000 ton kunststof afval per jaar in Nederland, wordt slechts 100.000 ton hergebruikt. 100.000 ton van het afval is PVC. Hiervan wordt 20.000 ton herverwerkt. Dit is voornamelijk productie-afval.

Schoon materiaal is veel beter te recyclen dan vervuild. Het tuin-

bouw en huishoudelijk afval komt daarom minder snel in aanmerking voor herverwerking. Wavin, DPI en Replast hebben reinigingstechniek ontwikkeld voor een goede reiniging. Het heet het R12D systeem.

Meestal (vooral bij PVC) gaat de kwaliteit van het materiaal door herverwerking iets achteruit, maar niet altijd. Metalen, zowel ferro als niet ferro, hebben vanwege hun structuur minder last van kwaliteitsverlies (door desintegratie en/of migratie). De kwaliteit van herverwerkt PE-folie kan uitstekend zijn. Het is echter wel afhankelijk van de motivatie van de herverwerker om een goed folie te produceren. Milieutechnisch wordt bij herverwerking sterk op grondstoffen en iets minder (extra toevoegen in verwerkingsproces) op additieven bespaard. Er is slechts 50 % of minder additieven nodig dan bij nieuw materiaal. Op sterkte moet iets toegegeven worden, waarschijnlijk door verkorting van de gemiddelde ketenlengte.

Kunststoffen zijn onderling slecht mengbaar. Compatibilisatoren zijn stoffen die dit verschijnsel tegengaan. De milieuwaarde van deze stoffen is echter onduidelijk. Momenteel is één zo'n stof in de handel en wordt er nog onderzoek naar gedaan.

Partijen ongesorteerd materiaal kunnen wel recycled worden, hetgeen ook gebeurt. De producten die ervan gemaakt worden zijn tuinbankjes, parkpaaltjes, balken, reflectorpaaltjes enzovoort. Het wordt gebruikt als vervanging van hout, waarbij de kwaliteit die van hardhout evenaart.

Voor de levensduur van de grondstoffen in de gebruiksfase is het veel efficiënter de grondstoffen te scheiden. Voor de bulkkunststoffen is dit goed te realiseren door drijf/zink-technieken. Alle kunststoffen hebben namelijk een ander soortelijk gewicht, waardoor ze met verschillende vloeistoffen goed gescheiden kunnen worden.

Binnen materialen van één grondstof zijn verschillende samenstellingen en eigenschappen aanwezig. Een goede herverwerking, waarbij de materiaal-eigenschappen nog zijn te achterhalen, vergt daarom een nauwkeurige inzameling. Eventueel kunnen producten van een kenmerk worden voorzien, zodat de herverwerker weet wat de samenstelling van een partij is en zodoende de eigenschappen en de kwaliteit kan achterhalen en waarborgen. Als de herkomst en samenstelling niet te achterhalen zijn, wordt het materiaal van "lagere kwaliteit". Men

gaat dan uit van de eigenschappen die een dergelijk materiaal altijd bezit, hoe slecht de grondstof ook is. Het is natuurlijk wel mogelijk om de materiaaleigenschappen te testen, maar dit kost veel moeite.

Ongestructureerde samenwerkingsverbanden en het verschijnsel dat een organisatie een groot deel van een bedrijfskolom in handen heeft (eigenbelang), vermoeilijken algehele inzameling en herverwerking van afval. De logistieke moeilijkheden rond de inzameling van kunststoffen maken recycling dus minder interessant. Het aanbod blijft mede hierdoor aan de kleine kant. Bij recycling moeten er drie poten in evenwicht zijn. Dit zijn grondstofvoorziening, techniek en verkoop. Anders komt het proces niet van de grond.

Er is een aantal aanbevelingen om de verwerking van kunststof afval beter mogelijk te maken (vrij naar Smout van KRITNO):

- ontwikkelen van nieuwe technieken voor scheiden en verwerken;
- producten die verwerking onmogelijk maken, zoals meerlagige folies en samengestelde materialen moeten voorkomen worden. Laminaten (verschillende materialen in een gelaagde structuur) en blends (mengsels) kunnen namelijk niet herverwerkt worden;
- er moet consequent gekozen worden voor materialen als PE en PP, die goed te scheiden en verwerken zijn;
- indien andere materialen gekozen worden, dan gaat de voorkeur uit naar herverwerkbare materialen zoals glas, papier en metaal;
- kleuren, coaten en bedrukken moet zoveel mogelijk worden beperkt. Kleurstoffen in materialen verlagen de herverwerkbaarheid, de milieuvriendelijkheid. Ze verhogen de prijs en de toxiciteit.

De bulkkunststoffen kunnen en worden zonder problemen herverwerkt. In de toekomst wordt het waarschijnlijk mogelijk door pyrolyse de grondstoffen van het plastic te reproduceren. Alleen PVC levert bij herverwerking problemen op, omdat de kwaliteit van het materiaal sterk achteruit gaat. Daarnaast is het economisch nog niet rendabel. Er is weinig vraag naar en de prijs kan nauwelijks concurreren. De keurmerk instanties staan ook geen herverwerkt PVC toe, behalve bij landbermpaaltjes. De kwaliteit van het herverwerkte materiaal zal op voldoende niveau en reproduceerbaar moeten worden. De verplichte recyclegarantie die fabrikanten en leveranciers zouden moeten geven,

kan al een bijdrage aan de reproduceerbaarheid geven. Als PVC bij andere materialen in de herverwerking terecht komt, verpest het de hele partij. Voor de andere materialen is het enige probleem dat onderzocht moet worden, welke en hoeveel additieven toegevoegd moeten worden. Voorwaarde is altijd dat er met homogeen materiaal gewerkt wordt.

Voor een goede en betaalbare herverwerking, moet de materiaalstroom continu van kwaliteit en kwantiteit zijn. Tuinbouw folie leent zich daar dus uitstekend voor. Het moet alleen intensief gereinigd worden.

6.2 Het gebruik van afbreekbare kunststoffen

Tegenover herverwerken staat het afbreken van kunststoffen. Het afbreken van kunststoffen is moeilijk als herverwerken te zien. Netzomin kan de kwalificatie duurzame toepassing toegekend worden. Het materiaal krijgt namelijk geen nieuwe toepassing meer, maar wordt een voor de mens niet direct bruikbare, verspreide hoeveelheid grondstof. Het enige positieve punt aan de toepassing van afbreekbaar materiaal, is dat de afvalberg er minder snel groot van wordt.

Afbreekbare plastics bestaan in twee varianten. In één variant worden zetmeelkorrels verdeeld over het materiaal. De buitenlaag wordt afgedicht door een laag puur plastic. De zetmeel korrels worden daardoor afgesloten van de buitenlucht. Bij het storten van het materiaal of het achterblijven in de natuur, gaat het buitenste laagje na een tijd kapot. Bacteriën uit de omgeving (het milieu) breken het zetmeel snel af. Het plastic krijgt dan een relatief groot oppervlak t.o.v. "zuiver" plastic. Door dit grotere oppervlak kunnen weersinvloeden en plastic-afbrekende bacterieën het materiaal veel sneller afbreken tot kleine stukjes, die minder in het oog springen. Deze kleine stukjes hebben ongeveer dezelfde levensduur als het pure plastic.

Een tweede variant is fotochemisch afbreekbaar. In het bulkmateriaal worden stoffen toegevoegd die het materiaal in eerste instantie stabiliseren, maar in tweede instantie juist afbreken, door zelf onder invloed van UV-straling van eigenschap te veranderen. Dit materiaal breekt dus alleen af boven de grond, in tegenstelling tot

het met zetmeel verrijkte materiaal, dat juist onder de grond het snelste afbreekt.

De voordelen van deze plastics zijn dat zwerfvuil minder opvalt, doordat het snel (1 jaar) uiteenvalt in kleine deeltjes. Deze kleine deeltjes worden door micro-organismen geheel afgebroken in grofweg 100 jaar. Dit getal is o.a. afhankelijk van de grondstof.

De nadelen van deze plastics zijn legio. Ten opzichte van herverwerking is afbreekbaar plastic een verspilling van grondstoffen en energie. De fotochemische variant kent toxische tussenstadia. Het bevat twee overgangsmetaalcomplexen (metaaldithiocarbamaten) waarvan de afbraakproducten milieuschadelijk zijn. De kleine stukjes plastic worden gegeten door dieren, die daardoor verstikken en/of vergiftigd worden. Het materiaal blijft zeker 100 jaar aanwezig voordat er sprake is van opname in het ecosysteem. Dit is te lang.

7 Maatschappelijke instrumenten om milieubelasting door materiaalverbruik te verlagen

7.1 Regelgeving en besluitvorming

Het NMP geeft streefwaarden voor de omvang van de materiaalstromen. Storten moet van 60 % terug naar 22 %, verbranden van 30 % naar 45 % en herverwerken van 10 % naar 33 %, in het jaar 2000. Milieudefensie denkt daar, na jaren van onderzoek, anders over. Voor een materiaalverbruikscenario in het jaar 2000, waardoor een minimaal vereiste verlaging van energieverbruik, emissies naar water en lucht, ontstaan van vast afval en ge/verbruik van grondstoffen behaald wordt, geldt een reductiecijfer van 70 %. Bij dit cijfer is er redelijkerwijze sprake van een vebeterend milieu. Dit doel moet bereikt worden door enerzijds de productie van materialen te vermijden, het ontstaan van afval en andere specifieke milieuproblemen te voorkomen, anderzijds door hergebruik en herverwerkmogelijkheden optimaal te benutten. Een optimale benutting is hier niet altijd een maximale benutting. Als een vrachtwagen naar Zuid-Frankrijk moet rijden voor de herverwerking van b.v. 10 m^3 PS schuim, kan het heel goed veel meer energie kosten om het spul daar te krijgen, dan dat het bespaart op de productie van nieuw materiaal.

Door de subjectiviteit van het begrip milieuvervuiling, is het noodzakelijk dat de verschillende belangengroepen (milieubescherming, overheid, industrie en bedrijfsleven) een di(tri)aloog opstarten om tot haalbare en zinvolle acties te komen.

De stroom zware metalen is moeilijk te beheersen. De enige opties zijn minder consumptie en het opstellen van een EG beleid voor de productie en het gebruik.

7.2 Preventieve maatregelen

Een oorzaak van onnodige milieuvervuiling zijn de hoge eisen die men stelt aan bepaalde producten. Zo zijn er bedrijven die het JIT-principe en de daarbij behorende ZERO-defect eis, in hun logistiek toepassen. Bij toelevering aan deze bedrijven betekent dat bijvoorbeeld dat er veel meer materiaal van hogere kwaliteit gebruikt moet worden voor de verpakkingen. Dit is vergelijkbaar met de nul-tole-

rantie voor de export van chrysanten.

In ontwerpprocessen waar materialen worden toegepast, moet consequent naast de technische en bedrijfseconomische een milieuberekening worden gemaakt. De materiaalkeuze en het ontwerp kan dan milieutechnisch geoptimaliseerd worden. Voor de tuinder betekent dit dat het bedrijfsysteem ontworpen moet worden voor een minimum materiaalverbruik en goed recirculeerbare materialen. Indien mogelijk moet worden gekozen voor herverwerkt (recycled) materiaal. Juist in de tuinbouw, waar lage mechanische eisen aan materialen worden gesteld, is dit een goede mogelijkheid.

Door een aantal stelregels (vrij naar milieudefensie) te hanteren bij materiaalverbruik, kan de milieubelasting zo laag mogelijk gehouden worden:

- gebruik zoveel mogelijk spullen die herbruikbaar zijn: na gebruik kan hetzelfde ding na b.v. reiniging voor hetzelfde doel opnieuw gebruikt worden.
- gebruik 100 % herverwerkbaar materiaal: als het hergebruikte voorwerp versleten raakt, moet het recycled kunnen worden. Het wordt dan teruggebracht tot de grondstoffase, waarna het opnieuw verwerkt kan worden.
- elk materiaal dat toegepast wordt, moet milieutechnisch worden gewogen: geen Al-folie als een papiertje ook voldoet. Gebruik voor de milieu-weging de vervuilingsvariabelen uit de eerder gegeven reeks.

Een belangrijke aanvulling is dat materiaal gecodeerd kan worden, zodat het zuiver te scheiden is. Elke samenstelling kent zijn eigen code, waar alle grondstoffen, het productieproces, de producent (herkomst basisgrondstof) en de leverancier in naar voren komen.

Bij introductie van nieuwe materialen is het mogelijk om van te voren een milieubalans te maken. Deze weegt af of specifieke toepassingen van het materiaal, milieutechnisch een positief saldo geeft t.o.v. alternatieve (conventionele) materialen.

Een indicatieve milieuvergelijking van materialen (gebaseerd op verpakkingen) geeft de volgende voorkeurreeks:

- relatief gunstig papier/karton, glas, PE, PP
- relatief matig gunstig thermoplastische polyester (PETP)

- relatief gemiddeld slecht blik, PS (geen schuim!)
- relatief negatief kasbedekking van polycarbonaat (PC)
- relatief zeer negatief milieu-effect PVC, Alum., PS-schuim, laminaten, blends

Voor glas geldt de kanttekening dat het om westeuropees glas gaat. De Oosteuropeanen mochten tot nu toe zo'n beetje alles (arsenicum, om het ijzer in het glas te binden) gebruiken om glas helder te krijgen. In West-Europa is het verbruik van zeer giftige middelen in grote hoeveelheden niet toegestaan.

Voor aluminium en PC geldt de kanttekening dat zeer langdurig gebruik (> b.v. 60 jaar) toepassingen weer acceptabel maken. Voorwaarde is wel dat het materiaal na die periode goed herverwerkt kan worden. De kanttekening geldt daarom niet voor PVC.

Specifieke instrumenten voor fabrikanten zijn vermindering van materiaalinzet, uniforme maten en vormen, beëindigen van de inzet van milieugevaarlijke stoffen (in de tuinbouw wordt veel PE met het wit-pigment TiO_2 gebruikt) en het herkenbaar maken van kunststoffen voor een latere scheiding ervan. Door samenwerking tussen verschillende industriën kunnen afvalstromen en verbruik teruggebracht worden. Koppel bijvoorbeeld de electrolyse van chloor aan die van aluminium. De overtollige electronen van het chloor worden door het aluminium opgenomen. Hierdoor kan veel energie bespaart worden, als het tenminste mogelijk is.

Voor handelsbedrijven zijn dit: het meewegen van milieugegevens bij assortimentsbepaling, werk maken van recycling en hergebruik van vooral de eigen producten zoals de verpakking van bestrijdingsmiddelen.

Voor de verbruiker zijn dit: gebruik zoveel mogelijk herverwerkt materiaal, beperk bij kunststof de materiaalkeuze zoveel mogelijk tot PE, PP, PETP, PS, koop selectief in (meer op functie dan op luxe), zorg dat materiaal teruggebracht/opgehaald kan worden naar de leverancier, houdt ingekochte partijen gescheiden of herkenbaar, zodat een uniform product aan de herverwerker aangeboden kan worden. Maak verder gebruik van uw eigen creativiteit en kennis om uw eigen bedrijf zo milieuvriendelijk mogelijk te maken. Een sleutel hierbij

is het eigen personeel, dat elk milieubewust gedrag van de onderneming zal moeten introduceren en uitvoeren.

7.3 Curatieve maatregelen

Deze bestaan voornamelijk uit het optimaliseren van hergebruik en herverwerking. Leveranciers moeten verplicht worden een herverwerkgarantie te bieden. Hierdoor is controle op materiaalstromen mogelijk en kunnen rechtspersonen aansprakelijk gesteld worden voor een bepaalde milieubelasting en kunnen zij evenredig "milieubelast" worden.

7.4 Een aantal reeds genomen initiatieven

Er is een (arbeidsintensieve) methode ontwikkeld om vervuiling als gevolg van inzet van bepaalde materialen te kwantificeren. Deze methode maakt gebruik van bestaande MAC-waardes voor de luchtvervuiling en van maximaal toegestane concentraties voor de watervervuiling. De methode kan in ontwerpfases gebruikt worden om een milieugetal te maken dat bij een bepaald ontwerp hoort. Bij toepassing ontstaan drie nieuwe eenheden: EVL, EVW en EVB, respectievelijk equivalente volume's lucht, water en bodem. Dit zijn volume's die volgens de opgestelde normgetallen volledig vervuild zijn als gevolg van een bepaalde actie en op deze manier onbruikbaar zijn geworden voor de mens. Het CML heeft deze methode ontwikkeld en werkt er verder aan, om een meer universele toepassing mogelijk te maken. Tevens werkt het CML aan een computerprogramma "Simavera" dat milieuprofielen van materiaaltoepassingen kan maken.

Voor complexe producten, waarin verscheidene materialen en verbindingen voorkomen, is het moeilijk een milieu-waarde optimalisatie te maken. De kwantiteit aan milieu-effecten is hoog, waardoor het netto effect van kleine veranderingen moeilijk te achterhalen is. Dit probleem wordt kleiner als de milieu-effecten met een spread-sheet (en een goede methode) berekend worden. Een berekening met de hand wordt overzichtelijk door de dominante processen te selecteren en te waarderen. Erg belangrijk is dat bij vergelijking van gegevens een goed gekozen eenheid gebruikt wordt om milieuwaarden te bepalen. De eenheid van de prestatie is vaak een goede basis. Bijvoorbeeld bij

een tomatenteler, kan het EVL als gevolg van bijvoorbeeld de aanleg van een bassin, per kilo tomaten worden uitgedrukt. De prestatie-eenheid voldoet niet overal. Bij de vergelijking tussen vervoer van Amsterdam naar Parijs per vliegtuig of per trein, kan niet de vervuiling per eenheid van afstand als eenheid genomen worden. Dit komt doordat vervuilingsproblemen een gevolg zijn van intensivering (meer mensen, meer kilometers enz.). Als de oplossingsrichting in minder consumeren gezocht wordt is het principe dus het verlagen van de intensiviteit. Dan gaat het niet zo zeer om de afgelegde afstand, maar om de tijd die mensen willen uittrekken voor die verplaatsing. Bij minder tijd voor dezelfde verplaatsing is de intensiviteit dus hoger, hetgeen dan niet toelaatbaar is. Een vergelijking zou gebaseerd moeten worden op een gelijke tijdsduur, omdat tijd de maatgevende factor is voor intensiviteit. Bij een vergelijking tussen trein en vliegtuig moet dus een uur vliegen vegeleken worden met een uur treinen.

Milieuprofielen leveren vaak verrassende resultaten op, bijvoorbeeld dat volgens de methode van het CML, HR-ketels voor huishoudelijk gebruik onvriendelijker zijn dan de conventionele ketels, doordat ze bij productie een veel hoger EVL, EVW en meer vast afval produceren. Dit wordt veroorzaakt door de toepassing van bijvoorbeeld aluminium in plaats van staal.

Wavin biedt voor herverwerkbaar materiaal een vergoeding van 0,15 - 0,75 cent per kilo. Dit is vooral industriëel afval en foliemateriaal. Daarnaast werkt Wavin aan een "zero waste" programma als onderdeel van "ketenbeheer". Inmiddels is reeds 50 % reductie van afval (in het bedrijf) bereikt, volgens mededeling van Wavin. Verder werken zij aan reductie van emissies, verbruik van toxische stoffen en energieverbruik. Een mooi initiatief, waarvan de numerieke resultaten helaas nog niet gepubliceerd zijn.

Tromp is bezig (inmiddels gerealiseerd ?) een netwerk op te bouwen voor de inzameling van PE folie. Dit materiaal mag maximaal 30 % vuil bevatten. Tromp is niet de enige. Op vele plaatsen wordt gewerkt aan inzameling- en herverwerkprogramma's. Informeer bij uw eigen leverancier.

Sima b.v. in Tilburg is gestart met de recycling van polystyreen,

dit komt vooral voor in de vorm van koffiebekers, disposables, tuinbouwtrays, diepvries, ijs- en zuivelverpakkingen. Sima haalt het naar soort gescheiden afval gratis op vanaf 100 kg.

Wavin, DPI en Replast hebben reinigingstechniek ontwikkeld voor een goede reiniging van folies. Het kan dan beter herverwerkt worden. Het heet het R12D systeem. Holinplast (verzamelaar) heeft een subsidie gekregen voor het ontwikkelen van een reinigingsmethode voor PE-folie.

Misset geeft een "Milieumagazine" uit. Hierin worden o.a. branche--files opgenomen van bedrijven die allerlei activiteiten (lucht- & waterbehandeling, adviesbureau's, enz.) op milieugebied verrichten.

7.5 Gevolgen van omschakelen naar een meer milieutoelaatbare bedrijfsvoering

De omschakeling naar andere constructies en materialen zal in veel gevallen een grotere investering vergen. Op andere terreinen kan de concurrentie-positie echter versterkt worden. Op deze manier hoeft milieubescherming geen winstverlaging te betekenen.

Een product dat voorzien wordt van de kwantitatieve gegevens over de milieu-investering die het gekost heeft, geeft de consument de mogelijkheid milieu-bewust in te kopen. Op deze manier is verlaging van de milieubelasting door milieumanagement een versterking van de concurrentie-positie. Het is wel een vereiste dat de gegevens gepresenteerd worden volgens een integraal en genormeerd beoordelingssysteem. Het is nog steeds zo dat overvoering van de consument met (zowel niet als wel herleidbare) informatie, een afwijzende houding geeft t.o.v. het bijbehorende product.

8 Persoonlijke instrumenten voor verlaging van milieubelasting

Als eerste zal een milieubewustzijn aangeleerd moet worden. Dit bewustzijn draagt zorg voor alertheid op ontoelaatbaar milieubelastende processen. Pas als dit bewustzijn aanwezig is, kunnen hulpmiddelen en technieken zinvol worden toegepast om de vervuiling tegen te gaan. Om het bewustzijn te laten toenemen is een bepaalde attitude nodig. Een bereidheid om moeite te doen (zelfwerkzaamheid) t.b.v. de eigen leefwereld, waar ook anderen op aangewezen zijn. Ook als het regent moet ik op de fiets naar huis.

Niemand heeft eigenlijk het recht tot vervuiling als andere levende wezens daar de dupe van worden. Netter gezegd mag er geen groot verschil zijn tussen de vervuiling die verschillende wezens veroorzaken, voor de mens is dat zowel huishoudelijk als industriëel. De absolute maat is moeilijker te definiëren, maar mag in ieder geval nooit zo groot zijn, dat andere wezens daardoor het leven onzeker worden, zowel locaal (bij een stortplaats) als mondiaal.

Maak voor een aanschaf gebruik van de variabelen die de milieubelasting uitdrukken om een milieuwaarde te berekenen. Ga zowel preventief als curatief te werk. Maak gebruik van alle maatregelen en voorkeurreeksen die hiervoor genoemd zijn en specifiek voor u bruikbaar zijn. Gebruik zoveel mogelijk reeds herverwerkte kunststof en alleen in langdurige toepassingen. Voor de meeste toepassingen vergt dit een goed ontwerp van het product. Een slecht ontwerp van een product geeft onnodig veel afval, doordat de levensduur korter wordt. Gebruik alleen hergebruikbaar, herverwerkbaar of composteerbaar materiaal. Het composteren mag niet te lang duren (ongeveer 1 jaar).

9 Kunststof technologie

Voor bulkkunststoffen zijn de belangrijkste basisgrondstoffen olie, zout en cellulose. Na opwerking ontstaan koolwaterstoffen en chloor als belangrijkste grondstoffen. Hier worden monomeren van gemaakt: benzeen, styreen, etheen, propeen, buteen, terephtaalzuur en vinylchloride. Daarna worden ze gepolymeriseerd, "aanéén geregen" en ontstaat het bulkmateriaal, waarna de verwerking tot platen, buizen en stafmateriaal uitgevoerd wordt.

Kunststoffen hebben als belangrijke eigenschap dat ze over het algemeen goed weerbestendig zijn en moeilijk afbreekbaar. Ze zijn daarom erg geschikt voor langdurige toepassingen. De goede vormbaarheid, gunstige eigenschappen en redelijk lage grondstofprijs, maken ze aantrekkelijk voor kleine en goedkope spulletjes zoals speelgoed. De gunstige prijs, verwerkbaarheid en eigenschappen maken ze interessant voor de verpakkingsindustrie en de tuinbouw. Hierbij onderscheidt PVC zich doordat het geen zuurstof doorlaat en als verpakking de kleur van de inhoud bewaart. Als belangrijkste verschil is Aluminium veel stijver dan de bulkpolymeren, verder is het ongevoelig voor UV straling, maar minder tegen water met zouten en is een geleider, terwijl kunststoffen goede isolatoren zijn.

De naam kunststof is gekozen omdat het om natuur-vreemde stoffen gaat. Ze komen dus niet vanzelf in de natuur voor en nemen niet deel aan het ecosysteem. Een tweede naam is plastic. Deze komt van de plastische fase die plastics kennen, waardoor ze goed te vormen zijn. Een derde term is polymeer. Deze komt van het polymerisatieproces. De monomeren (losse moleculen) worden aanéén gevlochten ofwel gepolymeriseerd en krijgen daarmee hun materiaaleigenschappen. Als laatste kan er onderscheid gemaakt worden tussen thermoharders en thermoplasten. Thermoharders kennen slechts éénmaal in hun leven een plastische fase, namelijk bij de productie. Daarna valt er behalve verspanend bewerken, niets meer mee te doen. Het wordt na vermaling wel gebruikt als vulstof in cement en asfalt. Thermoplasten blijven plastisch. Bij het bereiken van de verwekingstemperatuur kan het materiaal vervormen, bij verdere verwarming smelt het materiaal. Deze eigenschap gaat niet verloren, maar de temperaturen kun-

nen wel veranderen door het uittreden van toevoegingen.

De belangrijkste materialen voor de tuinbouw zijn de zogenaamde bulkpolymeren, aluminium en staal. Bulkpolymeren zijn goedkope, relatief eenvoudig te verwerken thermoplasten, zoals PE (Polyetheen = Polyethyleen = Polytheen), PP (Polypropeen = Polypropyleen), PS (Polystyreen, zowel vast als schuim: tempex, styropor, styrodur, styrofoam, hostyreen), PVC (Polyvinylchloride), ABS (Acrylonitrilbutadiëenstyreen) en PUR (Poly-urethanen, zowel vast als schuim). Ook redelijk vaak gebruikt, maar geen bulkpolymeer is polyester (PETP = PET). Ook deze stof kent een thermoplastische en een thermoharde toestand.

Deze kunststoffen zijn te onderscheiden van elkaar door uiterlijke kenmerken, fysische eigenschappen, klank en gedrag in en na een vlam (vlamtest). De belangrijkste kenmerken kunnen kort weergegeven worden. PE en PP drijven op water. Geen enkele andere kunststof (behalve schuimen) is lichter dan water. PE is wat brosser en minder "vettig" dan PP. PP doet iets meer rubberachtig aan. PE snijdt gemakkelijk met een glad snij-oppervlak. PP snijdt gemakkelijk met een tamelijk glad snijoppervlak. PS is hard, erg bros en wat stijver dan PP en PE. Bij PS ontbreekt elk rubberachtig gevoel. PS klinkt wat metaal-achtig. PS is meestal moeilijk te snijden. Verder heeft (nieuwe) PS een typische geur, die waarschijnlijk veroorzaakt wordt door het migreren van styreen, dat daarna verdampt. Dezelfde stof komt vrij bij hard polyester materiaal. PVC heeft een mooie egale glans en oppervlaktestructuur. Het is redelijk stijf (stijver dan PP) en veel minder bros en hard dan PS. Het is goed te snijden, waarbij het snijopppervlak glad is. Het doet wat onkwetsbaar (taai en sterk) aan. PVC wordt in een aantal kenmerkende (RAL) kleuren geleverd: (gebroken) wit, grijs, geel en rood. Daarnaast zijn de folies en flessen vaak transparant. ABS is net als PS erg hard en stijf en heeft een zeer hoge oppervlakte-glans. ABS is veel taaier dan PS. PUR wordt in de tuinbouw voornamelijk in schuimvorm toegepast. PUR heeft een thermoplastische en een thermoharde variant. De thermoplast is een elastomeer (rubber is ook een elastomeer, maar is minder stijf). Schuimen van PUR (minstens 8 varianten) zijn meestal

thermohard en hebben een extreem lage warmtegeleidingscoëfficiënt. De harde schuimen voelen heel stijf aan. PETP voelt hard en droog aan, is behoorlijk stijf, is kerfgevoelig, heeft een lage wrijvings-coëfficiënt (glad) en is goed slijtvast.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

19NU, periodiek. 'Landbouw kan talrijke milieuvriendelijke grondstoffen leveren. Van aardappelzeep tot afbreekbaar "plastic"', Joost van Kasteren. Maart 1989. p. 6

Algemeen Dagblad, Rubriek "in het nieuws": 'Tij keert zich tegen PVC-verpakking', Jan Stoof. Rotterdam, zaterdag 18 november 1989. p. 51

Ansems, A.M.M. , Quakernaat, J. , Heugten, E.J. van. 'Preventie gerichte afvalverwijdering. Aanzet tot onderzoekprogrammering'. Rapport van TNO-MT en Haskoning voor de RMNO. RMNO publ nr. 48, maart 1990

Bakker, Dr. Ir. P.J.. 'Kunststoffen en het milieucomplex'. Lezing gehouden op 7 december 1976 te Utrecht, voor de NFK. Resultaten van een studie uitgevoerd door Frieling, T. , Hofman, A.G. , Kolk, J. v.d. , Nusselder, T. , Smout, A.D.. TNO, Kunstoffen en Rubber Instituut. Delft, 1976.

Barf, T. , Ridder, A.. 'Fluor-Polymeren (flupo's)'. Rapport over theorie over, pyrolyse van, toxiciteit van en preventie van ongevallen bij fluorpolymeren. Chemiewinkel RU Groningen, mei 1989.

Berends, W.. 'De productie van PVC, de smerigste kunststof'. Rapport. Vereniging milieudefensie. Amsterdam, september 1989.

Berends, W. , Venner, H.. 'Aluminium verpakkingen. Het toppunt van verspilling'. Rapport. Vereniging Milieudefensie. Amsterdam, augustus 1990.

Bloemisterij, Vakblad voor de, nr. 27, weekblad. 'Ozonlaag hoeft niet te piepen'. Stichting vakinformatie siergewassen en uitgeversmij C. Misset, Doetinchem. Leiden, 1989. p. 40

Boels, H. , Kruif, K. de , Vondeling, H. , Wams, H.. 'Milieu-effecten op een hoop. Steenwolteelt in de glastuinbouw: een aanzet tot een milieu-effectrapportering'. IVEM-studentenverslag no. 21, Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde, RUG. Groningen, september 1986.

Bootsma, M.. 'Aluminium recycling in Nederland'. Doctoraalscriptie, IVEM-studentenverslag no. 33. RU Groningen, Chemiewinkel, februari 1988.

Breman, B. , Zandanel, B.. 'Poly-urethaanschuimen. Alternatieven om cfk-gebruik te beperken'. Rapport. RU Groningen, Wetenschap en samenleving; RU Groningen, Chemiewinkel. Groningen, mei/november 1988.

Broek, M v.d.. 'Mooi weer wordt ongezond in de stad'. De Volkskrant, rubriek: "Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 4 maart 1989. p. 19

Broek, M. v.d.. 'Rol van gif in ecosysteem is onderzoekers te machtig'. De Volkskrant, rubriek: "Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 1 september 1990. p. 21

Broek, M. v.d.. 'Een schoner milieu schaadt belangen'. De Volkskrant. Amsterdam, dinsdag 18 december 1990.

Broek, M. v.d.. 'Verf zonder problemen bestaat nog niet'. De Volkskrant, rubriek: "Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 20 april 1991.

Buitenkamp, Maria. 'Schone auto - valse hoop', rapport. Uitgeverij Milieudefensie. Amsterdam, september 1988.

Caesar, Dr. H.M.. 'PVC en ketenbeheer. Een aanzet tot PVC-ketenbeheer in Nederland'. Rapport van de stuurgroep PVC & milieu. Nederlandse Federatie van Kunststoffen. Woerden, juli 1990.

Calmthout, M. van. 'Twee miljard drankpakken als grondstof'. De Volkskrant, rubriek:"Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 20 april 1991.

Chem Systems International. 'Biodegradable Plastics; future trends in western europe and the USA'. Rapport i.o.v. NRLO, nr. 89/34. Den Haag, oktober 1989.

Comissie voor de milieu-effectrapportage. 'Toetsingsadvies over het milieu-effect rapport Polypropeenfabriek DSM'. Adviesrapport, nr.173-100. Utrecht, december 1988.

Copius Peereboom, Dr. J.W.. 'WRR-scenario: nog lang geen optimaal milieubeleid'. Artikel. PT-Aktueel, nr. 51/52, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws". Stam tijdschriften, Rijswijk, 21 december 1988. p. 10

Daponte, T., Hyplast. 'Recycling, stand van zaken'. Tekst van een lezing. Klerk's PLastic Industrie. Noordwijkerhout, zomer 1990.

Delft, J. v.. 'De PETfles; statiegeldfles?'. Rapport. Vereniging Milieudefensie. Amsterdam, april 1985.

Delft Integraal. Uitgave van de TU Delft (6x per jaar). 'Techniek alleen kan milieu niet redden. Technologie voor de toekomst: minder energie, minder autokilometers, en minder intensieve landbouw', Arno Schrauwers. Delft, nr. 90.5

Dienst Water en Milieu, afdeling luchtkwaliteit veiligheid en geluid, bureau luchtkwaliteit en veiligheid. 'Luchtkwaliteit in Zuid-Holland. Verslag over de periode 1 april 1987 t/m 31 maart 1988'. (Bib. PTG ISN-89782) 's-Gravenhage, oktober 1989.

Didde, R.. Serie over zware metalen in de Volkskrant, rubriek "Wetenschap". 'Giftig, Schaars en Zwaar. Cu, Pb, Sn, Cr, Hg, Zn, Ni, Cd.' Amsterdam, maart-april 1990.

Dillema, H. , Rutten, A.. 'Oriënterend onderzoek naar de blootstelling van spuiters in de chrysantenteelt onder glas aan het gewasbeschermingsmiddel Curamil'. Drie-maands doctoraal verslag. Landbouwuniversiteit Wageningen, vakgroep luchtverontreiniging en -hygiëne; Vakgroep gezondheidsleer IMAG. (PTG ISN-289174). Wageningen, april 1988.

Don, Dr. ir. J.A., afdelingshoofd milieutechnologie TNO-Apeldoorn. 'Is milieutechniek de oplossing'. Artikel. Ingenieurskrant nr. 13, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "opinie". Amsterdam, 28 juni 1990. p. 5

Duijvestein, ir. K., TU-Delft, SOM-Groep. 'Ekologisch bouwen'. onkruid-VIBA beurs/syposium Gezond Wonen en Bouwen - Rai congrescentrum Amsterdam, 29 november 1987. p. 11

Druijff, E.A.. 'Afstudeerproject milieurelevante productinformatie', eindrapport. Rapport i.o.v. Ministerie van VROM, directoraat-generaal der milieuhygiëne. Uitgevoerd bij RU Leiden, Centrum voor Milieukunde. Afstudeeropdracht van TH Delft, tussenafdeling Industriël Ontwerpen. Leiden, april 1984.

Eisele, D.. 'Die Rechte der Natur', nachdruck aus N'JUS, Zeitung des Fachvereins JUS, Zürich. Der Gartenbau, nr. 32, tijdschrift. 1990. p. 1580

Ekoland, 9e jrg. nr. 3, tijdschrift, Rubriek "Tuinbouw": 'Milieuaspekten van landbouwplastiks', Edith Lammerts van Bueren. p. 84

Farm chemicals international, vakblad, special issue summer 1990, Rubriek "Chemicals": 'Nature Excels in Carcinogens', Parry Klassen. p. 30

Giovanni, Prof. B.. 'Broeikaseffect: kunnen we catastrofe nog voorkomen?'. Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine, Rubriek: "Milieu". Den Haag, maart 1990. p. 44

Gmür, U. Geschäftsführer bij onderstaand bedrijf. 'Eine Lösung zur Kunststoff-Recycling-Frage'. Nota. Poly Recycling AG, Weinfelden, mei 1990.

Goedkoop, M.J.. 'Milieuwaarde van kunststoffen'. Metaal & Kunststof, vakblad, nr. 11, Rubriek: "materialen". 3 juni 1985. p. 34

Goedkoop, Ir. M.J.. 'Productecologie: milieuzorg achter de tekentafel. Milieu-effecten van producten'. PT-Werktuigbouw, vakblad voor ontwerp, constructie, productie en management in de metaalindustrie, nr. 2, Rubriek: "construeren". Stam tijdschriften. Rijswijk, februari 1990. p. 33

Greim, H., GSF München, Ingolstädter Landstr. 1, 8042 Neuherberg, FRG. 'Toxicological evaluation of emission from modern minicipal waste incinerators'. Chemosphere, vol. 20, nos. 3/4, pp 317-331, 1990.

Greve, Dr. P.A. , Wal, Drs. B. v.d. , Luttik, Drs. R. , Linders, Ir. J.B.H.J.. 'Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater van het Westland'. Rapport, nr. 638812003. RIVM, Bilthoven, november 1989.

Groenten en Fruit, weekblad van het centraal bureau van de tuinbouwveilingen, Rubriek "NTS glas": 'Geregenereerde loopfolie nog niet beschikbaar', Peter van Duyn. Den Haag. p. 34

Groenten en Fruit, weekblad van het centraal bureau van de tuinbouwveilingen, Rubriek "kort": 'Recycling loopfolie'. Den Haag, 6 oktober 1989. p. 17

Groenten en Fruit, weekblad van het centraal bureau van de tuinbouwveilingen, Rubriek "kort": 'Recyclen kunststof voorwerpen'. Den Haag, 24 november 1989. p. 21

Groenten en Fruit, weekblad van het centraal bureau van de tuinbouwveilingen. 'Zelf inzamelen en vervolgens terug naar producent. Studie naar gebruiksmogelijkheden steenwolafval', Peter van Duyn. Den Haag, 19 januari 1990. p. 58

Groot, J.L.B. de , Langeveld, P.C.G.. 'Hergebruik van kunst-stoffen; achtergronden en mogelijkheden'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 13. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Hansler, H. 'Recycling technische kunststoffen'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 41. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Haes, H.A.U. de , Vonkeman, G.H. , Huppes, G.. 'Cadmiumbeleid: van verbieden naar beheersen'. Rapport in opdracht van de Centrale Raad voor de MilieuHygiëne voor het Ministerie van VROM. CLTM (CRMH), CML, STEM. Den Haag, maart 1990.

Heij, J.L.. 'Zijn er alternatieven? PVC verpakkingsmateriaal'. Kunststof & rubber, nr. 9, vakblad. 1989. p. 37

Hontelez, J., voorzitter Friends of the Earth International. 'Nederland kan niet alleen eigen straatje schoonvegen'. Milieudefensie, nr. 6, maandblad van de vereniging milieudefensie, Rubriek "discussieserie": Amsterdam, juli 1990. p. 11

HTSelect, informatiekrant voor HTS ingenieurs. 'CO_2-loze energievoorziening is mogelijk'. Vierde jaargang nr. 2. Alkmaar, januari/-februari 1991. p. 6.

Hoogervorst, P., Consulentschap Landbouw ZH. 'Schone folies gechikt voor hergebruik'. Groenten en Fruit, weekblad van het CBT. Den Haag, 14 september 1990. p. 64

Huppes, G. , Haes, H.A.U. de.. 'Stofstatiegeld'. Economisch Statistische Berichten, uitgave van het LEI. Rotterdam, 22 juli 1987. p. 684

Ingenieurskrant, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek "nieuws": 'Onderzoek naar minder milieubelastende verven'. VNU Business Publications, Amsterdam. p. 4

Ingenieurskrant, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "techniek". 'Kunstvezel van koude grond. Kwijnende landbouw herontdekt groene

grondstoffen', Martijn van Calmthout. VNU Business Publications, Amsterdam, 18 mei 1989. p. 19

Ingenieurskrant, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "techniek". 'Hergebruik kunststof aarzelend op gang', Arno Schrauwers. VNU Business Publications, Amsterdam, 15 juni 1989. p. 13

Ingenieurskrant, nr. 22, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "techniek". 'PVC-convenant door boycot ondergraven. Boycotactie pvc lastig voor AKZO Zoutchemie', Frans Janse. VNU Business Publications, Amsterdam, 16 november 1989. p. 14

Ingenieurskrant, nr. 11, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "marketing". 'Milieumarketing als concurrentiefactor. Groen keurmerk brengt nog geen orde in chaos', Boukje van den Ende. VNU Business Publications, Amsterdam, 31 mei 1990. p. 37

Ingenieurskrant, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening. 'Tijdgebrek remt milieumanagement'. Recensie van een rapport over bedrijfsinterne milieuzorg, gemaakt door het Instituut voor milieuvraagstukken van de Vrije Universiteit, i.o.v. Van de Bunt Fundatie (Amsterdam). VNU Business Publications, Amsterdam, zomer 1990.

Ingenieurskrant nr. 14, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "Techniek": 'Kunststof klem tussen succes en milieubeweging. Ketenbeheer tilt gebruiksduur van PVC mogelijk over zeshonderd jaar', Henk Tolsma. VNU Business Publications, Amsterdam, 12 juli 1990. p. 8

Ingenieurskrant nr. 15-16, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "Techniek": 'Scheiding aan de bron noodzakelijk. Preventie en hergebruik afval grootste aandacht', Jaap van Peperstraten. VNU Business Publications, Amsterdam, 2 augustus 1990. p. 13

Ingenieurskrant nr. 15-16, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "Industrie": 'Grootste verzuurder gaat renoveren. Shell investeert twee miljard in Pernis', Wim Scheurkogel. VNU Business Publications, Amsterdam, 2 augustus 1990. p. 23

Ingenieurskrant nr. 19, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Coverstory: 'Enthousiasme voor invoering van interne milieuzorg gering. Initiële kosten van milieuzorgsystemen reden voor terughoudendheid', André de Boer. VNU Business Publications, Amsterdam, 6 september 1990. p. 8

Ingenieurskrant nr. 19, Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek "techniek": 'Berg autobanden wordt straks kleiner. Nieuwe secundaire grondstof door uniek procédé', Ruud Overdijk. VNU Business Publications, Amsterdam, 6 september 1990. p. 15

Ingenieurskrant nr. 19. Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "loopbaan": 'Milieuzorg staat of valt met coördinatie. Taken van milieucoördinator niet altijd duidelijk', André de Boer. VNU Business Publications, Amsterdam, 6 september 1990. p. 37

Ingenieurskrant nr. 4. Vakblad voor technisch management in industrie, technologie en zakelijke dienstverlening, Rubriek: "techniek": 'Ketenbeheer van chloor ver weg. Omvang chloorproductie blijft onverandert', Jaap van Peperstraten. VNU Business Publications, Amsterdam, 21 februari 1991. p. 31

Installatie Journaal, vakblad, Rubriek "Gawalo-vkL": 'Wavin en NFK stimuleren recycling van kunststof. Installateurs kunnen afvalproblematiek helpen oplossen'. juli 1989. p. 14

Jansen, R. , Koster, M. , Strijtveen, B.. 'Milieuvriendelijk verpakken in de toekomst. en scenario voor 2001'. Rapport in opdracht van vereniging Milieudefensie. Uitgevoerd door Buro voor Praktisch Milieu Advies, Nijmegen. Uitgeverij Milieudefensie, Amsterdam, maart 1990

Kalf, H.T.. 'Herverwerking van kunststoffen in europees perspectief'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 37. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Kalma, P. 'Alleen maar lucht'. Artikel in de Volkrant over wetenschap en commercie bij uitbreiding van Schiphol. Amsterdam, 13 april 1991.

Kassenaar, T.. 'Afbreekbare plastics: milieuvriendelijk?. Literatuuronderzoek naar afbraak en ekotoxikologische effekten van enkele afbreekbare plastics'. Rapport nr. 1989-96, i.o.v. Vereniging Milieudefensie. Biologiewinkel RU-Utrecht. Mei 1989.

Klein, M.J.H.. 'Gezondheids- en milieu-effecten van dithiocarbamaten'. Rapport i.o.v. Milieudefensie, De kleine aarde, Mondiaal Alternatief, Natuurverrijking. Wetenschapswinkel vrije Universiteit Amsterdam, 1990. (PTG ISN-521367)

Klingenberg, A.. Stichting Natuur en Milieu. 'Kunststoffen nog altijd bedreiging voor gezondheid en milieu'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 23. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Kortman, ir. J.G.M. , Muis, ir. H. , Rietkerk, O.D. , Slob, drs. A.F.L.. 'Milieubewust ontwerpen. Eindrapport'. Rapport in opdracht van het Ministerie van VROM. Rapportnummer HM263604.rap. Communicatie- en adviesbureau over energie en milieu. Rotterdam, januari 1990.

Koten-Vermeulen, J.E.M. v. , Canton, J.H.. 'Voorstellen voor (no) effectlevels van een aantal bestrijdingsmiddelen voor het aquatisch ecosysteem op basis van literatuuronderzoek'. Rapport, nr. 747612 001. RIVM, Bilthoven, juli 1988.

Krant op zondag, de, Rubriek:'business'. 'PVC-verbod "voorbarig". Stokpaard van milieubeweging zet 3,5 miljard omzet op de tocht', Geert-Jan Laan. 24 maart 1991, p. 31

Kremers, G. , Ooyen, R. v., DSM Marketing Research, Kunststoffen, Urmond. 'Groei in 1988 groter dan ooit tevoren. De kunststoffenmarkt in Nederland'. Kunststof en Rubber, vakblad, nr. 9, 1989. p. 14

Kunststof en Rubber, nr. 1, vakblad. 'Kunststoffen en recycling'. Delft, januari 1991. p. 52

Leer, E.W.B. de , Verbeek, A.. 'Milieu-aspecten van afvalverbranding - mogelijkheden tot verbetering'. Artikel in Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine, Rubriek: "Milieu". Den Haag, augustus 1990. p. 6

Libbenga, Jan. 'Grootschalige verbranding heeft nadelen'. Artikel in Intermediair nr. 51, 21 december 1990, p. 33

Lof, Drs. E.. 'De auto moet blijven'. Intermediair, 25e jaargang nr. 7. Amsterdam, 7 juli 1989. p. 5

Loonbedrijf, vakblad, nr 13. 'Waar moet 't heen, Henk de Jong. 20 oktober 1989.

Milieudefensie, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'De keerzijde van wit. Titaandioxide-productie en de chemische afvaldump in zee'. Amsterdam, juli/augustus 1982. p. 7

Milieudefensie, nr. 6, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'LMO werkt negen milieuheffingen uit', Stan Termeer. Bespreking nota LMO-Utrecht: 'Financiële instrumenten voor het Nederlandse milieubeleid'. Amsterdam, juli 1990. p. 19

Milieudefensie, nr. 6, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'Managerselite is de ecologische avant-garde. Het eco-kapitalisme van Joseph Huber', Stan Termeer. Amsterdam, juli 1990. p. 28

Milieudefensie, nr. 8, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'Wacht niet tot de laatste slok water ook nog in goud verandert!. De doe het zelf maatschappij van Raf Janssen', Marjan Zijlmans. Amsterdam, oktober 1990. p. 28

Milieudefensie, nr. 9, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'Met marktcontracten de industrie te lijf. De milieubeweging denkt te veel in deel problemen.', Anton Nigten (LMO). Amsterdam, november 1990. p. 12

Milieudefensie, nr. 10, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'De moeizame revolutie van het ecologisch bouwen.', Marjan Zijlmans. Amsterdam, december 1990. p. 2

Milieudefensie, nr. 10, maandblad van de vereniging milieudefensie. 'Milieurechtswinkel: juridische strijd tegen milieuvervuiling.' Amsterdam, december 1990. p. 20

Milieutelefoon, uitdraai uit gegevensbestand. Trefwoorden: kunststoffen, aluminium. Amsterdam, januari 1990.

Nouwen, P.. 'PVC: dialoog of dictaat'. Shell-Venster, periodiek, Rubriek: "PVC". november/december 1989. p. 25

NRC Handelsblad, dagblad, Rubriek "techniek": 'Smakelijk plastic. Zetmeel maakt tasjes van polytheen afbreekbaar', Joost van Kasteren. zaterdag 24 februari 1990. p. 16

Oogst, vakblad, Rubriek "centraal": 'Plastics uit landbouwgewassen nog lange maar kansrijke weg', Albert Vermuë. 17 augustus 1990. p. 18

Oosthoek, J.. 'Nog steeds geen definitieve oplossing voor steenwolafval'. Weekblad Groenten en Fruit, weekblad van het centraal bureau van de tuinbouwveilingen, Rubriek: "milieu". Den Haag, 28 juli 1989. p. 34

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Nota Smit Kroes loodrecht op strijd tegen de verzuring', Bert Bosker, Gerard van Nifterik. Stam tijdschriften, Rijswijk, 7 december 1988. p. 3

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Landbouw kan verzuring terugdringen'. Stam tijdschriften, Rijswijk, 14 december 1988.

PT-Aktueel nr. 3, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "interview": 'Tegenstelling tussen milieubeleid en werkgelegenheid bestaat niet echt', Kees Cornelisse. Stam tijdschriften, Rijswijk, 18 januari 1989. p. 9

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Kernenergie is het enige middel tegen broeikaseffect', Bart Stam. Stam tijdschriften, Rijswijk, 8 februari 1989. p. 7

PT-Aktueel, nr. 7, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "interview": 'Milieu-econoom Hueting: milieubehoud betekent een rem op de produktiegroei', Kees Cornelisse. Stam tijdschriften, Rijswijk, 15 februari 1989. p. 7

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Landbouw veroorzaker maar ook slachtoffer van verzuring'. Stam tijdschriften, Rijswijk, 1 maart 1989. p. 7

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'SMO: verzuring kan voor de eeuwwisseling gehalveerd', Bert Bosker. Behandeling van rapport van SMO-Den Haag:'Naar een nationaal beleid tegen de verzuring'. Stam tijdschriften, Rijswijk, 1 maart 1989. p. 15

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'MTI: nieuw speerpunt in aanpak vervuilingsproblemen'. Aankondiging MilieuTechnologisch Instituut in Nijmegen. Stam tijdschriften, Rijswijk, 22 maart 1989. p. 5

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur,nr. 19, Rubriek "milieu": 'In milieubeleid hebben heffingen meer resultaat dan "oerwoud van regeltjes"', J.W. Copius Peereboom. Stam tijdschriften. Rijswijk, 10 mei 1989. p. 11

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Alternatieve cfk's schadelijker voor atmosfeer dan verwacht', overgenomen uit "New Scientist". Stam tijdschriften, Rijswijk, 24 mei 1989. p. 5

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 35. 'Recycling van kunststof levert 'hardhout' op'. Stam tijdschriften. Rijswijk, 30 augustus 1989.

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 45, Rubriek "milieu": 'ONRI-leden ontwerpen gedragscode voor adviezen in expanderende milieumarkt', Gerard van Nifterik. In kader worden vier gedragsregels gegeven, voor het meewegen van projectecologische- en milieuwaarden. Stam tijdschriften. Rijswijk, 8 november 1989. p. 11

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 51/52, Rubriek "interview": 'Kunststoffabrikanten kunnen voordeel behalen uit verdergaande milieu-eisen ', Steven Peek. Stam tijdschriften. Rijswijk, 20 december 1989. p. 17

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 3, Rubriek "milieubeleid": 'Huidige wijze van regelgeving frusteert milieutechnische innovatie bij industrie, Gerard van Nifterik. Stam tijdschriften. Rijswijk, 17 januari 1990. p. 10

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'Fosfaatfabrikanten willen weer fosfaat in wasmiddel'. Stam tijdschriften. Rijswijk, 14 februari 1990.

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "commentaar": 'Nooit meer wassen'. Stam tijdschriften, Rijswijk, 14 februari 1990. p. 3

PT-Aktueel, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 28/29. 'Industrie en milieu gunnen plastic afval meerdere levens', Yolanda de Koster. Stam tijdschriften, Rijswijk, 12 juli 1990. p. 7

PT-Weekblad, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 32/33, voorpagina: 'Milieuvriendelijk ontwerpen stuit op gebrek aan kennis', Yolanda de Koster. Stam tijdschriften, Rijswijk, 9 augustus 1990.

PT-Weekblad, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 32/33. 'Bacterie maakt biologisch afbreekbare kunststoffen', Gerard van Nifterik. Stam tijdschriften, Rijswijk, 9 augustus 1990. p. 7

PT-Weekblad, Nieuwsblad voor de ingenieur, Rubriek "nieuws": 'AVR kan de grote hoeveelheid afval ook dit jaar niet alleen verwerken'. Stam tijdschriften, Rijswijk, eind 1990.

PT-Weekblad, Nieuwsblad voor de ingenieur, nr. 50. 'Bedrijven pakken gebruik van halogeenkoolwaterstoffen aan', Bart Stam. Stam tijdschriften, Rijswijk, 13 december 1990. Voorpagina. Recensie van het

RIVM-rapport nr. 738902010 (f 25,- p 332202).

Raaijkers, A.J.A.M.. 'Preventie, hergebruik en kunststoffen'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 44. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Ree, C.M. 'Polycarbonaat. Preventie en reductie van emissies van het oplosmiddel dichloormethaan bij de productie van polycarbonaat'. Rapport C 51. Chemiewinkel RU Groningen. Februari 1990

Rennen, A.J.M. , Stoop, J.M.. 'Schade in de landbouw door milieuverontreiniging. Knelpunten en mogelijke beleidsmaatregelen'. Rapport, Centrum landbouw en milieu. Utrecht, september 1988.

Ruiken, M.J.. 'Bestrijdingsmiddelen zwart gemaakt. Toepassingen in land- en tuinbouw nader bekeken'. Nota. Vereniging Milieudefensie, Amsterdam, juli 1990.

Scheys, G.. 'Recyclage, biodegradatie en milieuvriendelijke verpakkingen'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 51. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Schuring, C.. 'Broeikaseffect en bodem'. Intermediair, Rubriek: "exakt", nr. 43, Amsterdam, 27 oktober 1989. p. 42

Seeters, P. v.. 'Broeikaseffect doet Kiribati in de golven verdwijnen'. De Volkskrant, Rubriek: "Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 1 september 1990. p. 23

Seeters, P. v.. 'Een hap uit de aarde. Over mijnbouwputten en milieuschade'. De Volkskrant, Rubriek: "Wetenschap". Amsterdam, zaterdag 13 april 1990. p. 17

Sima BV, persbericht. 'Milieu-vervuiling kan sterk verminderen: Tilburgs bedrijf haalt plastic afval gratis weg. Tilburg, 1990.

Smout, A.D.. 'Inventarisatie van de industriële afvalstromen uit de kunststofverwerkende industriële bedrijven', deel A. Rapport nr. 214/'82, in opdracht van instituut voor afvalstoffenonderzoek te Amersfoort. TNO, Kunststof en Rubber Instituut. Delft, 28 juni 1982.

Spijk, S.J. , Gielen, Dr. J.W.J.. 'Beoordeling van de productie van PS-hardschuim op het gebruik van chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's)'. Rapport nr. R. 88/160 in opdracht van Stybenex (Mr. H.C. van der Sijs), Zaltbommel. TNO, hoofdgroep Maatschappelijke Technologie. Apeldoorn, 21 april 1988.

TNO-Milieu en Energie. 'Inzameling en recycling van kunststoffen'. Documentatieblad 33. Apeldoorn, juli 1990.

Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine, Rubriek "ex-machina": 'Het huishouden moet nettuR'. Den Haag, februari 1989, p. 20

Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine, Rubriek "toxicologie": 'Fundamenteel onderzoek in toxicologie moet grenzen verleggen', Henk Hage. Den Haag, februari 1990. p. 57

Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine. Rubriek:"Milieu": 'Vervuiling Noordzee een gecompliceerd probleem', Arno Schrauwers. Den Haag, maart 1990. p. 14

Toegepaste Wetenschap, TNO Magazine. Rubriek:"Milieu": 'Workshop leert opbouw van systematische milieuzorg', Jan van den Brink. Den Haag, juni 1990. p. 54

Applied Research, TNO periodiek, 'Waste incineration: dioxins in, dioxins out'. Den Haag, October 1990/33, pp. 3

Velema, W. , Boer, F. , Verheul, T.. 'Aardappelen koken in Spa blauw. Is ons drinkwater nog wel te vertrouwen?'. Intermediair nr. 8. Amsterdam, 24 februari 1989. p. 21

Venner, H., medewerker sectie afval, vereniging Milieudefensie Amsterdam. 'Kunststoffen en het milieu. Voor en nadelen'. Kunststof & Rubber, vakblad, nr. 12, 1988. p. 18

Venner, H., medewerker sectie afval, vereniging Milieudefensie. 'Kunststofindustrie kan de borst natmaken'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 28. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Vereniging Milieudefensie. 'Het enige dat je weggooit. Een boekje open over verpakkingen'. Boekje. Amsterdam. ISBN 90 6479 016 7

Verhaegh, A.P. , Vernooy, C.J.M. , Sluis, B.J. van der , Velden, N.J.A. van der. 'Vermindering van de milieubelasting door de glastuinbouw in Zuid-Holland. Interne nota 386, in opdracht van de Provincie Zuid Holland.. Landbouw-Economisch Instituut. Den Haag, december 1990.

Verpakken, vakblad, nr. 6. 'Milieukeuzes bepalend voor de jaren negentig. Just-in-time eis moet zeer serieus genomen worden. Kopstukken uit verpakkingsindustrie kijken naar verleden heden en toekomst'. 1989. p. 22

De Volkskrant, dagblad, Rubriek "binnenland": 'Tweedehands PVC volgens industrie vooralsnog te duur'. Amsterdam, week 21 1990. p. 10

De Volkskrant, dagblad, Rubriek "binnenland": 'milieustandaard voor bedrijven'. Amsterdam, 13 april 1990.

De Volkskrant, dagblad, Rubriek "Wetenschap; wetenschappelijk nieuws": 'Koper bevordert aderverkalking'. Amsterdam, zaterdag 20 april 1990.

Wanders, J.. 'Milieu-keurmerk kan ook averechts werken. Consument staat voor veel onduidelijkheden bij maken van productkeuze'. De Volkskrant. Amsterdam, 13 april 1991.

Weenen, H. v.. 'Zelf gemaakte toekomst. Milieuaspecten van nieuwe materialen'. Rapport. ISN=291262 (Bib PTG).

Werkgroep "Effecten van bestrijdingsmiddelen uit de tuinbouw op de waterkwaliteit". 'Invloed van de tuinbouwactiviteit op de waterkwaliteit in de polder van Nieuwland en Noordland (Westland)'. Rapport. Hoogheemraadschap van Delfland, Delft, december 1988

Woerd, K.F. v.d. , Oosterhuis, F.H. , Verbruggen, H.. 'De manager en het milieu. Alleen de schoonste bedrijven zullen overleven'. Rapport van het Instituut Voor Milieuvraagstukken van de Vrije Universiteit (IVM-VU) i.o.v. Van de Bunt Fundatie. Amsterdam, 1990.

Wubben, A.. 'Gebruik en herverwerking van kunststoffen in de land- en tuinbouw'. Artikel in 'Kunststof en rubber', nr. 2, 1991, p. 55. Maandblad van het Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Wijnen, H.L.J.M.. beleidsmedewerker Direktie Stoffen en Risicobeheersing Directoraat Generaal Milieubeheer, VROM. 'Milieubeleid ten aanzien van kunststoffen in Nederland'. Artikel in maandblad "Kunststof en Rubber" nr. 2 1991, p. 4. Kunststof en Rubber Instituut TNO te Delft.

Zuiveringschap West-Overijssel, Technologische dienst. 'Onderzoek bestrijdingsmiddelen in de Noordoostpolder. Oriënterend onderzoek inzake emissies van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater en het voorkomen van die middelen in oppervlakte en waterbodem in de Noordoostpolder'. Rapport. Zuiveringschap West-Overijssel. Zwolle, juni 1988.