

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180
2611 HH Delft
tel: 015 2 150 150
fax: 015 2 150 151
e-mail: ce@ce.nl
website: www.ce.n

Verwerking kunststof verpakkingsafval uit huishoudens

Mogelijkheden en kosteneffectiviteit
van vermindering van milieu-impact

Eindrapport

Delft, maart 2001

Opgesteld door: J.T.W. Vroonhof (CE)
G.C. Bergsma (CE)
A.M.M. Ansems (TNO)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Vroonhof, J.T.W., G.C. Bergsma, A.M.M. Ansems (TNO)
Verwerking kunststof verpakkingsafval uit huishoudens
Delft : CE, 2001

Kunststoffen / Verpakkingsmaterialen / Huishoudens / Afvalverwerking /
Milieuvriendelijk / Afvalscheiding / Afvalinzameling / Statiegeld / PET / Fles-
sen / Hergebruik / Scenario's /

Publicatienummer: 01.5932.04

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE
Oude Delft 180
2611 HH Delft
Tel: 015-2150150
Fax: 015-2150151
E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgevers: SVM-Pact en Ministerie van VROM.
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider J.T.W.
Vroonhof.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijke onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkterreinen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel van de studie	7
1.3 Opzet rapportage	8
2 Scenario's	9
2.1 Keuze scenario's	9
2.2 Beschrijving scenario's	11
2.3 Beoordelingspunten scenario's	14
3 Beleidsmatige omgeving	15
3.1 Recycling en nuttige toepassing in andere Europese landen	15
3.2 Europese regelgeving	16
4 Analyse vijf scenario's	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Samenstelling en hoeveelheden huishoudelijk kunststofafval	17
4.3 Scenario 1 AVI: Referentie	19
4.3.1 Inleiding	19
4.3.2 Techniek en effecten	19
4.3.3 Massabalans en milieu- en kostendata	19
4.3.4 Overig	20
4.4 Scenario 2: Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF)	20
4.4.1 Inleiding	20
4.4.2 Techniek en effecten	21
4.4.3 Massabalans en milieu- en kostendata	22
4.4.4 Realisatiepotentieel in 2005	24
4.4.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 2	26
4.4.6 Effecten op alle kunststofafval	28
4.4.7 Perspectief	28
4.5 Scenario 3: Nuttige toepassing van PPF plus flessen en flacons	29
4.5.1 Inleiding	29
4.5.2 Techniek en effecten	29
4.5.3 Massabalans en milieu- en kostendata	30
4.5.4 Realisatiepotentieel in 2005	31
4.5.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 3	31
4.5.6 Effecten op alle kunststofafval	32
4.5.7 Perspectief	33

4.6	Scenario 4: PET gescheiden ingezameld	33
4.6.1	Inleiding	33
4.6.2	Techniek en effecten	34
4.6.3	Massabalans en milieu- en kostendata	36
4.6.4	Realisatiepotentieel in 2005	37
4.6.5	Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 4	37
4.6.6	Effecten voor alle kunststofafval	38
4.6.7	Perspectief	39
4.7	Scenario 5: Flessen en flacons gescheiden ingezameld	39
4.7.1	Inleiding	39
4.7.2	Techniek en effecten	40
4.7.3	Massabalans en milieu- en kostendata	40
4.7.4	Realisatiepotentieel in 2005	42
4.7.5	Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 5	42
4.7.6	Effecten voor alle kunststofafval	44
4.7.7	Perspectief	45
5	Conclusies	47
5.1	Beeld voor kunststof verpakkingsafval in 2005	47
5.2	Beeld voor kunststof verpakkingsafval bij 100% realisatie scenario's	50
5.3	Effecten van de scenario's op alle kunststofafval	52
5.4	Effecten van de scenario's op de verwerking van huisvuil	53
5.5	Beleidsmatige consequenties	54
5.6	Onderzoeksvragen	54
	Referenties	55
	Verklarende woordenlijst	57
A	Samenstelling kunststofafval	61
B	Berekeningen scenario 1	65
C	Berekeningen scenario 2	67
D	Berekeningen scenario 3	71
E	Berekeningen scenario 4	75
F	Berekeningen scenario 5	83
G	Correspondentie	85

Samenvatting

In dit rapport wordt een beeld geschetst van de mogelijkheden om de komende 10 jaar milieuwinst te boeken met de verwerking van kunststof verpakkingsafval uit huishoudens en de kosten daarvan. Daarvoor zijn een vijftal scenario's doorerekend door CE in samenwerking met TNO.

Nagescheiden kunststof verpakkingsafval verwerken in energiecentrale is het meest eco-efficiënt.

Resultaten voor 2005

In 2005 is met bestaande huisvuilscheidingsinstallaties en geplande initiatieven daartoe zonder extra stimuleringsbeleid 26% van het kunststof verpakkingsafval van huishoudens af te scheiden voor nuttige toepassing middels inzet als brandstof in energiecentrales (subcoal) en cementovens. Dit komt neer op circa 73 kton per jaar en is een toename van 17% ten opzichte van 2000. Doordat een deel van het kantoor-, winkel-, diensten en industrieafval (KWDI) meelift met het huisvuil kan dan ook nog extra 12 kton kunststof verpakkingsafval voor nuttige toepassing in aanmerking komen. Behalve kunststof verpakkingsafval lift ook nog kunststof niet-verpakkingsafval mee. Dit is nog zo'n 38 kton. Dit alles kan worden bereikt tegen ongeveer dezelfde kosten van inzameling en verwerking van het kunststof verpakkingsafval als de huidige kosten.

In 2005 is het mogelijk om tot een hoger percentage nuttige toepassing van kunststof verpakkingsafval te komen. Daarvoor moeten naast de initiatieven voor de scheidingsinstallaties in geheel Nederland alle kunststof flessen en flacons gescheiden worden ingezameld. Dan kan in 2005 circa 92 kton kunststof verpakkingsafval van huishoudens voor nuttige toepassing in aanmerking komen. Met de gescheiden inzameling lift echter minder ander kunststofafval mee, zodat de totale hoeveelheid kunststofafval die voor nuttige toepassing in aanmerking komt in 2005 niet veel zal verschillen van alleen mechanische scheiding. Gescheiden inzameling maakt het allemaal wel veel duurder.

Gescheiden inzameling geeft in 2005 wel de meeste milieuwinst, maar de kosten per ton CO₂-reductie die dit scenario oplevert zijn aanzienlijk, f 970,- per ton CO₂-reductie. Dit is aanmerkelijk hoger dan wanneer zoveel mogelijk kunststof verpakkingsafval met scheidingsinstallaties wordt afgescheiden. Dat levert namelijk f 13,- per ton CO₂ op.

Statiegeld voor alleen kleine PET-flesjes met mechanische recycling leidt in 2005 tot weinig milieuwinst wat betreft CO₂-reductie en finaal afval, maar maakt de afvalverwerking van kunststof verpakkingen uit huishoudens wel 50% duurder. Effecten op zwerfafval zijn in deze studie niet onderzocht.

Op langere termijn, bij realisatie van scheidingsinstallaties in geheel Nederland, kan meer kunststof verpakkingsafval van huishoudens voor nuttige toepassing worden afgescheiden dan bij gescheiden inzameling, tegen aanmerkelijk lagere kosten. Deze scheidingsinitiatieven geven ook ruimte in de bestaande AVI's en dragen dus bij aan de vermindering van de hoeveelheid brandbaar afval die gestort moet worden.



Aanleiding onderzoek

Binnen het Convenant Verpakkingen II zijn afspraken gemaakt over het vergroten van het percentage hergebruik van verpakkingsafval. Voor kunststof is in Nederland de aandacht vooral uitgegaan naar mechanische recycling van kunststof verpakkingsafval uit de diensten en industriese sector (KWDI). Nu er wordt gedacht aan een eventueel convenant III, zijn industrie en overheid overeengekomen in brede zin te laten onderzoeken of ook het percentage nuttige toepassing van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval kan worden verhoogd. Dit is vastgelegd in de brief van Ministerie van VROM, SVM-Pact en NFI van juli 2000 aan de Commissie Verpakkingen (zie bijlage G).

De uitgevoerde studie had tot doel op zeer korte termijn op hoofdlijnen inzicht te verschaffen in de eco-efficiëntie van een aantal mogelijke scenario's voor de inzameling en verwerking van huishoudelijke kunststof verpakkingsafval in een eerste fase. Een eventueel vervolgonderzoek kan de uitkomsten en aannamen nog verder verfijnen maar zal de hoofdconclusies van deze studie niet veranderen.

Scenariokeuze

Er is gebruik gemaakt van een aantal scenario's die te boek staan als steeds verder gaand qua milieuresultaat en kosten:

- 1 AVI:
100% verbranden in Nederlandse AVI's. (referentie)
- 2 Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF):
Combinatie verbranden in een AVI en hoogwaardige verbranding van kunststoffen die mechanisch in Papier-Plastic-Fractie (PPF) zijn afgescheiden (ook wel aangeduid als subcoal-initiatief).
- 3 Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF) + fles/flacon
Combinatie van nuttige toepassing van Papier-Plastic-Fractie (PPF) en mechanische afgescheiden van flessen en flacons.
- 4 Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF) + fles/flacon + PET-inzameling
Combinatie van nuttige toepassing van Papier-Plastic-Fractie (PPF) + fles/flacons en gescheiden inzameling (statiegeld, breng- en haalsysteem) van PET-flessen gevolgd door mechanische recycling.
- 5 Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF) + gescheiden inzameling van fles/flacons
Combinatie van nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF) en gescheiden inzameling van alle flessen en flacons.

De werkelijke situatie anno 2000 bevindt zich tussen scenario 1 en 2: in de scheidingsinstallaties GAVI-Wijster en VAGRON-Groningen wordt reeds een klein deel van het huishoudelijke kunststof verpakkingsafval afgescheiden.

Nuttige toepassing

Onder nuttige toepassing vallen begrippen als: mechanische recycling, grondstofrecycling en hoofdgebruik als brandstof. Verbranding in een AVI met energieopwekking valt daar in Nederland niet onder, in enkele andere Europese landen wel. Met hoofdgebruik als brandstof worden een aantal technieken bedoeld die milieukundig vergelijkbaar zijn met de grondstofrecycling volgens de Texaco-vergassingstechniek. Het gaat hier om verstoken van kunststof verpakkingsafval in een kolencentrale (subcoal of rofire) of gebruik als brandstof in een cementoven. Milieukundig zijn ze zelfs iets beter dan de Texaco-vergassing.



De analyse die in deze studie is gemaakt betreft steeds de beoordeling van de eco-efficiëntie van de verwerking van alle huishoudelijke kunststof verpakkingsafval.

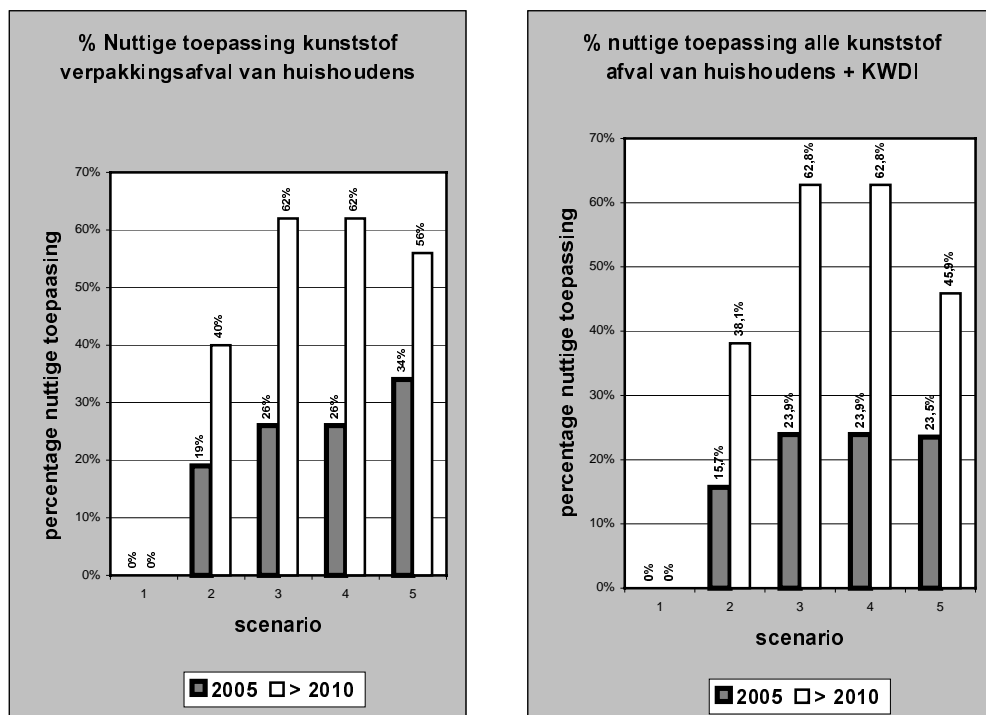
Beeld voor huishoudelijk kunststof verpakkingsafval in 2005 en na 2010

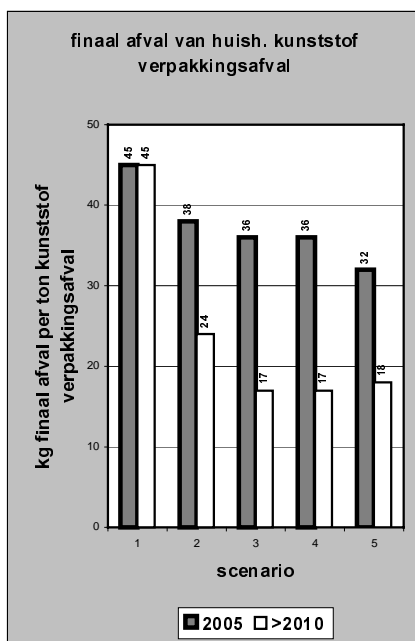
In Figuur 1 zijn het percentage kunststof verpakkingsafval van huishoudens dat via nuttige toepassing wordt verwerkt, het percentage van alle kunststofafval dat via nuttige toepassing wordt verwerkt en de hoeveelheid finaal afval uitgezet per scenario. Bij scenario 2 en 3 betreft de nuttige toepassing alleen hoofdgebruik als brandstof. In scenario 4 betreft het hoofdgebruik als brandstof en een minimale hoeveelheid mechanische recycling. In scenario 5 betreft het bij kunststof verpakkingsafval 15% mechanische recycling en de rest hoofdgebruik als brandstof.

In de figuren wordt naast het doeljaar van de studie 2005 ook het effect gegeven bij volledige realisatie van het scenario, te bereiken vanaf of na 2010. Deze doorkijk geeft het toekomstige perspectief van het scenario aan.

Scenario 4 en 5 zijn hier gepresenteerd in de statiegeldvariant. Deze twee varianten leveren binnen scenario 4 en 5 de meeste milieuwinst op.

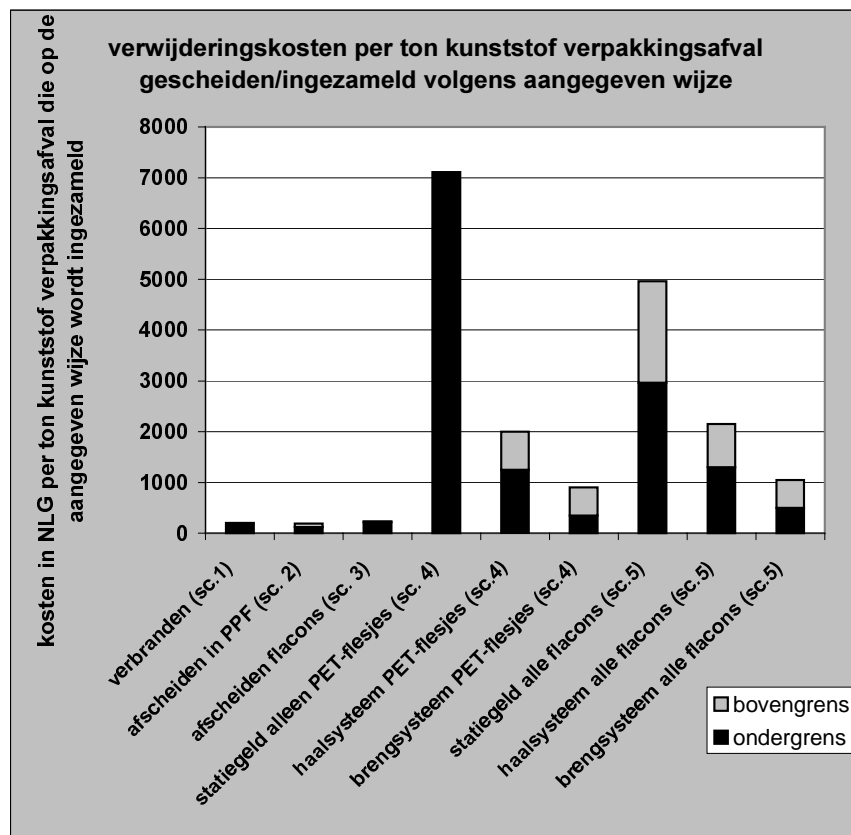
Figuur 1 Percentage nuttige toepassing en finaal afval van kunststof verpakkingsafval van huishoudens en percentage nuttige toepassing van alle kunststofafval inclusief KWDI-afval dat in dezelfde installaties wordt gescheiden





In Figuur 2 zijn de kosten per ton kunststof verpakingsafval opgenomen van de diverse wijzen van scheiding plus verwerking van kunststof verpakingsafval.

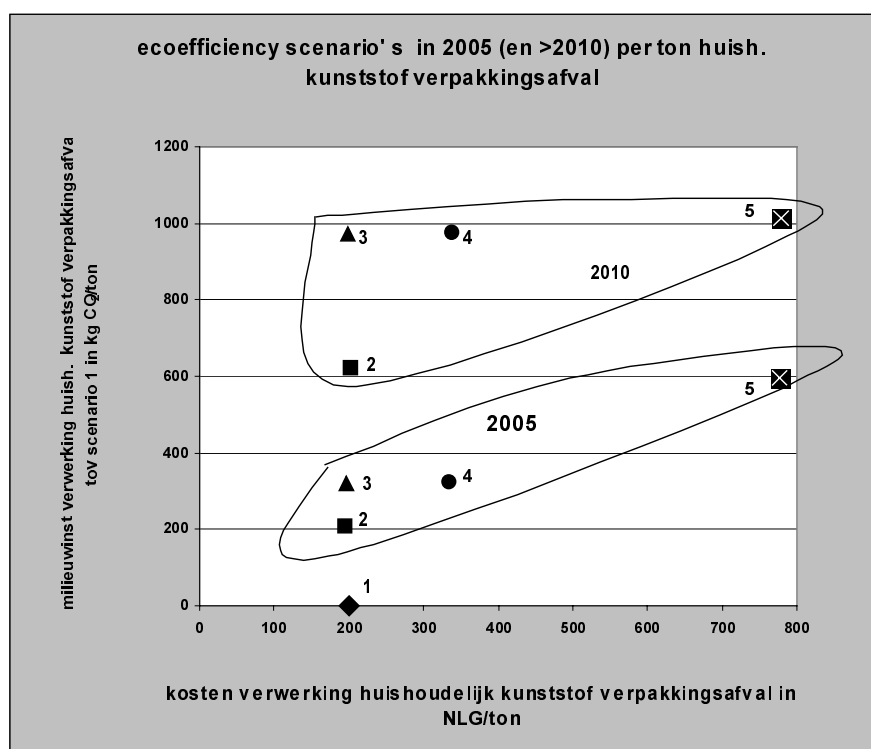
Figuur 2 Kosten van verschillende wijzen van scheiding gevolgd door verwerking van kunststof verpakingsafval per ton kunststof verpakingsafval



De kosten van de mechanische scheiding van kunststof verpakkingen in een papier-plasticfractie en van flacons inclusief de verwerking liggen op hetzelfde niveau als de ongescheiden verbranding ervan. Afscheiden en verwerken als bestanddeel van de papier-plasticfractie is iets goedkoper dan verbranden. Afscheiden en verwerken van de flaconfractie is iets duurder dan verbranden. De broninzamelsystemen zijn alle duidelijk duurder dan verbranding. De statiegeldsystemen springen er qua kosten zeer ongunstig uit.

In Figuur 3 is de eco-efficiëntie van de scenario's weergegeven bij realisatie van de bestaande initiatieven (verwacht in 2005) en een doorkijk naar volledige realisatie van nascheiding van kunststof verpakkingsafval vanaf 2010. Daarvoor zijn de kosten per ton kunststofafval uitgezet tegen de beperking van de hoeveelheid CO₂-emissie omdat dit het dominante milieueffect is.

Figuur 3 Eco-efficiëntie scenario's ten opzichte van scenario 1



In 2005 scoort scenario 5 het beste met betrekking tot de milieucriteria, de kosten zijn echter hoog. De betere milieuscore is toe te schrijven aan de snellere invoering van broninzamelsystemen dan het realiseren van een volledig park aan scheidingsinstallaties.

Scenario 3 (nascheiding van kunststof verpakkingsafval in een papier-plasticfractie en aparte nascheiding van een flaconfractie met grondstofrecycling) scoort op wat langer termijn duidelijk het beste op zowel CO₂-emissie, finaal afval als kosten. Scenario 5 is bij volledige realisatie van de scenario's qua recyclepercentage iets lager dan scenario 3 en leidt tot een aanzienlijke kostenverhoging. Scenario 4 is qua milieuprestatie gelijk aan scenario 3 maar duurder.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het Convenant Verpakkingen II is voor kunststof verpakkingen het volgende vastgesteld: een verplichting van 27% mechanische recycling en daar boven op een inspanningsverplichting van 8% materiaalhergebruik, beide te bereiken in 2001. Hierbij gaat het om de combinatie van huishoudelijk en niet-huishoudelijk (KWDI) kunststof verpakkingsafval. Het jaarverslag van oktober 2000 van de Commissie verpakkingen geeft voor 1999 een resultaat van ten minste 17% hergebruik. Een in opdracht van de VMK en SVM-PACT uitgevoerde analyse geeft aan dat dit percentage mogelijk 10% hoger kan liggen. De behoefte wordt gevoeld te onderzoeken of het percentage nuttige toepassing van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval kan worden verhoogd naast mechanische recycling van kunststof verpakkingsafval uit KWDI.

Bij de verschillende partijen (bedrijfsleven en overheid) bestaat de wens en behoefte een beeld te krijgen van de kosten, milieueffecten en realisatiemogelijkheden van inzamel- en verwerkingsscenario's voor huishoudelijk kunststof verpakkingsafval.

De hoofdvraag is: hoe moet in Nederland de verwijdering van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval verder worden vormgegeven zodat er een flinke milieuwinst wordt gerealiseerd tegen redelijke kosten?

In deze studie zijn conform de afspraken tussen het Ministerie van VROM, SVM-Pact en NFI zoals vastgelegd in de brief aan de Commissie Verpakkingen van juli 2000 (zie bijlage G) ook de inzamel- en herverwerkingsmogelijkheden van kleine PET-flesjes onderzocht. De milieu-aspecten CO₂-reductie en finaal afval en de kosten zijn onderzocht. Effecten op zwerfafval zijn in deze studie niet onderzocht.

1.2 Doel van de studie

Doel van het project is inzicht te verschaffen in de eco-efficiëntie en het realiteitsgehalte van een vijftal alternatieve scenario's voor de verwerking van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval.

In verband met het gewenste inzicht per maart 2001 zijn de scenario's op hoofdlijnen uitgewerkt. Na maart 2001 kan desgewenst verdere detaillering plaatsvinden van deze en zo mogelijk andere scenario's. In de studie zijn enkele aannamen gedaan met betrekking tot scheidingsrendementen en verwerking van afgescheiden fracties. In vervolgstudies kunnen deze aannamen worden onderzocht

Het doel voor het project is gecondenseerd in de volgende vraagstelling:

- Eco-efficiëntie voor de vijf scenario's.
- Hoe scoort Nederland nu in vergelijking tot het gemiddelde van Noord Europese landen daar waar het gaat om de verschillende vormen van nuttige toepassing van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval (daarbij zal gekeken worden naar Duitsland, Denemarken, Noorwegen, Zweden, België, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk)?

- Welke van de gekozen scenario's heeft de potentie om het niveau van nuttige toepassing verder te doen toenemen en binnen welke randvoorwaarden?
- Wat zijn, globaal genomen, de kostenramingen voor deze 5 scenario's?

1.3 Opzet rapportage

In hoofdstuk 2 worden te onderzoeken scenario's toegelicht en wordt aangegeven welke data van de scenario's zijn onderzocht.

In hoofdstuk 3 worden kort enkele data van vijf noord Europese landen gegeven ten aanzien van kunststof verwijdering.

Hoofdstuk 4 is het hoofdstuk waarin de vijf scenario's zijn uitgewerkt.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de in hoofdstuk 4 uitgewerkte scenario's bij elkaar gebracht en worden conclusies getrokken.

Naast een referentielijst en bijlagen met berekeningen is ook een overzicht opgenomen met definities van gebruikte begrippen.



2 Scenario's

2.1 Keuze scenario's

Er is gezocht naar een aantal logische scenario's die te boek staan als steeds verder gaand qua milieuresultaat en kosten. Dit geeft de volgorde:

- Verbranding in een AVI.
- Mechanische nascheiding en hoofdgebruik als brandstof middels inzet in energiecentrales (subcoal) en cementovens.
- Gescheiden inzamelen en mechanische recycling.

Hiermee wordt gedeeltelijk vooruit gelopen op de uitkomsten van de studie. Bij de uitkomsten zal daarom geanalyseerd in hoeverre deze hypothetische volgorde stand houdt.

Voordat de scenario's worden beschreven, worden eerst enkele begrippen gedefinieerd.

- *Mechanisch hergebruik of mechanische recycling*
Opwerking van kunststofafval via fysisch-mechanische processen tot een secundaire grondstof die primaire grondstof vervangt zonder dat daarbij sprake is van verbranding en zonder dat de chemische samenstelling van het afval verandert (conform definitie [CVII], zoals beschreven in de toelichting bij het deelconvenant materiaalhergebruik kunststofverpakkingen).
- *Grondstofhergebruik of grondstofrecycling*
Grondstofrecycling is de verwerking van kunststofafval tot producten die in de chemische industrie als grondstof voor de productie van chemische stoffen kan worden ingezet (conform definitie [CVII], zoals beschreven in de toelichting bij het deelconvenant materiaalhergebruik kunststofverpakkingen, het vergassingsproces van Texaco valt hieronder).
- *Materiaalhergebruik of materiaalrecycling*
Materiaalrecycling omvat grondstofrecycling en mechanische recycling. (conform definitie [CVII], zoals beschreven in de toelichting bij het deelconvenant materiaalhergebruik kunststofverpakkingen).
- *Hoofdgebruik als brandstof*
Hoofdgebruik als brandstof is het gebruik van verbrandbaar afval met het doel energie op te wekken door directe verbranding met of zonder ander afval, waarbij de vrijkomende warmte wordt toegepast. (conform EU Directive 1994) Lidstaten hebben de vrijheid zelf een grens te stellen tussen verbranden als vorm van verwijdering en verbranden met als hoofdgebruik brandstof als vorm van nuttige toepassing. Dat kan middels de calorische waarde, type installatie, type afval, enz. In Nederland wordt verbranden in een afvalverbrandingsinstallatie niet als hoofdgebruik als brandstof beschouwd, maar als verwijdering of specifiek verbranden op land (incineration on land). Verwerkingsroutes als subcoal en cementovens worden wel aangeduid met hoofdgebruik als brandstof.
- *Nuttige toepassing*
Nuttige toepassing omvat de begrippen materiaalrecycling en hoofdgebruik als brandstof.

Door CE is het vergassen van kunststofafval (Texaco-studie) [CE, 1997] en het bijstoken van kunststofafval in een kolencentrale of cementoven [CE, 2000] volgens dezelfde methodiek beoordeeld. Op grond van deze beoorde-

ling heeft het Ministerie van VROM het vergassen van kunststofafval als grondstofhergebruik en daarmee als een vorm van materiaalhergebruik, erkend. De milieuanalyse van het bijstoken in een kolencentrale en een cementoven laat een vergelijkbare, zelfs iets lagere milieudruk zien dan het vergassen. Op grond hiervan ligt het in de rede het bijstoken in een kolencentrale (subcoal) en cementoven (rofire) te beschouwen als vormen van nuttige toepassing die bijdragen aan de doelstellingen van het CVII en een vervolg hierop. Daarom worden subcoal en rofire evenals vergassen en mechanische recycling aangeduid met de verzamelterm nuttige toepassing.

In het onderstaande schema zijn de genoemde begrippen ingedeeld.

Techniek	Definitie NL	Definitie sommige andere EU-lidstaten
Verbranden in een AVI	} disposal of verwijdering	} nuttige toepassing of recovery
Hoofdgebruik als brandstof (subcoal, cementoven)		
Grondstofrecycling (vergassen)	} nuttige toepassing	
Mechanische recycling		

De volgende scenario's worden uitgewerkt:

- 1 Referentie: 100% verbranden in Nederlandse AVI's.
- 2 Combinatie verbranden in een AVI en nuttige toepassing van kunststoffen die mechanisch zijn afgescheiden (ook wel aangeduid als subcoal-initiatief).
- 3 Combinatie van 2 en aparte mechanische scheiding van flessen en flacons, gevolgd door nuttige toepassing¹.
- 4 Combinatie van 3 en gescheiden inzameling (verschillende alternatieven) van PET-flessen, gevolgd door nuttige toepassing.
- 5 Combinatie 2 en gescheiden inzameling van alle flessen en flacons, gevolgd door nuttige toepassing.

De analyse betreft steeds de beoordeling van de eco-efficiëntie van de verwerking van alle huishoudelijke kunststof verpakkingsafval.

Het onderzoek richt zich op kunststof verpakkingsafval van huishoudens. In de praktijk wordt tegelijk met het huishoudelijke afval, afval van kleine bedrijven ingezameld en als gemengde stroom verwerkt. Volgens informatie van VAGRON [VAGRON, 2001] en Essent [Essent, 2001] is de hoeveelheid van dit KWDI-afval 20%-25% van het ter verwerking aangeboden huishoudelijke afval. Volgens VAGRON en Essent is de samenstelling van dit afval vergelijkbaar met het huishoudelijke afval. In de analyses die worden uitgevoerd, wordt steeds uitgegaan van afscheiding van kunststof verpakkingsafval uit huishoudelijk afval. Voor de effecten op de totale afvalstroom die wordt verwerkt (huishoudelijk plus KWDI) kan men ter indicatie de hoeveelheden aan

¹ In hoofdstuk 3 zal worden aangegeven dat mechanische recycling van de in de scheidingsinstallatie afgescheiden flaconfractie zeer onwaarschijnlijk wordt geacht.



afgescheiden kunststoffen met een factor 1,25 vermenigvuldigen (25% KWDI).

2.2 Beschrijving scenario's

Scenario 1: AVI

Referentie: 100% verbranden in Nederlandse AVI's.

Uitgegaan wordt van het gemiddelde Nederlandse AVI-park.

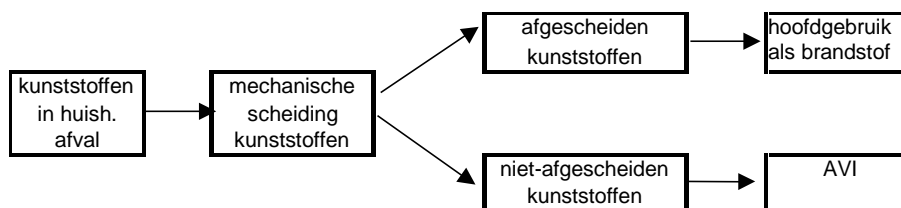
Dit is niet het huidige scenario van afvalverwijdering in Nederland, omdat in de scheidingsinstallaties van Essent en de VAGRON een deel van het kunststofafval als onderdeel van de PPF (**P**apier-**P**lastic-**F**ractie) reeds wordt afgescheiden en als brandstof wordt ingezet. Voor de helderheid van de effecten van de scenario's is dit echter niet in het referentiescenario meegenomen.

Scenario 2: Nuttige toepassing

Combinatie verbranden in een AVI en nuttige toepassing van kunststof verpakkingsafval dat mechanisch is afgescheiden.

Scenario 2 is als volgt schematisch weer te geven.

Figuur 4 Scenario 2: nuttige toepassing



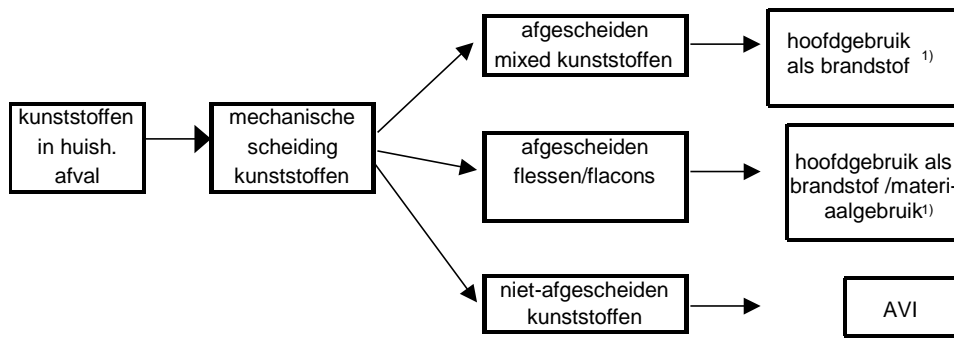
Voor de mechanische scheiding wordt uitgegaan van wat op basis van bestaande technieken kan worden verwacht bij implementatie in geheel Nederland en wat naar verwachting de reële mogelijkheden binnen 4 à 5 jaar kunnen zijn. Ook wordt het langere termijn potentieel aangeduid.

De niet afgescheiden kunststof verpakkingen worden verbrand in een AVI. De afgescheiden kunststof verpakkingen worden via de zgn. subcoalroute in een energiecentrale verwerkt (of aan subcoal gelijk gestelde routes). Aangegeven zal worden wat de kostenconsequenties zullen zijn van toename van de afscheiding van kunststof verpakkingen in de scheidingsinstallatie.

Scenario 3 nuttige toepassing van mixed kunststoffen en flessen/flacons

Combinatie van scenario 2 en aparte nascheiding van kunststof flessen en flacons, gevolgd door nuttige toepassing. Scenario 3 is in figuur 2 schematisch weergegeven.

Figuur 5 Scenario 3



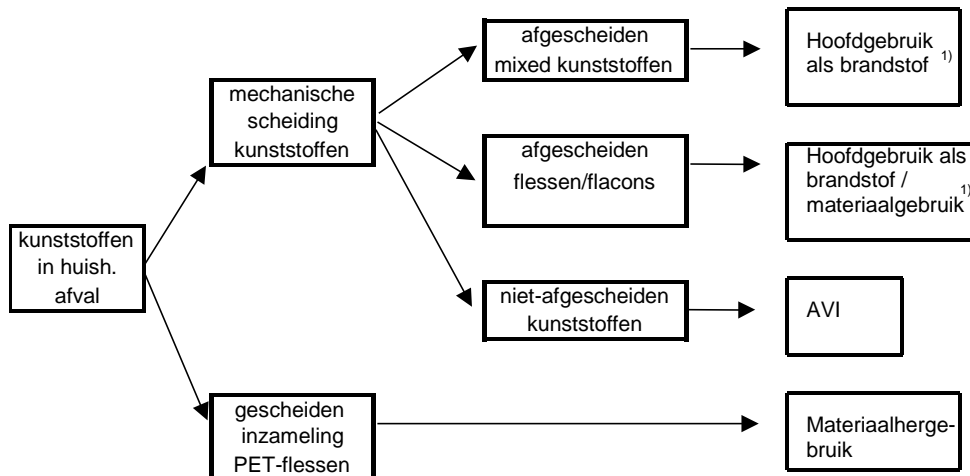
1) Mechanische recycling is zeer onwaarschijnlijk

In de mechanische scheiding worden naast gemengde kunststof verpakkingen, kunststof flessen en flacons apart afgescheiden. Uitgegaan wordt van bestaande technieken voor het afscheiden van deze. Tevens wordt uitgegaan van wat op basis van bestaande technieken kan worden verwacht bij implementatie in geheel Nederland en wat naar verwachting de reële mogelijkheden binnen 4 à 5 jaar kunnen zijn. De afgescheiden flessen en flacons worden vervolgens via een nuttige toepassing route verwerkt. Mechanische recycling wordt zeer onwaarschijnlijk geacht (zie hoofdstuk 3).

Scenario 4 Inzameling PET bovenop scenario 3

Combinatie van 3 en gescheiden inzameling (verschillende alternatieven) van PET-flessen, gevolgd door mechanische recycling van deze PET-flessen. Scenario 4 is in figuur 3 schematisch weergegeven.

Figuur 6 Scenario 4



1) Mechanische recycling is zeer onwaarschijnlijk

Voor gescheiden inzameling van PET-flessen (en zo mogelijk voor andere PET verpakkingen waarvoor een toename van dit volume wordt voorzien) worden vooralsnog tenminste drie alternatieven onderscheiden:

- statiegeldsysteem;
- brengsysteem naar 'plasticbakken';
- haalsysteem.

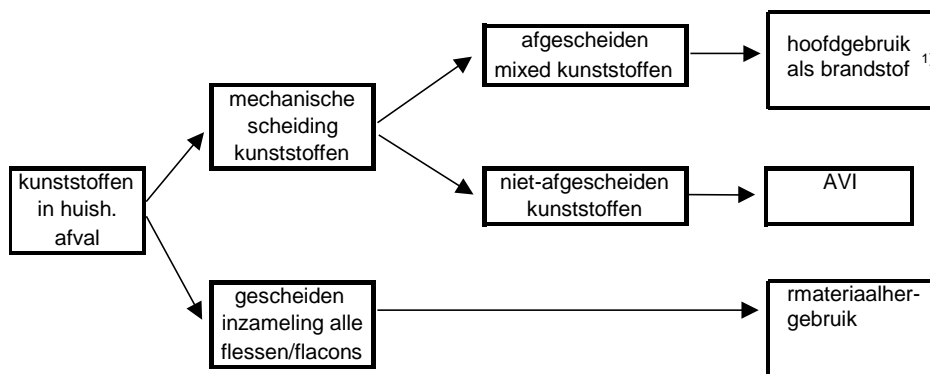


Voor de verwerking van de gescheiden ingezamelde flessen wordt uitgegaan van een éénmalig systeem, waarbij mechanische recycling plaatsvindt. Dit éénmalige systeem is bij breng-, haal- en statiegeldsystemen het meest gangbare in Europa.

Bij het statiegeldsysteem voor PET-flesjes kan ook nog aan hervullen worden gedacht. Daarvoor is het wel nodig dat de PET-flesjes worden aangepast: ze moeten dikker worden gemaakt. Dit is niet nader uitgewerkt. Alleen in Noorwegen (5 miljoen inwoners) wordt dit toegepast. Alle andere landen die inzamelen met statiegeld of retourpremies gebruiken eenmalige flesjes. De mechanisch afgescheiden flessen en flacons worden vervolgens via een nuttige toepassing route verwerkt, voor zover deze realistisch is. Uitgegaan wordt van wat kan worden verwacht bij implementatie in geheel Nederland en wat naar verwachting de reële mogelijkheden binnen 4 à 5 jaar kunnen zijn.

Scenario 5 Inzameling van flessen/flacons boven op scenario 2
 Combinatie 2 en gescheiden inzameling van alle flessen en flacons.
 Scenario 5 is als volgt schematisch weer te geven.

Figuur 7 Scenario 5



1) Mechanische recycling is zeer onwaarschijnlijk

Voor gescheiden inzameling van alle flessen/flacons (HDPE en PET, dus ook bijvoorbeeld body-care artikelen in PET) worden drie alternatieven onderscheiden:

- statiegeldsysteem;
- brengsysteem naar 'plasticbakken';
- haalsysteem.

De gescheiden ingezamelde kunststof flessen worden mechanisch gerecycled.

Uitgegaan wordt van wat kan worden verwacht bij implementatie in geheel Nederland en wat naar verwachting de reële mogelijkheden binnen 4 à 5 jaar kunnen zijn.

2.3

Beoordelingspunten scenario's

De scenario's worden beoordeeld op de volgende punten:

- Percentage nuttige toepassing van het huishoudelijke kunststof verpakingsafval: dit is het percentage van het huishoudelijk kunststof verpakingsafval dat op de aangegeven wijze binnen een tijdsbestek van 4 à 5 jaar kan worden verwerkt met het oog op nuttige toepassing en met behulp van bewezen technieken. Tevens zal een inschatting gemaakt worden van de kosten en de milieuvoordelen.
- Percentage nuttige toepassing van alle kunststoffen: dit is het percentage van alle huishoudelijke kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen) dat op de aangegeven wijze binnen een tijdsbestek van 4 à 5 jaar kan worden verwerkt met het oog op nuttige toepassing en met behulp van bewezen technieken.
- Kosten: dit zijn de verwachte kosten (vanaf het moment van vrijkomen bij huishoudens tot en met de verwerking) in Nederlandse gulden per ton, van het via de alternatieve scenario's verwerkte huishoudelijke kunststof verpakingsafval uit huishoudens. De kosten van de inzameling van het kunststof verpakingsafval als onderdeel van het huishoudelijke 'grijze' restafval zijn niet meegenomen.
- CO₂: dit is de verwachte (vermeden) emissie van CO₂ per ton, van het op de aangegeven wijze verwerkte huishoudelijke kunststof verpakingsafval.
- Afval naar AVI: dit is het percentage huishoudelijke kunststof verpakingsafval dat naar verwachting nog in de AVI zal worden verbrand.
- Finaal afval: dit is de verwachte hoeveelheid afval na verbranding van het kunststof verpakingsafval in de AVI.
- Realiseerbaarheid/haalbaarheid: dit betreft de fysieke mogelijkheden, zoals scheidingstechnieken, afzetmogelijkheden.

De milieupbrengst van de routes wordt dus beperkt tot de meest relevante thema's, te weten: CO₂-emissie en het na verbranding resulterende finaal afval. Deze keuze is gebaseerd op een ervaring met een groot aantal LCA-studies en ook door het ministerie van VROM in het rapport over milieudruk van afvalstoffen bevestigd. [VROM, 2000]. Daarin worden voor afval in het algemeen als dominante milieuthema's broeikaseffect, finaal afval en toxiciteit aangemerkt. In deze studie wordt toxiciteit niet meegenomen omdat dit bij verpakingsafval veel minder speelt dan bij overig afval. Ook finaal afval ontstaan bij de productie van de kunststof verpakingsmaterialen is niet meegenomen.



3 Beleidsmatige omgeving

3.1 Recycling en nuttige toepassing in andere Europese landen

In Tabel 1 en Tabel 2 worden enige cijfers over de nuttige toepassing van kunststof verpakkingsafval van enkele Noord Europese landen gepresenteerd.

Tabel 1 Mechanische recycling en grondstofrecycling van kunststof verpakkingsafval in percentages in enkele Europese landen, data 1998 [Sofres, 2000]

Land	Mechanische recycling, hoogwaardig en laagwaardig ² plus grondstofrecycling			
	Mechanische recycling huishoudelijk	Mechanische recycling KWDI	Grondstofrecycling Huish +KWDI	Totaal (gewogen gemiddelde)
België	14,5%	31,5%		19,9%
Denemarken	2,0%	24,1%		9,7%
Duitsland	28,7%	30,1%	23,4%	52,7%
Zweden	8,3%	24,2%		15,6%
Noorwegen	4,1%	38,7%		14,3%
Nederland	1,1%	32,5%	8% inspanningsverplichting	14,3%
Groot Brittannië	1,8%	19,0%		7,9%
Frankrijk	3,8%	32,8%		11,7%

Voor mechanische recycling in de KWDI-sector zit Nederland in de kopgroep, maar voor huishoudelijk afval in de achterhoede. Gemiddeld gezien zit Nederland ten aanzien van mechanische recycling in de middengroep van de opgenomen landen. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat niet alle mechanische recycling dezelfde milieuwinst oplevert. Recycling voor hetzelfde product is onomstreden. Recycling voor dikwandige producten of als houtvervanger (laagwaardige mechanische recycling), geeft maar een zeer beperkt milieuvoordeel [Öko, 2000], [TNO, 2001]. Vooral het Duitse cijfer is hierdoor gekleurd. In het Convenant Verpakkingen II is de afspraak gemaakt om grondstofrecycling (Texaco) mee te laten tellen bij de doelstellingen en dat dit ook relevant is voor de vergelijking met andere landen, in het bijzonder Duitsland waar grondstofrecycling op praktijkschaal plaatsvindt.

² Definitie hoogwaardige en laagwaardige mechanische recycling zie achter in het rapport.

Tabel 2 Recycling van kunststof verpakkingsafval (huishoudelijk plus KWDI) in percentages in enkele Europese landen, data 1998 [Sofres, 2000]

Land	Mechanische recycling		Grondstof recycling bereikt in 1998	AVI bereikt in 1998	Totaal: Mechanische recycling + grondstof recycling + AVI	
	bereikt in 1998	Doelstellingen			bereikt in 1998	Doelstellingen (vrijwel alle voor 2001) [ARGUS, 2000]
België	19,9%	15%		42,5%	62,4%	niet specifiek voor kunststof
Denemarken	9,7%	15%		74,7%	84,5%	voor deelstromen
Duitsland	29,3%		23,4%	26,6%	79,3%	ex AVI 36%
Zweden	15,6%			54,8%	70,4%	ex AVI 70%
Noorwegen	14,3%			24,8%	41,9%	Onbekend
Nederland	14,3%	27%		57,0%	71,3%	ex AVI 35%
Groot Brittannië	7,9%	16%		10,5%	19,2%	niet specifiek voor kunststof
Frankrijk	11,7%	15%		28,4%	40,2%	niet specifiek voor kunststof

Wat betreft nuttige toepassing plus AVI zit Nederland in de kopgroep, het betreft echter alleen verbranding in een AVI. Het energetisch rendement van deze verbranding in AVI's is voor kunststof echter laag. Een ongeveer tweemaal zo hoog energetisch rendement is te halen door het kunststof van het laag calorische overige huisvuil af te scheiden en als brandstof in een energiecentrale of cementoven in te zetten.

3.2 Europese regelgeving

Binnen Europa zijn er grote verschillen in het systeem van afvalverwerking en de milieupformance van de afvalverwerking. Zo wordt er in de meeste Europese landen nog vooral veel afval gestort. Duitsland neemt een unieke positie met haar ambitieuze maar relatief dure DSD waarin producentenverantwoordelijkheid voor verpakkingsafval sterk is gevolgd. Diverse andere landen, zoals Frankrijk, België en Denemarken kennen of installeren een heffingensysteem op verpakkingen. Nederland heeft met haar verpakkingenconvenant bestuurlijk een uitzondering. De Nederlandse resultaten qua inzameling en recycling voldoen ruim aan de criteria van de Europese richtlijn. De nieuwe voorstellen van de Europese commissie leggen sterk de nadruk op verhogen van de recycling percentages.



4 Analyse vijf scenario's

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de beoordelingspunten van de scenario's geanalyseerd. Daarvoor is allereerst de samenstelling en hoeveelheid van het kunststof verpakkingsafval van huishoudens vereist. In paragraaf 4.2 wordt deze gegeven.

In de daarop volgende paragrafen worden de vijf scenario's behandeld. Deze zijn als volgt opgebouwd:

- 1 Inleiding.
- 2 Beschrijving techniek en effecten.
- 3 Massabalans en milieu- en kostendata.
- 4 Verwacht realisatiepotentieel in 2005.
- 5 Berekening percentages nuttige toepassing, kosten en milieueffecten in 2005, bij 66% realisatie en volledige realisatie van het scenario.
- 6 Effecten op alle kunststofafval.
- 7 Perspectief.

Met nadruk wordt er op gewezen dat de berekeningen van de vijf scenario's in dit hoofdstuk kunststof verpakkingsafval van huishoudens betreffen. Hierdoor kunnen berekende cijfers soms lager lijken, dan sommige lezers op basis van hun expertise zouden verwachten. Men dient zich echter te realiseren dat in andere projecten (zoals het subcoalproject) het totale kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen plus een deel KWDI-afval, is beschouwd.

In de bijlagen (elk scenario heeft zijn eigen bijlage) treft u ook berekeningen aan voor de effecten van de scenario's op alle kunststofafval van huishoudens, verpakkingen plus niet-verpakkingen, inclusief dat deel van het KWDI-afval dat gelijktijdig met het huishoudelijke afval in scheidingsinstallaties wordt behandeld. Belangrijke resultaten van deze berekeningen worden in de hoofdtekst in dit hoofdstuk vermeld.

4.2 Samenstelling en hoeveelheden huishoudelijk kunststofafval

In Tabel 3 is de samenstelling van het huishoudelijke kunststof verpakkingsafval opgenomen. In bijlage A wordt toegelicht op welke wijze deze samenstelling is bepaald. Tevens is in bijlage A de samenstelling opgenomen van het kunststof niet-verpakkingsafval. Er wordt op gewezen dat de huisvuilzakken niet tot de verpakkingen conform het Convenant Verpakkingen II worden gerekend. Ze zijn eveneens in bijlage A bij de niet-verpakkingen ingedeeld.

De samenstelling is gebaseerd op de sorteeranalyses van het RIVM, conceptcijfers voor 1999. Deze zijn gebaseerd op monsternames in tien Nederlandse gemeenten verspreid over het land. Aldus geven de cijfers van het RIVM naar verwachting een representatief beeld van de gemiddelde Nederlandse samenstelling van het huisvuil en als onderdeel daarvan het kunststof verpakkingsafval.

Door Essent zijn voor de input in de GAVI in Wijster ook sorteeranalyses uitgevoerd. Deze zijn gebruikt in de subcoalstudie en specifiek voor de

GAVI. Omdat deze studie niet specifiek op de GAVI gericht is, worden deze cijfers niet gebruikt³. In bijlage A wordt de samenstelling overigens wel gegeven, opdat vergelijkingen met de subcoalstudie mogelijk worden.

Uitgangspunt voor de hoeveelheid kunststof verpakkingsafval van huishoudens is het door de Commissie Verpakkingen in haar jaarverslag van 1999 [CieVerp, 2000] genoemde cijfer van 282 kton.

Volgens de VMK [VMK, 2001] kwam in 2000 ca. 9 kton kunststof verpakkingsafval vrij bij de papierfabriek in Roermond. Deze verwerkt 450 kton oud papier per jaar. Dit verpakkingsafval betreft draagtasjes, waarin het oud papier wordt aangeboden, en plastic hoesjes van tijdschriften. Deze 9 kton kunststof is volgens de VMK [VMK, 2001] met papierreject tot energiepellets voor de cementindustrie verwerkt, dit wordt 'Rofire' genoemd. Dezelfde bron verwacht dat in 2005 bij alle papierfabrieken de kunststof uit het oud papier zal worden afgescheiden. Dit komt neer op een hoeveelheid van 23 kton⁴ in 2005.

De hoeveelheid kunststof verpakkingsafval van huishoudens die aanwezig is in het 'grijs' huishoudelijk restafval bedraagt 259 kton per jaar (282 kton minus 23 kton).

Het referentiejaar is 1999. In de berekeningen wordt er van uit gegaan dat de hoeveelheid en samenstelling van het kunststof verpakkingsafval gelijk blijft aan die in het referentiejaar.

Onder aan Tabel 3 is een controle berekening uitgevoerd door de hoeveelheid kunststofverpakkingsafval in het huishoudelijke afval. De hoeveelheid in het huisvuil aanwezige kunststofverpakkingsafval is daarbij gedeeld door het percentage, maal honderd. Dit resulteert in een hoeveelheid huisvuil van 3.937 kton per jaar. Dit komt redelijk overeen met de hoeveelheid volgens het Informatiepunt Afval [IPA, 2000], zijnde 3.650 kton. In verband met de inhoudelijke consistentie van dit rapport moet er voor worden gekozen om ofwel de samenstellingpercentages over de gehele linie aan te passen aan de 3.650 kton, ofwel een grotere hoeveelheid huisvuil te gebruiken. Uit praktische overwegingen is gekozen voor dit laatste. **Dus in het vervolg van dit rapport wordt uitgegaan van een aanwezige hoeveelheid huisvuil van 3.937 kton/jaar.**

Het kunststofverpakkingsafval bedraagt 65,7% van alle kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen), zie bijlage A.

³ In de sorteeranalyses van Essent wordt ongeveer 50% meer verpakkingsfolie gevonden dan in de sorteeranalyses van het RIVM. Omdat de totale hoeveelheid kunststof verpakkingsafval van huisvuil over Nederland gelijk blijft, 282 kton volgens de Commissie Verpakkingen [CieVerp2000], zal indien bij de GAVI meer wordt aangeboden, dit betekenen dat de hoeveelheid in het niet aan de GAVI aangeboden afval gemiddeld iets afneemt. Uitgaande van het gemiddelde kan het betekenen dat de hoeveelheid afgescheiden kunststofafval te scheiden in 2005 iets wordt onderschat. In bijlage C, behorende bij scenario 2, zal worden berekend hoe groot deze onderschatting is.

⁴ Volgens de FNOI (Federatie Nederlandse Oudpapier Industrie) werd in 1999 1.150 kton oud papier van huishoudens ingezameld en 1.200 kton bij de KWDI [Info dhr. Koning van de FNOI d.d. 30-01-01]. Bij 2% kunststof in het oud papier (praktijkcijfer papierfabriek Roermond), bevat het oud papier van huishoudens 23 kton kunststof en van de KWDI 24 kton kunststof. (Het is overigens nog maar de vraag of ook in het oud papier van de KWDI 2% kunststof aanwezig is. Nader onderzoek kan hierover meer duidelijkheid geven).



Tabel 3 Samenstelling Nederlands huishoudelijk kunststof verpakkingsafval (zie bijlage A)

		inclusief huisvuilzakken		exclusief huisvuilzakken	
		subfracties % in huisvuil vochtig	samenstelling subfracties in d.s. %	samenstelling subfracties in d.s. %	hoeveelheden subfracties in d.s. kton/jaar
folie	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	5,4% 0,2% 5,6%	4,3% 0,2% 4,4%	3,4% 0,2% 3,6%	135,6 5,9 141,5
flacons	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	0,9% 0,2% 1,2%	0,8% 0,2% 1,0%	0,8% 0,2% 1,0%	31,2 7,6 38,8
ov. rigids	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	1,1% 0,2% 1,0% 2,4%	1,0% 0,2% 0,9% 2,0%	1,0% 0,2% 0,9% 2,0%	37,8 6,3 34,5 78,7
Totaal verpakkingen:	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	7,5% 0,2% 1,0% 0,4% 9,2%	6,0% 0,2% 0,9% 0,3% 7,4%	5,2% 0,2% 0,9% 0,3% 6,6%	259 3937
controle berekening hoeveelheid 'grijs' huisvuil in Nederland (in kton)					3937

verpakkingen exclusief huisvuilzakken en Rofire 259 kton [CieVerp2000],
gecorrigeerd voor Rofire
hoeveelheid 'grijs' huisvuil in Nederland 1998 3650 kton [IPA 2000]

4.3 Scenario 1 AVI: Referentie

4.3.1 Inleiding

Dit scenario is het referentiescenario en is de bestaande situatie in het grootste deel van Nederland (uitgezonderd de scheidingsinstallaties: GAVI, VAGRON). Als bestanddeel van het gemengde huishoudelijke afval wordt het huishoudelijke kunststofafval in AVI's verbrand.

4.3.2 Techniek en effecten

De techniek wordt bekend verondersteld.

4.3.3 Massabalans en milieu- en kostendata

Het kunststof verpakkingsafval van huishoudens wordt als onderdeel van het restafval integraal in een AVI verbrand. Een uitgewerkte massabalans is derhalve niet nodig.

De berekening van de CO₂-emissie en de reststoffen is in bijlage B opgenomen.



In Tabel 4 zijn de gegevens van scenario 1, het referentie scenario, opgenomen.

Tabel 4 Gegevens scenario 1: verbranding van **kunststof verpakkingsafval** in een AVI

Parameter	hoeveelheid
percentage materiaalrecycling kunststof verpakkingsafval	0%
Kosten van verbranding kunststof verpakkingsafval (1999) /ton circa [AOO, 2000]	f 200,-
CO ₂ -emissie per ton kunststof verpakkingsafval (kg CO ₂ /ton) (berekening zie bijlage B)	1.216
Kunststof verpakkingsafval naar AVI in percentage van het kunststof verpakkingsafval	100% ¹⁾
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (Berekening zie bijlage B)	45

¹⁾ Het betreft een theoretische referentie, want in werkelijkheid wordt nog een deel gestort.

Voor de berekening van de CO₂-emissie is uitgegaan van vervanging van elektriciteitsproductie opgewekt in het gemiddelde park aan energiecentrales aanwezig in Nederland door de elektriciteitsproductie bij de inzet van kunststof verpakkingsafval in energiecentrales⁵.

4.3.4 Overig

Ten aanzien van de punten 4 t/m 7 uit de inleiding (paragraaf 4.1) betreffende realisatie en perspectieven zijn geen opmerkingen te plaatsen.

4.4 Scenario 2: Nuttige toepassing Papier-Plastic-Fractie (PPF)

4.4.1 Inleiding

Dit scenario is de afscheiding van kunststofafval in een mechanische scheidingsinstallatie op de wijze zoals momenteel bij de GAVI en de VAGRON gebeurt, gevolgd door nuttige toepassing. In deze studie is dit gemodelleerd door energetische verwerking met een rendement van 40% (Subcoal). Uit [CE, 2000] blijkt dat gebruik in een cementoven en vergassing voor chemische toepassing milieukundig vergelijkbaar scoren.

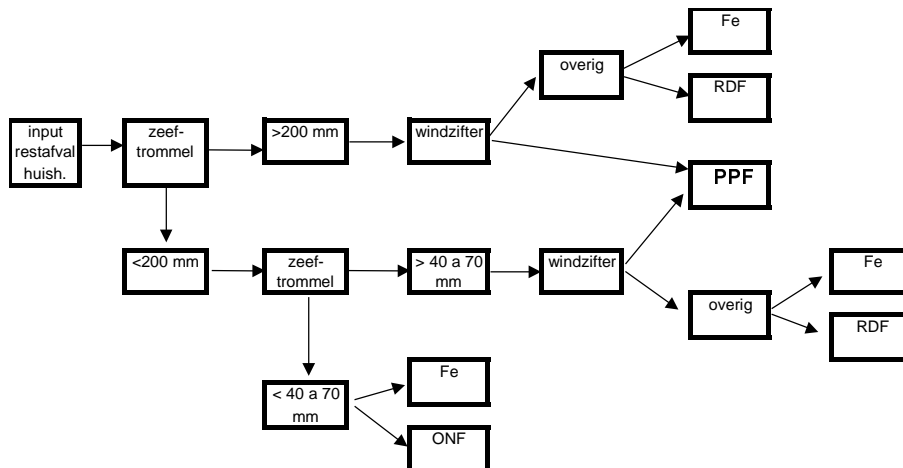
⁵ De CO₂-emissie per ton kunststofafval wijkt iets af van die uit de subcoalstudie. Het verschil is toe te schrijven aan vooral het hanteren van een ander uitgangspunt bij de uitgespaarde elektriciteitsopwekking als gevolg van de elektriciteitsproductie bij de inzet van kunststofafval in energiecentrales. In de subcoalstudie is uitgegaan van vervanging van elektriciteitsproductie in een STEG. In deze studie is uitgegaan van vervanging van elektriciteit opgewekt in een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale. Een STEG heeft een hoger rendement en een geringere CO₂-emissie. Een kleiner effect op het verschil in de cijfers is toe te schrijven aan een nauwkeuriger bepaling van de kunststofsamenstelling in deze studie.



4.4.2 Techniek en effecten

Voor de gebruikte techniek staan de scheidingsinstallaties van de GAVI van Essent en de VAGRON model. In een eerste zeeftrommel wordt het materiaal > 200 mm afgescheiden. Met behulp van windzifting wordt daaruit een fractie afgescheiden bestaande uit voornamelijk papier en kunststoffolie. In een tweede zeeftrommel wordt uit de fractie < 200 mm de fractie > 40 mm afgescheiden. Met behulp van windzifting wordt daaruit eveneens een fractie afgescheiden bestaande uit voornamelijk papier en kunststoffen. Beide papier en kunststoffracties worden samengevoegd tot de PapierPlasticFractie (PPF), ook wel de subcoalfRACTIE. Het niet door windzifting afgezogen deel van beide zeeffracties wordt na het verwijderen van ferrometalen met behulp van magneetbanden, samengevoegd tot een zogenaamde Refuse Derived Fuel fractie (RDF). Deze wordt in een AVI verbrand. Uit de zeeffractie < 40 mm wordt eveneens het ferrometaal verwijderd, waarna de organisch natte fractie (ONF) resteert. Het ferrometaal gaat naar de staalindustrie voor hergebruik. In Figuur 8 is het schema van de VAGRON opgenomen, die van de GAVI lijkt hier sterk op.

Figuur 8 Schema scheidingsinstallatie



De input van huisvuil in de scheidingsinstallatie wordt door de installatie als volgt verdeeld over de vier bovengenoemde outputfracties [CE, 2000]:

- PPF 13%-16%, in deze studie wordt 15% aangehouden;
- RDF 42%-48%, in deze studie wordt 45% aangehouden;
- ONF 35%-40%, in deze studie wordt 37% aangehouden;
- Ferro 3% - 4%; in deze studie wordt 3% aangehouden.

Verwerking ONF

Een deel van het kunststof verpakkingsafval komt in ONF terecht. De VAGRON vergist deze fractie na afscheiding van zand en inerte stoffen. De verwerking van het digestaat van de vergiste ONF wordt momenteel onderzocht om de te storten hoeveelheid finaal afval te reduceren. Nagegaan wordt of verbranding, vergassing of pyrolyse van het digestaat mogelijk is. Bij deze verwerkingstechnieken wordt het kunststofafval zodanig verwerkt dat geen of slechts een geringe hoeveelheid finaal afval overblijft.

Een andere mogelijkheid voor verwerking van ONF, onderzocht door Arcadis, is droging van de ONF, gevolgd door afscheiding van zand en inerte materialen. Het restant wordt verbrand.

Het kunststofafval van het ONF zal steeds thermisch worden verwerkt, waarbij geen of slechts een geringe hoeveelheid finaal afval zal ontstaan. Wellicht geeft dit nog CO₂-winst.

Aannames voor deze studie

In de analyses van de scenario's is de verwerking van ONF niet geanalyseerd, omdat de verwerkingsroute nog onduidelijk is. In de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- ONF wordt niet in een AVI verbrand maar op een andere wijze verwerkt. (Mogelijk dat verwerkingsresiduen zoals vergistingsdigestaat, alsnog worden verbrand).
- Emissie van CO₂ van de kunststof in ONF is nul. Bij thermische verwerking met elektriciteitsopwekking ontstaat er een CO₂ voordeel.
- Finaal afval van de kunststof in ONF is nul.
- De verwerkingskosten van ONF zijn gelijk aan de huidige verbrandingskosten in een AVI⁶.

Nader onderzoek naar de verwerking van ONF kan de bovengenoemde data opleveren.

Afname te storten en te verbranden afval

Het moge duidelijk zijn dat scheidingsinitiatieven nieuwe verwerkingsroutes voor kunststof verpakingsafval mogelijk maken die CO₂-reductie en minder finaal afval kunnen opleveren. Deze scheidingsinitiatieven geven ook ruimte in de bestaande AVI's en dragen dus bij aan de vermindering van de hoeveelheid brandbaar afval die gestort moet worden. Door scheidingsinitiatieven ontstaan nieuwe deelstromen met een eigen samenstelling en eigenschappen, zoals de calorische waarde. Dit zal effecten hebben op de bestaande AVI-structuur. In deze studie is de aanname gedaan dat RDF in de bestaande AVI's verbrand zal worden. Op basis van deze aanname zijn de kosten voor het verbranden van kunststof verpakingsafval in AVI's berekend.

4.4.3 Massabalans en milieu- en kostendata

In Tabel 5 zijn de scheidingsefficiënties van het kunststofafval opgenomen. Deze zijn overgenomen uit bijlage C van de subcoalstudie [CE, 2000]. Voor de harde plastics is in deze studie een onderscheid gemaakt tussen kunststof flessen/flacons en overige rigids. Voor de flessen/flacons is aangenomen dat 95% ervan in de RDF terechtkomt en 5% in PPF. Gezien de afmetingen van de flacons/flessen valt niet te verwachten dat deze bij de ONF <40 mm terechtkomen en gelet op het gewicht zal maar weinig worden afgezogen. De scheidingsefficiënties van de overige rigids (verpakkingen en niet-verpakkingen) zijn zodanig vastgesteld dat het gemiddelde van de flessen/flacons plus de rigids overeenkomen met die van de harde kunststoffen in de subcoalstudie.

Tabel 5 Scheidingsefficiënties **kunststof verpakingsafval** in de huisvuilscheidingsinstallatie [CE, 2000]

fractie	PPF	RDF	ONF	Ferro	Som
Folie	46%	41%	13%	0%	100%
Flacons	5%	95%	0%	0%	100%
Rigids	32%	49%	19%	0%	100%

⁶ Mogelijk dat de kosten van verwerking ervan hoger zullen zijn dan verbranding. Stel dat deze 1,5 maal zo hoog zijn, dan stijgen de totale kosten met ca. f15,-/ton kunststofafval.



Met behulp van deze scheidingsefficiënties en Tabel 3 met de samenstelling van het kunststof verpakkingsafval uit paragraaf 4.2, kan de volgende massabalans van het kunststof verpakkingsafval over de outputfracties van de scheidingsinstallatie worden bepaald. In bijlage C is de massabalans van het kunststof niet-verpakkingsafval opgenomen.

Tabel 6 Massabalans (droge stof) over de outputstromen van de scheidingsinstallatie in kg per ton input aan **kunststof verpakkingsafval**

fractie	% in huisvuil zie tabel 3	Input fracties in kg/ton	PPF Kg/ton	RDF Kg/ton	ONF Kg/ton
Folie	3,59%	546	251	224	71
Flacons	0,99%	150	8	143	0
Rigids	2,00%	304	97	149	58
totaal	6,58%	1000	356	515	129

Per ton input aan kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie gaat dus 356 kg naar de PPF.

In bijlage C is berekend wat de CO₂-emissie en de productie aan finaal afval is per ton input van kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie. Het kunststof verpakkingsafval in PPF wordt als subcoal ingezet en die in RDF wordt in de AVI verbrand.

In Tabel 7 worden de milieu- en kostendata van scenario 2 gegeven per ton input van kunststofverpakkingsafval in de huisvuilscheidingsinstallatie. Ter informatie is naast de inzet van PPF als subcoal ook informatie opgenomen bij inzet van PPF in een cementoven. In verdere berekeningen wordt echter alleen van de inzet als subcoal uitgegaan. De milieueffecten van de inzet in een cementoven zijn vergelijkbaar met die van subcoal (slechts iets ongunstiger), de kosten iets hoger.

Tabel 7 Data scenario 2 per ton input aan **kunststof verpakkingsafval** in een scheidingsinstallatie

Data nuttige toepassing route	Subcoal	Cementoven
Verwerkings % kunststof verpakkingsafval als PPF (zie massabalans, tabel 6)	35,6%%	35,6%
Kosten/ ton voor dat deel van het kunststof verpakkingsafval dat in PPF wordt afgescheiden [CE, 2000]	<i>f</i> 120 à <i>f</i> 170	<i>f</i> 170 à <i>f</i> 190
Gemiddelde verwerkingskosten per ton input aan kunststof verpakkingsafval in een scheidingsinstallatie ⁷	<i>f</i> 171 à <i>f</i> 189	<i>f</i> 189 à <i>f</i> 196
Gemiddelde CO ₂ -emissie per ton input in scheidingsinstallatie. Berekening zie bijlage C	591	689
Totaal finaal afval (excl. ONF) Berekening zie bijlage C	24	24

Voor verwerking van kunststof verpakkingsafval is scenario 2 goedkoper dan scenario 1.

⁷ Volgens de massabalans wordt 35,6% als PPF verwerkt en de rest wordt voor *f* 200,-/ton verbrand of als ONF verwerkt.

4.4.4 Realisatiepotentieel in 2005

Naast de GAVI in Wijster wordt momenteel alleen nog door de VAGRON PPF uit huishoudelijk afval afgescheiden. De totale capaciteit van de GAVI in Wijster bedraagt 840 kton. In 2000 werd daarvan 730 kton benut. Verwacht wordt dat in de komende jaren de capaciteit volledig zal worden benut.

Er zijn enkele initiatieven om in de komende jaren, zichttermijn 4 à 5 jaar, nog enkele huisvuilscheidingsinstallaties te realiseren. Bestaande reële plannen zijn er in Heerenveen, Tilburg en de Meerlanden in Halfweg. De AVR heeft vervolgens een plan voor een scheidingsinstallatie in Utrecht. De lay-out van de installatie en het realisatietermijn zijn echter nog onduidelijk. Voorts is er planvorming voor het realiseren van een scheidingsinstallatie bij de AVR in Rozenburg.

Een bijkomend voordeel van huisvuilscheidingsinstallaties is dat het gelijktijdig ingezamelde KWDI-afval meelift met de afscheiding van huisvuil.

Naast deze scheidingsinstallaties voor hoofdzakelijk huishoudelijk afval zijn er verschillende initiatieven voor scheidingsinstallaties voor bedrijfsafval ten behoeve van brandstofproductie. In de Tabel 8 worden in het bovenste deel de capaciteiten gegeven van de bestaande installaties en bekende initiatieven voor voornamelijk huishoudelijk afval met een realisatie uiterlijk in 2005. In het onderste deel van de tabel worden bestaande installaties en initiatieven voor scheidingsinstallaties voor bedrijfsafval gegeven. Op basis van de huidige ervaringen wordt de hoeveelheid af te scheiden kunststof verpakingsafval afkomstig van huishoudens voor de subcoalroute berekend. Naast alle genoemde installaties zijn er ook nog installaties operationeel en in ontwikkeling voor de scheiding en bewerking van brandbaar bouw- en sloopafval (al dan niet met bedrijfsafval), ook dit afval kan kunststof verpakkingen bevatten die op deze wijze voor nuttige toepassing geschikt worden gemaakt.

In de ramingen voor 2005 is uitgegaan van dezelfde samenstelling en hoeveelheid huisvuil als in 1998/1999.



Tabel 8 Bestaande scheidingsinstallaties en plannen daartoe met verwachte realisatie in uiterlijk 2005 voor voornamelijk huishoudelijk afval en voor bedrijfsafval (hoeveelheden in kton d.s.)

Huishoudelijk afval 2005 [info VAGRON en Essent]	Verwachte Realisatie in	Totale capaciteit in kton/jr	Capaciteit huisvuil In kton/jr	Hoeveelheid kunst- stof verpakk.afval in huisvuil (6,58%)	Kunststof verpakk. afval in PPF (35,6%)
GAVI Wijster	Bestaand	730	584	38,4	13,7
VAGRON	Bestaand	230	184	12,1	4,3
Papierfabriek Roermond 'Rofire'	Bestaand	nvt	Nvt		9
Subtotaal	Bestaand	960	768	50,6	27,0
GAVI, aanvulling	2003	110	88	5,8	2,1
Heerenveen	2002	230	184	12,1	4,3
Tilburg	2003	200	160	10,5	3,7
Halfweg	2004	120	96	6,3	2,2
AVR Utrecht (onzeker)	2005/07	200	?	?	
AVR Rozenburg (zeer onzeker)	?	?			
Rofire toename					14
Subtotaal initiatieven	2000-2005	860	528 +?	34,7	26,3
Totaal in 2005 incl. Rofire			1296	85,3	53,3
Hoeveelheid huisvuil in Nederland, zie par.4.2			3937		282
initiatieven t.o.v. NL			33%		19%

Bedrijfsafval [info VAGRON en Essent] [info TNO, 2000]	verwachte realisatie	Capaciteit KWDI in kton/jr	Beschrijving
GAVI	bestaand	156	Lift met huishoudelijk afval mee
VAGRON	bestaand	46	Lift met huishoudelijk afval mee
Aanvulling GAVI	2003	22	Lift met huishoudelijk afval mee
Heerenveen	2002	46	Lift met huishoudelijk afval mee
Tilburg	2003	40	Lift met huishoudelijk afval mee
Halfweg	2004	24	Lift met huishoudelijk afval mee
Icova, Amsterdam	Bestaand	80-100	Brandstofproductie 50-60 kton, vooral papier en plastic
PMG Born	In aanbouw	25	Brandstofproductie 15 kton, vooral papier en plastic
PROAV, Zoetermeer	In aanbouw	100	Brandstofproductie 50-60 kton, vooral papier en plastic
PROAV, Emmeloord	In aanbouw	75	Brandstofproductie 35-40 kton, vooral papier en plastic
PROAV, Moerdijk	Planvorming	150	Brandstofproductie 75-80 kton, vooral papier en plastic
Terlouw, Rotterdam	In aanbouw	300	Brandstofproductie voor Watco (150 kton)
Watco, Rozendaal	Planvorming	200	Verwerking in wervelbedoven
Watco, Botlek	Planvorming	400	Verwerking in wervelbedoven
Essent/Icopower, Almelo	Planvorming	100	Brandstofproductie 50 kton, vooral papier en plastic
Huisvuilcentrale Alkmaar	Planvorming	180	Brandstofproductie, vooral papier en kunststof (90 kton)
AVR Rotterdam	proeffabriek	200-300	Grof bedrijfsafval en grof huisvuil
Totaal		2150-2280	Circa 550 kton brandstofproductie, bestaande uit vooral papier en plastic
kunststof in KWDI-afval verpakkingen [Cie Verpakkingen, 1999] in kton			228

Bekenden met het subcoalproject [CE, 2000] zullen de hoeveelheid kunststof verpakingsafval uit de GAVI (13,7 + 2,1 kton) niet herkennen. In dat rapport wordt een af te scheiden hoeveelheid kunststofafval genoemd van 42 kton. Dit betreft echter kunststof verpakingsafval van huishoudens plus kunststof verpakingsafval van gelijktijdig ingezameld en verwerkt KWDI-afval en kunststof niet-verpakingsafval. Tevens is uitgegaan van andere samenstellingsdata. In bijlage C wordt nagegaan wat de output van de GAVI zou zijn indien uitgegaan wordt van de door Essent gemeten samenstelling van de input in plaats van de gemiddelde op RIVM gebaseerde Nederlandse samenstelling. Op basis van de Essent samenstelling (waarin meer kunststof verpakingsafval wordt gegeven) zou de output aan kunststof verpakingsafval van huishoudens van de GAVI 5,2 kton hoger zijn. Deze verhoging betekent overigens dat de af te scheiden hoeveelheid bij andere installaties iets lager zal liggen, omdat immers de totale hoeveelheid kunststof verpakingsafval [CieVerp, 2000] als vast gegeven is genomen. Gelet op het globale karakter van deze studie wordt met dit verschil verder geen rekening gehouden.

Op dit moment bekende initiatieven zullen zorgen voor 19% nuttige toepassing van kunststof verpakingsafval van huishoudens in 2005. Exclusief Rofire is dit 10,8%. In Tabel 9 zijn deze cijfers inclusief de vertaling naar alle kunststof verpakingsafval opgenomen.

Tabel 9 Hoeveelheden en percentages nuttige toepassing van kunststof verpakingsafval van scenario 2 in 2005

	Huish. kunststof verpakingsafval (282 kton)		Huish. + KWDI kunststof verpakingsafval (510 kton)	
	afval (kton)	toepassing (%)	afval (kton)	toepassing (%)
Scheidingsinstallatie	30,3 kton	10,8%	37,9 kton	7,4%
Rofire (zie voetnoot par. 4.2)	23 kton	8,2%	23 - 47 kton	4,5% - 9,2%
totaal	53,3 kton	19%	60,9 - 84,9 kton	11,9% - 16,6%

Opname in het Landelijke Afvalstoffen Plan (LAP) en beleidsmatige of financiële ondersteuning zouden er voor kunnen zorgen dat er meer initiatieven worden ontplooid.

4.4.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 2

De bestaande scheidingsinstallaties en initiatieven omvatten ca. 33% van het huisvuil. Daarom is het reëel om hiervan de resultaten door te rekenen voor een beeld in 2004/2005. Voor iets langere termijn is behandeling van 2/3 van de huisvuilstroom in een scheidingsinstallatie een reële mogelijkheid. In Tabel 10 zijn de effecten van realisatie van de bestaande initiatieven, de effecten in geval van realisatie van afscheiding van PPF uit 2/3 deel van alle huisvuil en in geval van realisatie van afscheiding van PPF uit alle huisvuil, verwacht na 2010, opgenomen. Bij de berekening van de kosten, de CO₂-emissie en finaal afval is Rofire niet meegenomen, omdat de verwijderingroute sterk afwijkt van het via huisvuilscheidingsinstallaties af te scheiden kunststof verpakingsafval.



Tabel 10 Resultaten nuttige toepassing **kunststof verpakingsafval van huishoudens** bij realisatie afscheiding PPF bestaande initiatieven, 2/3 van het huisvuil en volledige realisatie. De resultaten worden gegeven voor verwerking van de PPF als subcoal in een energiecentrale

	scenario 1 realisatie 0%	Scenario 2 Realisatie 33% 2005	scenario 2 realisatie 66%	Scenario 2 Realisatie 100% >2010
nuttige toepassing kunststof verpakingsafval vanuit huisvuilscheidingsinstallaties in % en kton	0%	10,8% 30,3 kton	21,6% 61 kton	32,4% 91,4 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakingsafval huishoudens uit papierfabriek, 'Rofire' in % en kton		8% 23 kton	8% 23 kton	8% 23 kton
Kosten in NLG per ton kunststof verpakingsafval; berekening zie bijlage C	200	194,3	202,2	202,8
kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakingsafval	1216	1009	798	592
kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1 ⁸		-27	+5	+4,5
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakingsafval (ONF geen finaal afval)	45	38	31	24

Opvallend is dat scenario 2 bij realisatie van de huidige initiatieven goedkoper is dan scenario 1 en tevens CO₂ voordeel oplevert. Bij volledige realisatie wordt scenario 2 duurder dan scenario 1 als gevolg van de aangenomen stijgende verbrandingskosten van het in de AVI te verbranden RDF. Mocht uit nadere analyses blijken dat de verbrandingskosten van RDF niet stijgen, dan is scenario 2 ook bij 66% realisatie en 100% realisatie goedkoper dan scenario 1. De CO₂-reductie per gulden is alleszins de moeite waard. De hoeveelheid finaal afval daalt bij volledige realisatie met ongeveer de helft ten opzichte van scenario 1.

Bij volledige realisatie van scenario 2 kan dus ca. 32,4% van de kunststofverpakkingen uit het huishoudelijke afval, en 22,4% van alle kunststofverpakkingen⁹, worden afgescheiden voor nuttige toepassing. Tezamen met 'Rofire' kan dan ca. 40% van het kunststof verpakingsafval van huishoudens worden ingezet voor nuttige toepassing. Vergroting van dit percentage is niet mogelijk door het verhogen van de zuigkracht van de windzifters aangezien de kwaliteit van PPF dan niet meer aan de vereiste specificaties zal voldoen, met als gevolg dat het niet meer kan worden afgezet. Vergroting van het afscheidingspercentage is wel mogelijk door het plaatsen van een windzifter in serie na de eerste zifter. Een praktijktest zal kunnen uitwijzen hoeveel extra PPF met deze tweede zifter kan worden afgescheiden.

⁸ Toelichting kosten / ton CO₂

33% realisatie: $(194,3 - 200) \text{NLG} / (1,216 - 1,009) \text{ ton CO}_2 = -27 \text{ NLG/ton CO}_2$

66% realisatie: $(202,2 - 200) \text{NLG} / (1,216 - 0,789) \text{ ton CO}_2 = +5 \text{ NLG/ton CO}_2$

100% realisatie: $(202,8 - 200) \text{NLG} / (1,216 - 0,592) \text{ ton CO}_2 = +4,5 \text{ NLG/ton CO}_2$

⁹ 32,4% van het huishoudelijke kunststof verpakingsafval is $(0,324 * 282 \text{kton}) = 91,4 \text{ kton}$. Gelijktijdig wordt nog 25% extra kunststof verpakingsafval van de KWDI-sector afgescheiden. In totaal dus 114,2 kton. Dit is 22,4% van 510 kton kunststof verpakkingen (huishoudelijk + KWDI).

4.4.6 Effecten op alle kunststofafval

In bijlage C zijn tevens berekeningen gemaakt voor alle kunststofafval dat in huisvuil scheidingsinstallaties wordt verwerkt. Het betreft verpakkingen plus niet verpakkingen en 25% extra afkomstig van gelijktijdig met het huishoudelijke afval ingezameld en verwerkt KWDI-afval.

In Tabel 11 zijn de belangrijkste resultaten daarvan opgenomen.

Tabel 11 Enkele resultaten van scenario 2 voor alle kunststofafval, verpakkingen plus niet verpakkingen

	Scenario 1	Scenario 2 33% realisatie	Scenario 2 66% realisatie	Scenario 2 100% realisatie
Nuttige toepassing kunststofafval vanuit de scheidingsinstallatie	0%	11,2% (57 kton)	22,4% (114 kton)	33,6% (172 kton)
Nuttige toepassing kunststofafval afkomstig uit de papierfabriek, Rofire	0%	4,5% (23 kton)	4,5% (23 kton)	4,5% (23 kton)
Kg CO2 per ton kunststofafval	1182	975	765	557
Kg finaal afval per ton kunststofafval	81	68	55	41
Kosten verwerking huisvuil in NLG/ton huisvuil	200	197	208	210

4.4.7 Perspectief

Commerciële haalbaarheid

Bijstoken in een cementoven gebeurt op commerciële basis. Plastic uit huisvuil concurreert op deze markt met onder andere autobanden. Vooral als initiatieven voor de herverwerking van rubber meer van de grond gaan komen (o.a. ARN in Coevorden) kan het zijn dat er meer ruimte komt in cementovens.

Veel groter is de markt voor afzet in kolencentrales. De 7 kolencentrales in Nederland (Maasvlakte 2x, Hemweg, Gelderland 13, Amer 2x, Borselle) stoken jaarlijks rond de 9.000 kton kolen. Zeker 10% daarvan is in principe te vervangen door een kunststof-papier-mengsel. Dit blijkt ook commercieel mogelijk volgens de betrokken partijen. Bij volledige realisatie komt ca. 740 kton PPF vrij. Dit is minder dan 10%.

Discussiepunt hoeveel is er op korte termijn beschikbaar?

Uit de studie naar Subcoal [CE, 2000] blijkt dat invoering van deze techniek bij alle AVI's in Nederland het milieueffect gerekend naar de afgescheiden stroom gunstiger is dan verbranding in een AVI. Op langere termijn ligt het technisch potentieel van deze techniek rond de 40% van het kunststof verpakkingafval. De vraag is alleen hoe snel invoering van deze techniek te verwachten is. De bottleneck ligt in de vraag hoe snel AVI's of andere partijen overgaan tot het installeren van scheidingsinstallaties.

Belemmerende factoren

- Zoals hiervoor is aangegeven kunnen de thermische mogelijkheden van de bestaande AVI's door de mogelijke toename van de stookwaarde van het te verbranden afval een belemmerende factor zijn voor het realiseren van meer scheidingsinstallaties. Voor de AVR is echter het behoud van haar verwerkingscapaciteit bij sluiting op niet te lange termijn van enkele van haar verbrandingsovens het meest zwaarwegend. Verwerking van afval in op te richten scheidingsinstallaties ziet zij hiervoor als mogelijkheid.



- De verwerking van ONF is momenteel nog onvoldoende uitgekristalliseerd, waardoor kosten en de milieueffecten nog onzeker zijn. Een goede verwerking van de ONF is noodzakelijk om er voor te zorgen dat de volledige fractie niet als finaal afval wordt bestempeld.
- De publiciteit rond de GAVI en VAGRON installatie is tot voor kort nogal negatief geweest (GAVI erg duur en VAGRON verwerkt GFT), waardoor het scheidingsconcept nog weinig weerklank vindt.

4.5 Scenario 3: Nuttige toepassing van PPF plus flessen en flacons

4.5.1 Inleiding

Dit scenario komt overeen met scenario 2 plus de afscheiding van kunststof flessen en flacons in een mechanische scheidingsinstallatie, gevolgd door nuttige toepassing.

4.5.2 Techniek en effecten

De mechanische afscheiding van kunststof flessen en flacons vindt plaats met een zogenaamde autosort installatie van Titech. Deze werkt met een unit geplaatst boven een transportband in de scheidingsinrichting. Met behulp van de unit wordt het materiaal met near-infrarood straling herkend en tevens wordt de positie op de band bepaald. Op korte afstand daarna wordt het herkende voorwerp met behulp van computer gestuurde luchtpulsen uit de afvalstroom geblazen. In Duitsland wordt dit systeem in veel installaties (circa 100 stuks) voor verwijdering van diverse soorten kunststof en drankkartons uit het DSD-afval gebruikt. Daarmee is het voor toepassing voor DSD-afval een bewezen techniek. Voor toepassing voor gemengd huisvuil is dit nog niet het geval. Toepassing op de voorgescheiden en gezifte zeef fractie van 40 – 200 mm (aangenomen wordt dat 95% van alle kunststof flessen en flacons daarin aanwezig is) van de VAGRON scheidingsinstallatie lijkt mogelijk. Verwacht wordt dat afscheiding van ongeveer 80% van de kunststof flessen en flacons die in de betreffende fractie aanwezig zijn (dus 80% van 95%), haalbaar is. In eerste aanleg wordt er van uit gegaan dat de apparatuur wordt ingesteld op afscheiding van alle kunststof flessen en flacons (dus HDPE + PET). Voor een scheidingsinrichting met de omvang van de VAGRON/Heerenveen, liggen de investeringskosten voor afscheiding van de flessen/flacons) tussen de f 1 miljoen en f 1,2 miljoen¹⁰ (niet gecombineerd met de afscheiding van drankkartons. De jaarlijkse kosten bedragen f 300.000 à f 400.000,-.

De mechanische scheiding van flacons en flessen gevolgd door mechanische recycling is uiterst onzeker. Het afgelopen jaar zijn door CE en TNO verschillende scheidingsinstallaties in Duitsland bezocht. In een deel van deze installaties bleek het niet mogelijk om de HDPE flessen/flacons en PET-flessen/flacons zodanig schoon af te scheiden dat mechanische recycling mogelijk was. De flessen/flacons die uit het gemengde huisvuil kunnen worden afgescheiden zijn naar verwachting iets meer vervuild dan die uit de

¹⁰ Voor de doorzet van een scheidingsinstallatie met de omvang van de VAGRON zijn twee autosortunits benodigd. In verband met de laagdikte moet de zeeffractie 40-200 mm over twee parallelle banden worden verdeeld voor afscheiding van de flacons. De aanschafkosten per unit bedragen ca. f 300.000,-. Voor extra transportbanden en staalconstructie is voorts nog een bedrag tussen de f 400.000,- en f 600.000,- benodigd.

DSD-fractie, waardoor herverwerking wordt bemoeilijkt. Het is dan ook twijfelachtig of mechanische recycling¹¹ van dit afgescheiden materiaal mogelijk is. Beproeving van de afscheiding van flessen/flacons in een scheidingsinstallatie kan dit uitwijzen. In deze studie wordt er van uitgegaan dat mechanische recycling niet mogelijk is. De afgescheiden flessen/flacons kunnen dan hoogst waarschijnlijk bij de PPF worden gevoegd ten behoeve van hoofdgebruik als brandstof. In dat geval ligt het voor de hand de detectie van de autosort apparatuur zodanig af te stellen dat naast flessen en flacons ook andere kunststoffen worden afgescheiden.

Effecten op AVI's

In scenario 2 is uitgegaan van een toename van de stookwaarde van het te verbranden afval. Door de additionele verwijdering van kunststoffen in scenario 3 zal de stookwaarde ervan afnemen. Dit zal nog meer zijn bij plaatsing van een tweede zifter op de RDF-lijn en bij verwijdering van drankenkartons. Bij al deze maatregelen zal de stookwaarde wellicht kunnen dalen tot ongeveer het huidige niveau van de gemiddelde input in AVI's. Dit is niet uitgerekend. Door echter uit te gaan van dezelfde kostenontwikkeling van de verbranding van RDF als bij scenario 2 wordt een worst case benadering van de kosten van verbranding verkregen.

4.5.3 Massabalans en milieu- en kostendata

In Tabel 12 is de scheidingsefficiëntie en de massabalans van de flaconfractie opgenomen. De scheiding van de flaconfractie is additioneel aan scenario 2. Dit betekent dat de massabalans uit paragraaf 4.4.3 voor de stromen naar PPF, RDF en ONF gelijk blijft. In dit scenario wordt de RDF met behulp van de autosort nogmaals gescheiden.

Tabel 12 Scheidingsefficiëntie en massabalans van de 'flaconfractie' in kg per ton input aan kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie

Fractie	RDF na windzifting zie tabel 6 kg/ton	Scheidingsefficiëntie	In flaconfractie kg/ton	RDF na autosort kg/ton
Folie	224			224
Flacons	143	80%	114	29
Rigids	149	80%	119	30
Totaal	515		233	283

Per ton input aan kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie gaat dus 233 kg naar de 'flaconfractie'. Tezamen met het kunststof verpakkingsafval in de PPF wordt (356+233=) 589 kg kunststof verpakkingsafval per ton voor nuttige toepassing afgescheiden.

In bijlage D is berekend wat de kosten, de CO₂-emissie en de productie aan finaal afval is per ton input van kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie. De 'flaconfractie' wordt tezamen met de PPF als subcoal ingezet. De RDF wordt in een AVI verbrand. In Tabel 13 worden de milieu- en kos-

¹¹ Bij afscheiding van zowel HDPE als PET in één fractie, indien met tot mechanische recycling zou willen komen, is een tweede scheiding van PET en HDPE vereist. Implementatie per scheidingsinstallatie met een omvang van de VAGRON leidt tot een extra kostenpost van f 120,- à f 150,- per ton flacons/ flessen.



tendata gegeven van scenario 3 per ton input van kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie.

Tabel 13 Data scenario 3 per ton input aan **kunststof verpakkingsafval van huishoudens** in een scheidingsinstallatie (kosten in NLG)

Data scenario 3	
Nuttige toepassingpercentage kunststof verpakkingsafval van huishoudens (flaconfractie plus PPF)	58,9%
Kosten van de mechanische scheidingsroute van de flaconfractie/ton	215,- à 235,-/ton
Kosten voor afscheiding PPF (zie tabel 7)	120,- à 170,-/ton
Gemiddelde CO ₂ -emissie per ton input aan kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie. Berekening zie bijlage D	245
Kg finaal afval (kg per ton kunststof verpakkingsafval). Berekening zie bijlage D.	17,2

Afscheiding van de flaconfractie is dus duurder dan verbranding met kosten van f 200,-.

4.5.4 Realisatiepotentieel in 2005

Mechanische afscheiding van de flaconfractie is mogelijk bij alle scheidingsinitiatieven uit subparagraaf 4.4.4¹². Dit betekent dat in 2005 uit 33% van het huishoudelijke afval de kunststof flaconfractie kan worden gehaald. Aan kunststof verpakkingen van huisvuil kan dan in 2005 ca. 50 kton worden afgescheiden. In Tabel 14 zijn deze cijfers inclusief de vertaling naar alle kunststof verpakkingsafval opgenomen.

Tabel 14 Hoeveelheden en percentages nuttige toepassing van kunststof verpakkingsafval van scenario 3 in 2005

	Huish. kunststof verpakkingsafval (282 kton)		Huish. + KWDI kunststof verpakkingsafval (510 kton)	
Scheidingsinstallatie	50,3 kton	18%	63 kton	12,3%
Rofire (zie voetnoot par. 4.2)	23 kton	8%	23 - 47 kton	4,5% - 9,2%
totaal	73,3 kton	26%	86 - 110 kton	17% - 21,5%

4.5.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 3

In Tabel 15 zijn de effecten van realisatie van de bestaande initiatieven, de effecten in geval van realisatie van afscheiding van PPF en de flaconfractie uit 2/3 deel van alle huisvuil en in geval van realisatie van afscheiding van PPF en de flaconfractie uit alle huisvuil, verwacht na 2010, opgenomen.

¹² Afscheiding van de flaconfractie bij de GAVI-installatie is onzeker, omdat de inbouw ervan technisch moeilijk en kostbaar is. Vooral nog is aangenomen dat realisatie wel mogelijk is in 2005.

Tabel 15 Resultaten nuttige toepassing **kunststof verpakkingsafval van huishoudens** bij realisatie afscheiding PPF en flaconfractie bestaande initiatieven, 2/3 van het huisvuil en volledige realisatie, de PPF wordt als subcoal verwerkt

	Scenario 1 Realisatie 0%	Scenario 3 realisatie 33% 2005	scenario 3 realisatie 66%	scenario 3 realisatie 100% >2010
nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval van huishoudens vanuit huisvuilscheidingsinstallaties in % en kton	0%	18% 50,3 kton	36% 100,6 kton	54% 151 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval van huishoudens Rofire in % en kton	0%	8% 23 kton	8% 23 kton	8% 23 kton
Kosten in NLG per ton kunststof verpakkingsafval	200	196	202,5	199,3
kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	896	567	245
kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1 ¹³		-13	4	-1
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	35,7	26,5	17,2

4.5.6 Effecten op alle kunststofafval

In bijlage D zijn tevens berekeningen gemaakt voor alle kunststofafval dat in huisvuil-scheidingsinstallaties wordt verwerkt. Het betreft verpakkingen plus niet verpakkingen en 25% extra afkomstig van gelijktijdig met het huishoudelijke afval ingezameld en verwerkt KWDI-afval.

In Tabel 16 zijn de belangrijkste resultaten daarvan opgenomen.

Tabel 16 Enkele resultaten van scenario 3 voor alle **kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen**

	Scenario 1	Scenario 3 33% realisatie 2005	Scenario 3 66% realisatie	Scenario 3 100% realisatie >2010
Nuttige toepassing kunststofafval vanuit de scheidingsinstallatie	0%	19,4% (99 kton)	38,8% (198 kton)	58,3% (298 kton)
Nuttige toepassing kunststofafval vanuit de papierfabriek, Rofire	0%	4,5% (23 kton)	4,5% (23 kton)	4,5% (23 kton)
Kg CO ₂ per ton kunststofafval	1182	869	550	234
Kg finaal afval per ton kunststofafval	81	66	50	35
Kosten verwerking huisvuil in NLG/ton huisvuil	200	198	208	210

¹³ Toelichting kosten / ton CO₂

33% realisatie: $(196-200)/(1,216-896)$ ton CO₂ = -13 NLG/ton CO₂

66% realisatie: $(202,5 - 200)$ NLG/ $(1,216 - 0,567)$ ton CO₂ = + 4 NLG/ton CO₂

100% realisatie: $(199,3 - 200)$ NLG/ $(1,216-0,245)$ ton CO₂ = -1 NLG/ton CO₂



4.5.7 Perspectief

Uitgegaan is van afscheiding van 76% van de flessen/flacons en rigids, zijnde het product van het afscheidingsrendement van 80% op de 95% die in de RDF-fractie aanwezig is. Vergroting van dit percentage is naar verwachting alleen mogelijk door plaatsing van een tweede autosortinstallatie in serie met de eerste. De hoeveelheid die daarmee kan worden afgescheiden, zal zeer beperkt zijn; enkele procenten van de flacons. Voor deze enkele procenten zijn de kosten naar verwachting een factor 10 hoger dan van de flacons die met de eerste autosort worden afgescheiden.

Proefondervindelijk zal moeten worden nagegaan wat het werkelijk te behalen rendement kan zijn van afscheiding van de flaconfractie.

Belemmerende factoren

Dezelfde belemmerende factoren voor realisatie van scenario 3 als voor scenario 2 kunnen worden genoemd. Voor de afscheiding van de flaconfractie kan daaraan worden toegevoegd dat indien de totale kosten van afscheiding en verwerking van de flacons/flessen inderdaad hoger zijn dan de verbrandingskosten in een AVI, de beheerders van de scheidingsinstallaties niet tot scheiding ervan overgaan, tenzij financiering van het kostenverschil plaatsvindt.

4.6 Scenario 4: PET gescheiden ingezameld

4.6.1 Inleiding

Dit scenario heeft als extra boven op scenario 3 (nuttige toepassing plus flaconfractie) een inzamelingsstelsel voor PET-flessen. Dit betekent dus dat afscheiding van de flaconfractie in de scheidingsinstallatie ook plaatsvindt. Voor 'bronscheiding' van de PET-flesjes zijn er 3 mogelijkheden:

- 4a statiegeldstelsel;
- 4b brengstelsel naar plasticbakken;
- 4c haalstelsel.

Allereerst wordt aandacht besteed aan de hoeveelheden PET. Daarna wordt op de drie verschillende inzamelingsstelsels ingegaan.

Hoeveelheid PET beschikbaar

Uit [Fact, 2000] blijkt dat op dit moment de volgende cijfers gelden.

Tabel 17 Aandelen 0,5 liter eenmalige PET-flesjes in Nederland [FFact, 2000]

	Mln liter per jaar	Mln liter in 0,5l	Aandeel %
Frisdrank	1.320	21.7	1.6
Waters	272	17.3	6.4
Sportdrank	41	24.5	60
Totaal	1.633	63.5	3.9

Een flesje weegt gemiddeld ongeveer 28 gram. We spreken met 127 miljoen flesjes per jaar dus over 3,6 kton. De NFI spreekt in haar compensatievoorstel [NFI, 2000] over een verwachting van een marktaandeel van 6% voor frisdranken en waters. De huidige 39 mln liter van NFI bedrijven stijgt daarmee tot 78 mln liter. De sportdranken worden op dit moment niet beperkt door het protocol producthergebruik in het Convenant verpakkingen II. Er zal

waarschijnlijk nog wel een groei optreden in dit product maar deze is wellicht lager dan die te verwachten is bij frisdranken en waters. Daarom is de prognose voor 2004/5 een afzet van de 78 mln liter frisdrank en waters plus de huidige afzet van sportdranken is gelijk aan 103 mln liter (206 mln flesjes = 14 flesjes per Nederlander per jaar). Dit is bijna een verdubbeling van de huidige afzet van kleine flesjes en geeft 6 kton PET afval.

Naast het PET van frisdranken, waters en sportdranken bevat het huisvuil ook nog andere PET-flessen en flacons, zoals: flesjes voor melk, flessen voor azijn en spijsolie, flacons voor vloeibare zeep, wasmiddelen, wasverzachter en shampoo. De hoeveelheid hiervan in het huishoudelijke afval is zo'n 6 à 7 kton per jaar. Dit volgt uit de sorteeranalyses van het RIVM [RIVM, 1999]. Zoals aangegeven in paragraaf 4.2 is voor de berekeningen in deze studie de samenstelling en de hoeveelheid van het huishoudelijke afval constant verondersteld. Voor de aparte inzameling van de 1/2 liter PET-flesjes heeft het CE gemeend van dit uitgangspunt te moeten afwijken. Door de verwachte verdubbeling van de op de markt afgezette hoeveelheid de komende jaren, zijn de afschrijvingskosten van de investeringen in inzamelapparatuur over tweemaal zoveel materiaal te verdelen. Indien dit niet zou worden gedaan, zouden de afschrijvingskosten per ton PET-flesjes een factor twee te hoog worden geraamd.

Recyclaat

De NFI bedrijven hebben voorgesteld om 25% recyclaat PET te verwerken in de kleine flesjes. Dit is een onderdeel van de maatregelen die de NFI heeft voorgesteld om de milieudruk van éénmalige PET-flesjes te compenseren. Hiermee wordt de milieudruk van een eenmalig flesje verlaagd met ongeveer 12%. Dit heeft echter geen effect op de hoeveelheid te verwerken of in te zamelen flesjes. Voor het inzamelsysteem maakt het dus geen verschil. Voor de CO₂ effecten wel. Naast de inzet van recyclaat hebben de NFI-bedrijven nog andere compenserende maatregelen voorgesteld. Zie hiervoor bijlage E.

4.6.2 Techniek en effecten

De drie verschillende inzamelsystemen worden hieronder successievelijk beschreven.

Statiegeldsysteem

Statiegeld voor ½ liter flesjes, zie ook bijlage E voor verdere toelichting van de berekening

Bij een geprognostiseerde inzameling van 5,7 kton PET-flesjes bedragen de totale kosten van het statiegeldsysteem dus f 7.110,-/ton. Dit is ca. f 0,20 per flesje. Dit bedrag is sterk afhankelijk van de hoeveelheid verpakkingen die men met het statiegeldsysteem inzamelt en van de sorteervergoeding. Indien men de afschrijvingskosten van de investeringen in apparatuur door bijvoorbeeld vijfmaal zoveel verpakkingen kan delen, dalen de kosten per stuk sterk. Kosten voor controle, transport en administratie zijn min of meer onafhankelijk van de ingezamelde hoeveelheden. In Duitsland noemt de industrie een bedrag van 8 cent per flesje voor een statiegeldsysteem en rekent de overheid met 2 cent. Dit verschil is verklaarbaar. Daar wordt geen vergoeding voor de supermarkt gerekend (10 cent). Ook rekent men met blikjes en andere flessen erbij waardoor de meerkosten dalen (zie verder bijlage E).



Conclusies statiegeld:

- Statiegeld voor ½ literflesjes is de eerste jaren voor de detailhandel zeer kostbaar wegens het moeten ombouwen van apparaten. Op langere termijn, na afschrijving van de investeringen voor ombouw en vroegtijdige vervanging kunnen de kosten dalen tot een bedrag tussen f 5.000,- en f 6.000,- per ton PET-flesjes.

Brengsysteem

In een brengsysteem worden de PET-flesjes door de consumenten naar een inzamelcontainer (vergelijk glasbak) gebracht. Periodiek, afhankelijk van de vulgraad, worden de containers geleidigd. De flesjes worden vervolgens naar een sorteestation getransporteerd, waar de vervuiling wordt afgescheiden. In de literatuur is informatie verzameld over de kosten van brengsystemen. De volgende kosten zijn gevonden, zie Tabel 18. Er is informatie verzameld van grootschalig lopende systemen in diverse Europese landen (o.a. Zwitserland). Kleinschalige proefprojecten, zoals in Nederland uitgevoerd, geven hogere kosten (+30%), maar deze kosten worden door CE en TNO beschouwd als niet representatief voor een grootschalig langer lopend systeem. Wel was daar de respons inschatting na 5 jaar ook 40% [VMK, 1997].

Tabel 18 Kosten brengsysteem PET-flesjes in NLG per ton

Inzamelkosten	Bron inzamelkosten	sorteer-kosten	Bron sorteerkosten
310 – 550	(normaal) PETCORE	520	(manueel) VMK
265 – 365	(efficiënt) PETCORE	350 - 500	(automatisch) VMK
500 – 710	(1 bak op 2500 hh.) VMK	440 - 530	(manueel) PETCORE
1800	(1 bak op 200 hh.) FFact	350 - 500	(autom.) PETCORE
300 – 700	Range bij 40% respons	350 - 500	Range bij autom.

Inzameling plus sortering van de flesjes in een brengsysteem voor diverse verpakkingenkost tussen f 650,- en f 1.200,- per ton. Bij f 100,- transportkosten en een poortprijs van f 400,- per ton liggen de totale kosten voor het brengsysteem tussen f 350,- en f 900,- per ton. De respons bedraagt 40%, ingezameld wordt 2,4 kton PET-flesjes.

Haalsysteem

Inzameling huis-aan-huis van alleen PET-flesjes van frisdranken en waters is gezien de hoeveelheid (14 flesjes per inwoner per jaar; ca. 1 zak per gezin van 4 personen per jaar) onzinnig. In een haalsysteem worden de PET-flesjes door de consumenten tezamen met andere verpakkingen (blikjes, drankenkartons, kunststof HDPE-flacons, e.d.) in een plastic zak gedeponeerd. Deze worden huis-aan-huis ingezameld. De ingezamelde zakken worden vervolgens naar een sorteestation getransporteerd, waar de verschillende verpakkingen worden gesorteerd en de vervuiling wordt afgescheiden. In de literatuur is informatie verzameld over de kosten van haalsystemen (vooral uit België komen betrouwbare realistische cijfers). De volgende kosten zijn gevonden, zie Tabel 19.

Tabel 19 Kosten haalsystemen PMD-fractie (plastic, metaal, drankenkartons)

Inzamelkosten	Bron inzamelkosten	Sorteerkosten	Bron sorteerkosten
1100	Coldboxstudie voor APME door CE en TNO	520	(manueel) VMK
1840	(PMD-fractie) VMK	350 - 500	(automatisch) VMK
		440 - 530	(manueel) PETCORE
		350 - 500	(autom.) PETCORE
1100 – 1800	Range bij 80% respons	350 - 500	Range bij autom.

Inzameling plus sortering van de flesjes in een haalsysteem kost tussen *f* 1.450,- en *f* 2.300,- per ton. Bij *f* 100,- transportkosten en een poortprijs van *f* 400,- per ton liggen de totale kosten voor het brengsysteem tussen *f* 1.250,- en *f* 2.000,- per ton, mits de flesjes gelijktijdig met andere materialen kunnen worden ingezameld. De respons bedraagt ca. 80%, ingezameld wordt ca. 4,8 kton PET-flesjes.

Effecten

Door de zeer geringe hoeveelheid PET-flesjes ten opzichte van de hoeveelheid huishoudelijk afval (0,15%) zijn er door aparte inzameling ervan geen significante effecten op AVI's en te storten hoeveelheden.

4.6.3 Massabalans en milieu- en kostendata

De input van flacons in de scheidingsinstallatie neemt door de aparte inzameling van de PET-flesjes iets af. Van de niet aan de bron ingezamelde PET-flesjes, wordt nog 76,5% in de scheidingsinstallatie verwijderd.

Statiegeldsysteem

Bij het statiegeldsysteem is de respons 95%¹⁴ (dit is het praktijkcijfer in Noorwegen volgens [FFact, 2000]); van de 0,15% PET wordt dan 0,14% apart ingezameld. Op de totale input aan kunststof verpakkingsafval van huishoudens in de scheidingsinstallatie is dit 2%.

Haalsysteem

Bij het haalsysteem is de aangenomen respons 80%; van de 0,15% PET aanwezig in het huishoudelijke afval wordt dan 0,12% ingezameld.

Brengsysteem

Bij het brengsysteem is de aangenomen respons 40%; van de 0,15% PET wordt dan 0,06% ingezameld.

Door de zeer geringe hoeveelheden PET-flesjes worden de effecten van aparte inzameling op de massabalans van scenario 3 verwaarloosd. Dit is immers een globale studie.

In bijlage E is berekend wat de kosten, de CO₂-emissie en de productie aan finaal afval is per ton input aan kunststof verpakkingsafval in de scheidingsinstallatie. In Tabel 20 worden de data van scenario 4 gegeven.

¹⁴ 95% respons voor het statiegeldsysteem is mogelijk wat te hoog. In tegenstelling tot andere verpakkingen met statiegeld (glazen en 1,5 liter PET-flessen) worden de ½ liter PET-flesjes veelal out-of-home gebruikt. Daardoor is de kans reëel dat een groter deel van de ½ liter flesjes dan van de 1,5 liter PET-flessen niet wordt teruggebracht. In de berekeningen is echter uitgegaan van 95% respons. Dit rapporteert [FFact, 2000] voor Noorwegen.



Tabel 20 Data scenario 4 voor kunststof verpakkingsafval van huishoudens

Data scenario 4	Statiegeld	Brengsysteem	Haalsysteem (kunststof loopt mee met blik en drankenkartons)
Percentage nuttige toepassing ¹⁵ kunststof verpakkingsafval van huishoudens	58,9%	58,8%	58,9%
Kosten PET-inzameling in NLG per ton PET	7110	350 - 900	1250 - 2000
CO ₂ -emissie (kg CO ₂ /ton kunststof verpakkingsafval)	240	243	241
Kg finaal afval per ton kunststof verpakkingsafval	17,2	17,2	17,2

Op de kosten na zijn de verschillen met scenario 3 en tussen de drie broninzamelsystemen miniem.

4.6.4 Realisatiepotentieel in 2005

Het statiegeldsysteem is wellicht voor 2005 geheel in te voeren. Voor de breng- en zeker voor de haalsystemen is dit onzeker. Immers bestuurlijk overleg en overeenstemming met gemeenten is nodig. In de berekeningen echter wordt wel van volledige invoering van de bronscheiding in 2005 uitgegaan.

4.6.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 4

In Tabel 21 zijn de effecten van realisatie van scenario 4 opgenomen. De kostenberekeningen voor het statiegeldsysteem, het breng- en haalsysteem zijn in bijlage E opgenomen.

¹⁵ De materiaalrecycling betreft vrijwel alleen grondstofrecycling. De hoeveelheid PET-flesjes die mechanisch wordt gerecycled is zeer gering.

Tabel 21 Effecten realisatie scenario 4 bij volledige implementatie brengsysteem, haalsysteem of statiegeld per 2005 en realisatie scheidingsinstallaties per 2005, 2/3 van het huisvuil door scheidingsinstallaties en volledige realisatie behandeling huisvuil in scheidingsinstallaties vanaf 2010

	scenario 1 realisatie 0%	scenario 4 realisatie 33% 2005	scenario 4 realisatie 66%	Scenario 4 Realisatie 100% >2010
nuttige toepassing kunststof verpakingsafval in % en kton	0%	18% 50,3 kton	36% 100,6 kton	54% 151 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakingsafval rofire in % en kton		8% 23 kton	8% 23 kton	8% 23 kton
Kosten in NLG per ton kunststof verpakingsafval statiegeldsysteem	200	334	341	337,5
Kosten in NLG per ton kunststof verpakingsafval brengsysteem	200	200,2	206,7	203,5
Kosten in NLG per ton kunststof verpakingsafval haalsysteem	200	219	225	222
kg CO ₂ -emissie verwerking kunststofafval /ton (voor de drie systemen nagenoeg gelijk)	1216	891	565	240
kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1 statiegeldsysteem ¹⁶		412	251	141
kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1 brengsysteem		+1	+10	+4
kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1 haalsysteem (kunststof loopt mee met PMD-fractie)		58	38	23
Kg finaal te storten afval per ton kunststofafval in huisvuil (ONF geen finaal afval)	45	35,7	26,5	17,2

De effecten van de gescheiden inzameling van PET via statiegeld, een brengsysteem of een haalsysteem zijn wat betreft de CO₂-emissie en de hoeveelheid finaal afval ten opzichte van scenario 3 te verwaarlozen. De kosten en als gevolg daarvan ook de kosten per ton CO₂-reductie, nemen toe. Bij inzameling met een statiegeldsysteem nemen de kosten zeer sterk toe. Bij een haalsysteem, waarbij ook blik, drankenkartons en ander kunststof wordt ingezameld, is er een duidelijke kostenstijging, terwijl bij een brengsysteem de kostenstijging beperkt is.

4.6.6 Effecten voor alle kunststofafval

In bijlage E zijn tevens enkele berekeningen gemaakt voor alle kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen, en voor de invloed van scenario 4 op de kosten van verwijdering van huisvuil. Enkele interessante data zijn in Tabel 22 opgenomen.

¹⁶ Toelichting kosten / ton CO₂

Statiegeld

33% realisatie: $(334-200) \text{ NLG} / (1,216-0,891) \text{ ton CO}_2 = 412 \text{ NLG/ton CO}_2$

66% realisatie: $(341-200) \text{ NLG} / (1,216-0,565) \text{ ton CO}_2 = 251 \text{ NLG/ton CO}_2$

100% realisatie: $(337,5-200) \text{ NLG} / (1,216-0,240) \text{ ton CO}_2 = 141 \text{ NLG/ton CO}_2$

De berekening voor het haal- en brengsysteem gaat op dezelfde wijze.



Tabel 22 Enkele resultaten van scenario 4, statiegeld, voor **alle kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen**

	Scenario 1	Scenario 4 33% realisatie 2005	Scenario 4 66% realisatie	Scenario 4 100% realisatie > 2050
Nuttige toepassing kunststof verpakingsafval vanuit de scheidingsinstallatie +PET-inzameling in % en kton	0%	19,4% 99 kton	38,8% 198 kton	58,3% 298 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakingsafval via Rofire in % en kton	0%	4,5% 23 kton	4,5% 23 kton	4,5% 23 kton
Kg CO ₂ per ton kunststofafval	1182	869	550	234
Kg finaal afval per ton kunststofafval	81	66	50	35
Kosten verwerking huisvuil in NLG/ton huisvuil	200	208	218	221

De cijfers in deze tabel zijn op de kosten na gelijk aan die van scenario 3. De kosten zijn ca. f 10,- per ton huisvuil hoger. Deze kostenstijging is volledig toe te schrijven aan de inzamelkosten van meer dan f 7.000,- per ton van 0,14% van het huisvuil.

4.6.7 Perspectief

De aan de bron ingezamelde hoeveelheid PET-flesjes is bij een brengsysteem beperkt. Mogelijk dat op langer termijn (10 – 15 jaar) de respons van het brengsysteem stijgt naar een niveau van ca. 80% (vergelijk glasbak).

Voordelen van de broninzameling van PET-flesjes zijn:

- In plaats van hoofdgebruik als brandstof is mechanische recycling mogelijk.
- Van de broninzamelsystemen is de invoering per 2005 wellicht volledig haalbaar. Het oprichten van een landelijk dekkend park aan scheidingsinstallaties neemt een periode van zeker 10 jaar in beslag.

Dat statiegeld op 1/2 liter flesjes minieme milieuvordelen heeft op het totale scenario, komt omdat het aandeel van de 1/2 liter flesjes in de totale hoeveelheid verpakkingen zeer gering is.

Een duidelijk nadeel zijn de hoge kosten, vooral die van het statiegeldsysteem.

4.7 Scenario 5: Flessen en flacons gescheiden ingezameld

4.7.1 Inleiding

Dit scenario heeft als extra boven op scenario 2 een inzamelingsysteem voor alle flessen en flacons van kunststof. Dit betekent dat afscheiding van een 'flaconfractie' in de scheidingsinstallatie niet plaatsvindt. Voor de broninzameling zijn er 3 mogelijkheden:

- 5a statiegeld;
- 5b brengsysteem naar plasticbakken;
- 5c haalsysteem.

Er wordt vanuit gegaan dat de kosten van de inzameling van het huishoudelijke restafval, door de broninzameling van de kunststof flessen en flacons

gelijk blijven. Zeker indien flessen en flacons gelijktijdig met andere materialen (zoals blikjes, drankenkartons, e.a.) worden ingezameld, kan dit effect hebben op de inzamelkosten van huisvuil. Het valt buiten het kader van deze studie om dit te analyseren.

4.7.2 Techniek en effecten

De wijze van inzameling van de drie systemen komt overeen met die zoals beschreven bij scenario 4. Alleen de kosten zullen anders zijn.

4.7.3 Massabalans en milieu- en kostendata

Voor het statiegeldsysteem wordt uitgegaan van een respons van 95%, voor een haalsysteem van 80% en voor een brengsysteem van 40%. Op lange termijn (10 – 15 jaar) kan de respons van een brengsysteem mogelijk stijgen tot zo'n 80% (vergelijk glasbak). Het is dan wel noodzakelijk dat tot een grote 'bakdichtheid' wordt overgegaan. De responsen voor haal- en brengsystemen zijn afgeleid uit responspercentages van inzamelproeven in Nederland [VMK] en inzamelsystemen in het buitenland [APME], [FFact], zie ook bij scenario 4.

In Tabel 23 zijn de hoeveelheden aan de bron ingezamelde flacons en flessen gegeven volgens de drie inzamelsystemen. In dit scenario betreft het voor PET zowel de ½ liter flesjes als de flesjes en flacons voor vloeibare zeep, wasmiddelen, spijsoliën, etc.

Tabel 23 In te zamelen hoeveelheden flessen/flacons in kg/ton kunststof verpakkingsafval van huishoudens na invoering in 2005 in geheel Nederland. (zie Tabel 3, analyse RIVM)

	Kg/ton kunststof verpakkingsafval	Statiegeld Respons 95%	Haalsysteem Respons 80%	Brengsysteem Respons 40%
HDPE	114	108	91	45
PET	50	47	40	20
HDPE + PET	164	155	130	65
Naar RDF (AVI)		9	34	99

De gescheiden inzameling van flessen en flacons heeft vrijwel geen invloed op de hoeveelheid kunststof verpakkingsafval die in de scheidingsinstallatie in de PPF terecht komt. Slechts 5% van de flacons komt in scenario 2 in de PPF terecht, dit is $(0,05 \cdot 164 =)$ 8 kg/ton. Op een hoeveelheid PPF van 356 kg/ton kunststof verpakkingsafval is dit 2,3%. De daadwerkelijke vermindering zal geringer zijn omdat geen 100% van de flacons aan de bron wordt ingezameld. Deze geringe veranderingen in de PPF worden in deze studie verwaarloosd.

95% van de flacons komt in scenario 2 in RDF terecht. Aparte inzameling doet dus de hoeveelheid kunststof verpakkingsafval in RDF duidelijk dalen. In deze berekening wordt er van uitgegaan dat alle flacons die niet apart worden ingezameld in de RDF terechtkomen en in de AVI worden verbrand.

In Tabel 24 wordt aangegeven hoeveel kton aan flacons/flessen per jaar via de drie inzamelsystemen naar raming kan worden ingezameld. In het restafval is van huishoudens 259 kton kunststof verpakkingsafval aanwezig (zie paragraaf 4.1).



Tabel 24 In te zamelen hoeveelheden flessen/flacons kton/jr na invoering in 2005 in geheel Nederland

	Kton/jr	Statiegeld Respons 95%	Haalsysteem Respons 80%	Brengsysteem Respons 40%
HDPE	29,5	28,0	23,6	11,8
PET	13,0	12,2	10,4	5,2
HDPE + PET	42,5	40,2	34,0	17,0
Naar RDF (AVI)		2,3	8,3	25,5

Kosten van de inzameling

Statiegeld

Voor de kosten van het statiegeldsysteem worden de data gebruikt uit de paragraaf van scenario 4 en uit bijlage E.

Aangenomen wordt dat de jaarlijkse apparatuurkosten voor inname van statiegeld van alle flacons en kunststofflesjes dezelfde zijn als in scenario 4. Deze bedragen *f* 17,8 miljoen. Per ton zijn dan de kosten (17,8 mln / 40,2 kton=) *f* 440,- per ton.

De sorteervergoeding voor de supermarkten bedraagt naar voorlopige raming *f* 0,10 per flacon of flesje. Onbekend is wat het gemiddelde gewicht is van de flacons en flesjes. Geraamd wordt dat dit tussen 25 en 50 gram per flacon/flesje ligt. In de berekening van kosten per eenheid wordt uitgegaan van 28 gram per flesje/flacon. Omdat de totale hoeveelheid flessen en flacons bekend is heeft de variatie in gewicht per eenheid geen invloed op de totale kosten of de kosten per ton. Het aantal flesjes per ton bedraagt dan 40.000 tot 20.000. De sorteervergoeding bedraagt dan *f* 2.000,- tot *f* 4.000,-. De administratiekosten bedragen ca. *f* 300,-/ton en de logistieke kosten *f* 470,- per ton. De opbrengst van PET wordt geraamd op *f* 400,- en van HDPE op *f* 200,-/ton. De gemiddelde poortprijs HDPE-PET is ca. *f* 250,-.

De kosten van het statiegeldsysteem bedragen dan *f* 2.960 - *f* 4.960,- /ton flessen/flacons.

Brengsysteem

Inzameling plus sortering van de flessen/flacons in een brengsysteem kost tussen *f* 650,- en *f* 1.200,- per ton (zie bij scenario 4). Overige kostenposten: transportkosten *f* 100,-, poortprijs *f* 400,- per ton voor PET en *f* 200,- voor HDPE. De respons bedraagt 40%, ingezameld wordt 5,2 kton PET en 11,8 kton HDPE. De gemiddelde poortprijs PET-HDPE is *f* 250,-. De gemiddelde kosten van het brengsysteem komen daarmee op *f* 500,- tot *f* 1.050,- per ton flessen/flacons. Dit is wat hoger dan het alleen inzamelen van PET, omdat de opbrengst van PET hoger is dan van andere kunststoffen.

Haalsysteem

Inzameling plus sortering van de flesjes in een haalsysteem kost tussen *f* 1.450,- en *f* 2.300,- per ton. Bij *f* 100,- transportkosten en een gemiddelde poortprijs PET-HDPE van *f* 250,- per ton liggen de totale kosten voor het brengsysteem tussen *f* 1.300,- en *f* 2.150,- per ton flessen/flacons.

Inzameling van alleen flessen en flacons met een haalsysteem is niet haalbaar. De inzamelfrequentie zou dan circa 3 maal per jaar zijn voor een gezin van 4 personen. Het is zeer twijfelachtig of de consument zijn flessen/flacons zolang wil bewaren. Gelijktijdige inzameling met andere producten en/of materialen zoals in België en in Duitsland, is noodzakelijk. Daar is in de kostenberekening ook vanuit gegaan.

In Tabel 25 zijn de data van scenario 5 opgenomen.

Tabel 25 Data scenario 5 per ton **kunststof verpakkingsafval van huishoudens**

	Statiegeld	Haalsysteem (met andere materialen)	Brengsysteem
% Mechanische recycling van flessen/flacons tov alle kunststof verpakkingen	15,5%	13,0%	6,5%
% Hoofdgebruik als brandstof kunststof verpakkingsafval als PPF (zie scenario2)	35,6%	35,6%	35,6%
Kosten broninzameling in NLG per ton	2960-4960	1300 - 2150	500-1050
CO ₂ -emissie (kg CO ₂ /ton kunststof verpakkingsafval)	203	264	428
Kg finaal afval per ton kunststof verpakkingsafval	18	19	22

Ten opzichte van scenario 3 en 4 is de hoeveelheid CO₂-emissie en finaal afval vrijwel gelijk. De broninzamelsystemen zijn duidelijk veel duurder dan de mechanische scheiding in scenario 3.

Ten opzichte van scenario 2 is de CO₂-winst van de broninzameling met behulp van statiegeld in scenario 5 388 kg CO₂ per ton kunststof verpakkingsafval. De kosten per ton CO₂ voor deze CO₂-besparing bedragen (uitgaande van f 3.960,- per ton inzameling, het midden van de range) ca. f 11.700,-.

Ten opzichte van scenario 2 is de CO₂-winst van de broninzameling met behulp van een brengsysteem in scenario 5 163 kg CO₂ per ton kunststof. De kosten per ton CO₂ voor deze CO₂-besparing bedragen (uitgaande van f 750 per ton inzameling, het midden van de range) ca. f 4.600,-.

Voor CO₂-besparing zijn de kosten van broninzamelsystemen voor flessen/flacons dus erg hoog.

4.7.4 Realisatiepotentieel in 2005

Het realisatiepotentieel voor de scheidingsinstallaties staat in paragraaf 4.3 'scenario 2' beschreven.

In de berekeningen is uitgegaan van volledige invoering van de bronscheiding in 2005.

4.7.5 Milieueffecten en kosten bij drie stappen in realisatie scenario 5

In Tabel 26, Tabel 27 en Tabel 28 zijn de effecten van realisatie van scenario 5 opgenomen. Berekening zie bijlage F.



Tabel 26 Resultaten voor kunststof verpakkingsafval van huishoudens bij realisatie scenario 5 bij volledige implementatie **statiegeld** per 2005 en realisatie scheidingsinstallaties per 2005, 2/3 van het huisvuil door scheidingsinstallaties en volledige realisatie behandeling huisvuil in scheidingsinstallaties voor afscheiding PPF

Statiegeld	Scenario 1 realisatie 0%	Scenario 5 realisatie 33% 2005	Scenario 5 Realisatie 66%	Scenario 5 Realisatie 100% >2010
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval vanuit huisvuilscheidingsinstallatie (zie scenario 2) in % en kton	0%	10,8% 30,3 kton	21,6% 61 kton	32,4% 91,4 kton
mechanische recycling kunststof verpakkingsafval vanuit bronscheiding mbv. Statiegeld in % en kton		15,5% 39 kton	15,5% 39 kton	15,5% 39 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval 'Rofire' in % en kton		8% 23 kton	8% 23 kton	8% 23 kton
Kosten in NLG per ton kunststof verpakkingsafval; berekening zie bijlage F	200	777	782	779
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	621	410	203
Kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1		970	722	572
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	32	25	18

Tabel 27 Resultaten voor kunststof verpakkingsafval van huishoudens bij realisatie scenario 5 bij volledige implementatie **haalsysteem** in 2005 en realisatie scheidingsinstallaties per 2005, 2/3 en volledige realisatie

Haalsysteem	Scenario 1 realisatie 0%	Scenario 5 realisatie 33%	Scenario 5 Realisatie 66%	Scenario 5 Realisatie 100%
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval vanuit huisvuilscheidingsinstallatie (zie scenario 2) in % en kton	0%	10,8% 30,3 kton	21,6% 61 kton	32,4% 91,4 kton
mechanische recycling kunststof verpakkingsafval vanuit bronscheiding mbv. Haalsysteem in % en kton		13,0% 36,7 kton	13,0% 36,7 kton	13,0% 36,7 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval 'Rofire' in % en kton		8% 23 kton	8% 23 kton	8% 23 kton
Kosten per ton kunststof verpakkingsafval; berekening zie bijlage F	200	389	395	393
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	682	471	265
Kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1		354	262	203
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	33	26	19

Tabel 28 Resultaten voor kunststof verpakkingsafval van huishoudens bij realisatie scenario 5 bij volledige implementatie **brengsysteem** per 2005 en realisatie scheidingsinstallaties per 2005, 2/3 en volledige realisatie

Brengsysteem	Scenario 1 realisatie 0%	Scenario 5 realisatie 33%	Scenario 5 realisatie 66%	Scenario 5 Realisatie 100%
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval vanuit huisvuilscheidingsinstallatie (zie scenario 2) in % en kton	0%	10,8% 30,3 kton	21,6% 61 kton	32,4% 91,4 kton
mechanische recycling kunststof verpakkingsafval vanuit bronscheiding mbv. Brengsysteem in % en kton		6,5% 18,3 kton	6,5% 18,3 kton	6,5% 18,3 kton
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval 'Rofire' in % en kton		8%	8%	8%
Kosten per ton kunststof verpakkingsafval; berekening zie bijlage F	200	230	237	236
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	846	635	429
Kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1		81	64	50
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	36	29	22

Door de statiegeld-inzameling van de flessen en flacons stijgen de totale kosten van de verwerking van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval sterk. Daardoor zijn de kosten per ton CO₂-reductie aanzienlijk. Voor het brengsysteem vallen ze nog wel mee.

Omdat in scenario 5 aanzienlijk meer kunststof verpakkingsafval volgens het dure statiegeldsysteem wordt ingezameld dan in scenario 4 is scenario 5 aanmerkelijk duurder dan scenario 4.

Ook het haalsysteem geeft een aanzienlijke kostenstijging.

De kostenstijging als gevolg van het brengsysteem zijn relatief beperkt. De respons over zo'n 5 jaar is echter beperkt tot ongeveer 40%.

4.7.6 Effecten voor alle kunststofafval

In bijlage F zijn tevens enkele berekeningen gemaakt voor alle kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen, en voor de invloed van scenario 5 op de kosten van verwijdering van huisvuil. Enkele interessante data zijn in Tabel 29 opgenomen.

Tabel 29 Enkele resultaten van scenario 5, statiegeld, voor alle **kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen**

	Scenario 1	Scenario 5 33% realisatie 2005	Scenario 5 66% realisatie	Scenario 5 100% realisatie >2010
Nuttige toepassing kunststofafval vanuit de scheidingsinstallatie in % en kton	0%	19,0% 97 kton	30,2% 154 kton	41,4% 212 kton
Nuttige toepassing kunststofafval via Rofire in % en kton	0%	4,5% 23 kton	4,5% 23 kton	4,5% 23 kton
Kg CO ₂ per ton kunststofafval	1182	722	512	304
Kg finaal afval per ton kunststofafval	81	64	51	37
Kosten verwerking huisvuil in NLG/ton huisvuil	200	235	245	242

4.7.7 Perspectief

Ten aanzien van de scheidingsinstallaties gelden dezelfde opmerkingen als bij scenario 2.

De aan de bron ingezamelde hoeveelheid flacons/flessen is bij een brengsysteem beperkt. Mogelijk dat op langer termijn (10 – 15 jaar) de respons van het brengsysteem stijgt naar een niveau van ca. 80% (vergelijk glasbak).

Voordelen van de broninzameling zijn:

- In plaats van hoofdgebruik als brandstof is mechanische recycling mogelijk.
- De invoering van de bronscheidingsystemen kan in 2005 zijn gerealiseerd. Het oprichten van een landelijk dekkend park aan scheidingsinstallaties neemt een periode van zeker 10 jaar in beslag.

Een duidelijk nadeel zijn de hoge kosten, vooral die van het statiegeldsysteem.



5 Conclusies

5.1 Beeld voor kunststof verpakkingsafval in 2005

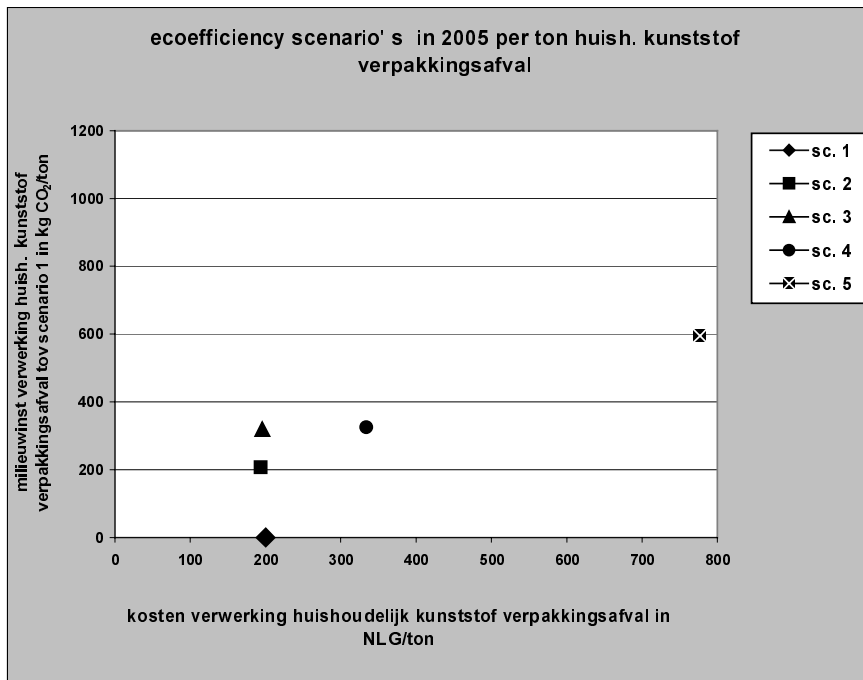
In Tabel 30 zijn de belangrijkste resultaten van de verschillende scenario's in 2005 gepresenteerd. In de tabel zijn voor scenario 4 en 5 de gegevens van de broninzameling van PET-flesjes resp. flessen/flacons met behulp van het statiegeldsysteem opgenomen.

Tabel 30 Resultaten scenario's verwerking van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval in 2005: 33% realisatie bestaande initiatieven voor scheidingsinstallaties

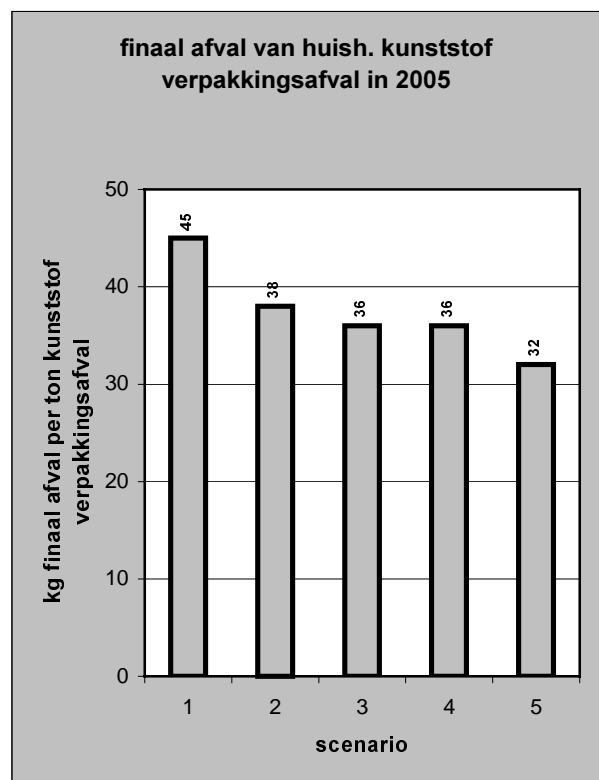
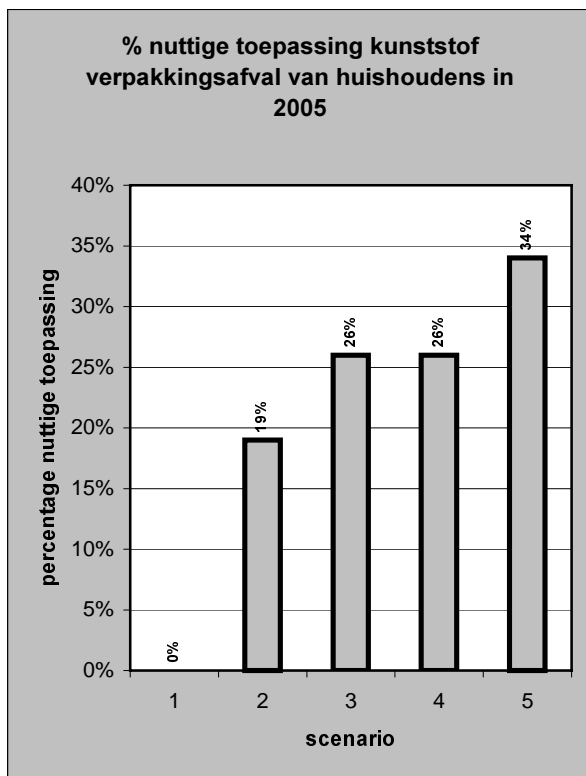
	Scenario 1 AVI	Scenario 2 PPF	Scenario 3 PPF + fles/flacon	Scenario 4 PPF + fles/flacon + PET inz.	Scenario 5 PPF + fles/flacon inzameling
nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval (incl. Rofire)	0%	19% (53,3 kton)	26% (73,3 kton)	26% (73,3 kton)	34% (92,3 kton)
Kosten in NLG per ton kunststof verpakkingsafval	200	194	196	334	777
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	1009	896	891	621
Kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1		-27	-13	+421	+970
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	38	36	36	32

In Figuur 9 en Figuur 10 zijn deze resultaten grafisch weergegeven.

Figuur 9 Eco-efficiëntie scenario's ten opzichte van scenario 1 in 2005

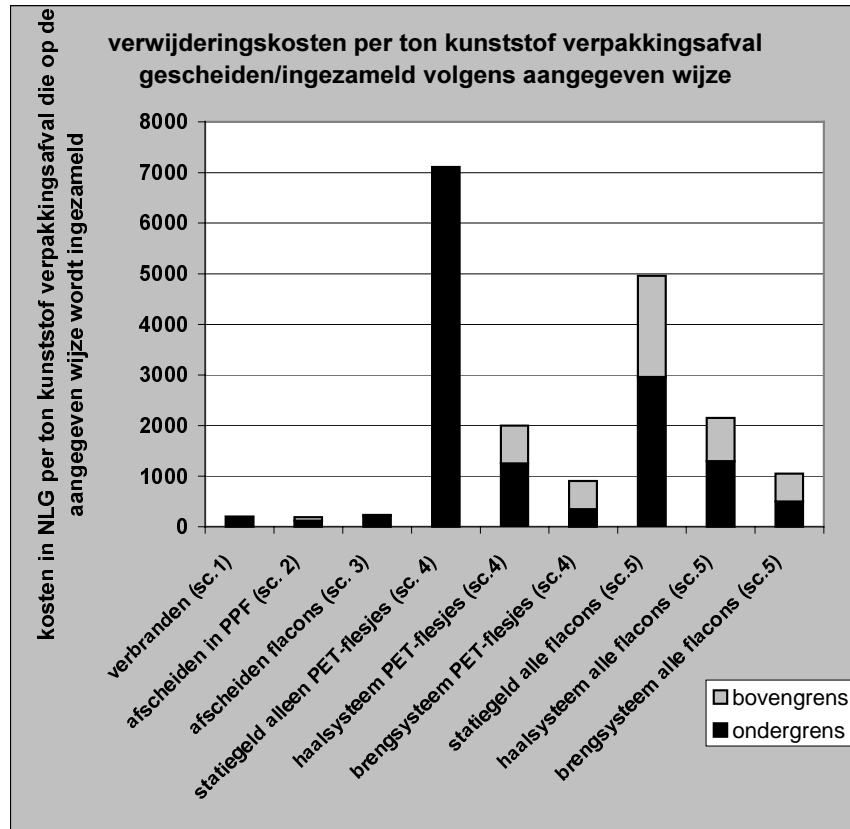


Figuur 10 Nuttige toepassingpercentage en finaal afval van kunststof verpakkingsafval van huishoudens in 2005



In Figuur 11 zijn de kosten van verschillende wijzen van scheiding plus verwerking van kunststof verpakkingsafval opgenomen.

Figuur 11 Kosten van verschillende wijzen van scheiding plus verwerking van kunststof verpakkingsafval in NLG per ton



Conclusie: Scenario 3 komt er zeer goed uit wat betreft CO₂-emissie, finaal afval, recyclepercentage en kosten. Scenario 5 is qua recyclepercentage en CO₂-winst weliswaar hoger dan scenario 3, maar leidt tot een aanzienlijke kostenverhoging.

Opvallend zijn een aantal zaken:

- Vooral de te verwachten nuttige toepassing in kolencentrales en cementovens (scenario 2) geeft een verlaging van de CO₂-emissie van de verwerking van kunststof verpakkingsafval tegen lagere kosten dan de ongescheiden verwerking ervan in AVI's.
- De hoeveelheid finaal afval is vooral afhankelijk van de manier van verwerking van de ONF-fractie en vrijwel niet van de scenario's.
- Het mechanisch scheiden van flessen en flacons blijft wat betreft kosten per ton CO₂ binnen de range van het klimaatbeleid. Het potentieel is op korte termijn (tot 2005) echter beperkt.
- Eenmalige PET-flesjes in een statiegeldsysteem (respons 95%) scenario 4 verhogen het recyclepercentage van kunststof verpakkingsafval ten opzichte van scenario 3 waarin de PET-flesjes mechanisch worden gescheiden (scheidingspercentage 76%) met minder dan 0,1% tegen hoge kosten: de hoeveelheid PET-flesjes is zeer gering.
- Scenario 5 geeft als gevolg van een volledig ingevoerd statiegeldsysteem voor alle flessen en flacons per 2005 een hoger recyclepercentage

van het kunststof afval dan de andere scenario's. De kosten ervan zijn echter aanzienlijk.

5.2 Beeld voor kunststof verpakkingsafval bij 100% realisatie scenario's

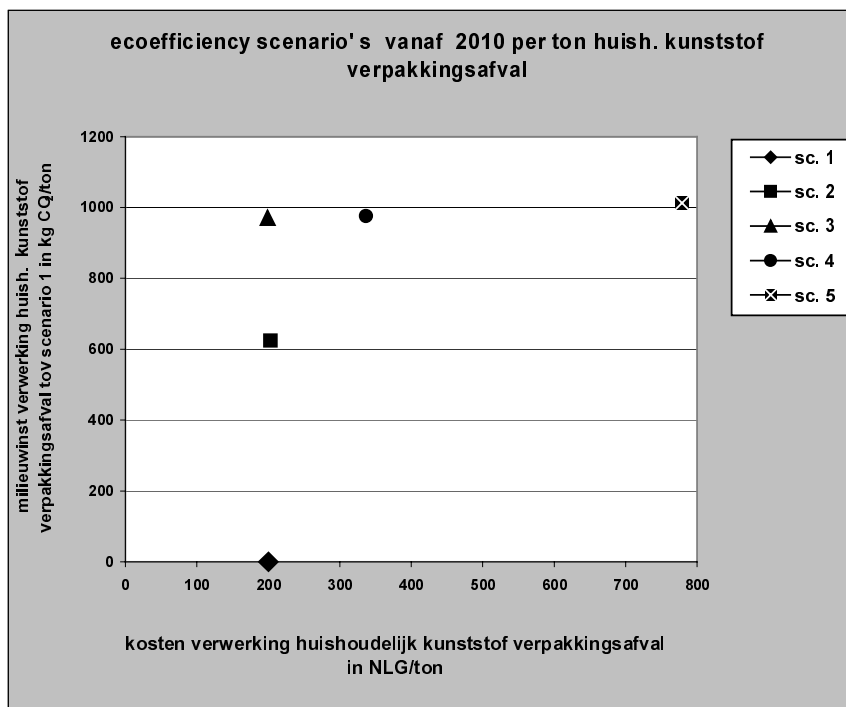
Volledige realisatie van een park aan scheidingsinstallaties is afhankelijk van de beleidsmatige druk die daar op wordt gezet. Bij voldoende beleidsdruk is realisatie binnen ca. 10 jaar mogelijk (vergelijk GFT en oprichting van een park aan composteringsinstallaties). In Tabel 31 zijn de belangrijkste resultaten van de verschillende scenario's bij volledige realisatie gepresenteerd. In de tabel zijn voor scenario 4 en 5 de gegevens van de broninzameling van PET-flesjes resp. flessen/flacons met behulp van het statiegeldsysteem opgenomen.

Tabel 31 Resultaten scenario's verwerking van huishoudelijk kunststof verpakkingsafval bij 100% realisatie na 2010

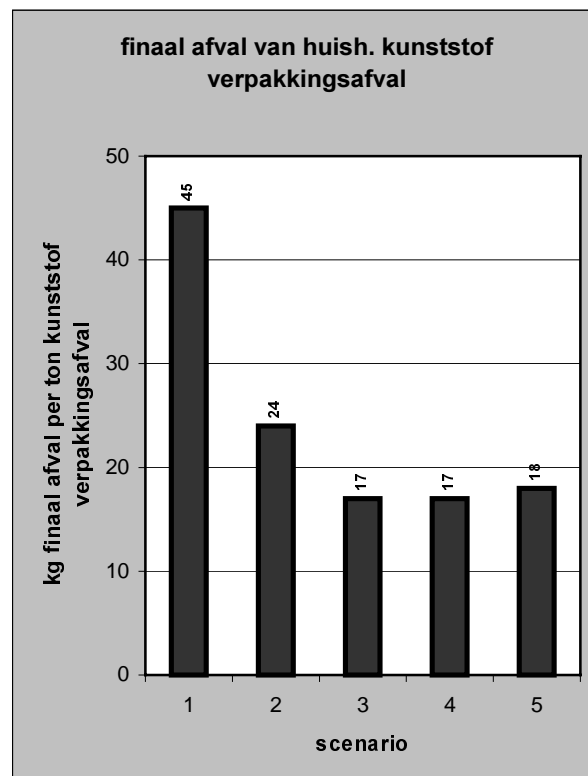
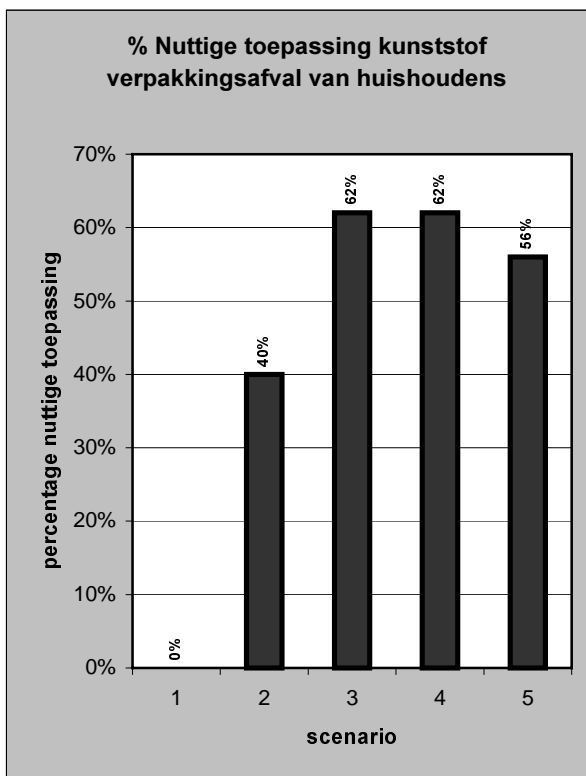
	Scenario 1 AVI	Scenario 2 PPF	Scenario 3 PPF + fles/flacon	Scenario 4 PPF + Fles/flacon +PET inz.	Scenario 5 PPF + fles/flacon inzameling
Nuttige toepassing kunststof verpakkingsafval (incl. Rofire)	0%	40% (114 kton)	62% (174 kton)	62% (174 kton)	56% (153 kton)
Kosten in NLG per ton kunststof verpakkingsafval	200	203	199	337	779
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststof verpakkingsafval	1216	592	245	240	203
Kosten per ton CO ₂ -reductie tov scenario 1	0	4,5	-1	141	572
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)	45	24	17	17	18

In Figuur 12 en Figuur 13 zijn deze resultaten grafisch weergegeven.

Figuur 12 Eco-efficiëntie scenario's ten opzichte van scenario 1 bij 100% realisatie (scenario 4 en 5 broninzameling met statiegeld)



Figuur 13 Percentage nuttige toepassing en finaal afval van huishoudelijk kunststof verpakkings-afval bij volledige realisatie (scenario 4 en 5 broninzameling met statiegeld)



Conclusie: Scenario 3 is duidelijk de beste. Scenario 5 is bij volledige realisatie van de scenario's qua nuttige toepassingpercentage iets lager dan scenario 3 en leidt tot een aanzienlijke kostenverhoging. Scenario 4 is qua milieuprestatie gelijk aan scenario 3 maar duurder.

Opvallend zijn een aantal zaken:

- De hoeveelheid finaal afval is vooral afhankelijk van de manier van verwerking van de ONF. Indien de ONF zonder finaal afval wordt verwerkt daalt het finaal afval in alle scenario's tot ongeveer de helft van scenario 1. Tussen de scenario's 2, 3, 4 en 5 zit niet veel verschil in finaal afval.
- Het hoogste nuttige toepassingpercentage van kunststof verpakkingsafval wordt verkregen in scenario 3, bij mechanische scheiding van de flaconfractie. De kosten en het finaal afval zijn vergelijkbaar met scenario 2, terwijl de CO₂-emissie de helft lager is dan scenario 2. De kosten van scenario 3 kunnen nog afnemen indien de mechanische scheiding van de flaconfractie kan worden gecombineerd met de mechanische scheiding van drankenkartons. Deze mechanische scheiding van drankenkartons wordt momenteel gerealiseerd in de VAGRON scheidingsinstallatie.
- Eenmalige PET-flesjes in een statiegeldsysteem (respons 95%) scenario 4 verhogen het nuttige toepassingpercentage ten opzichte van scenario 3 waarin de PET-flesjes (naast de overige flacons) mechanisch worden gescheiden (scheidingspercentage 76%) met minder dan 0,1% tegen hoge kosten: de hoeveelheid PET-flesjes is zeer gering
- Scenario 5 geeft bij volledige realisatie afhankelijk van het gekozen systeem voor gescheiden inzameling een gelijk of lager percentage nuttige toepassing van het kunststof verpakkingsafval dan in scenario 3 en scenario 4. De kosten van scenario 5 zijn aanzienlijk.
- Voor vermindering CO₂-emissie en finaal afval levert statiegeld vrijwel niets op ten opzichte van mechanische scheiding van flessen en flacons.

5.3 Effecten van de scenario's op alle kunststofafval

Naast kunststof verpakkingsafval van huishoudens wordt ook niet verpakkingsafval en een deel van het KWDI-afval in scheidingsinstallaties verwerkt. Bij de mechanische scheiding komt een deel van het niet-verpakkingsafval en KWDI-afval ook in de PPF terecht en in de flaconfractie (scenario 3). Naast de 259 kton kunststof verpakkingsafval van huishoudens wordt ca. 65 kton kunststof verpakkingsafval van de KWDI-sector verwerkt en 169 kton niet-verpakkingsafval (waarvan 34 kton van KWDI). Tevens wordt nog 23 kton kunststof verpakkingsafval van huishoudens met het oudpapier ingezameld 'Rofire'. In totaal is 516 kton kunststofafval aanwezig, exclusief het in aparte KWDI-stromen aanwezige.

In Tabel 32 en Tabel 33 zijn enkele effecten opgenomen.



Tabel 32 Resultaten scenario's op alle kunststofafval bij 33% realisatie inclusief KWDI-afval dat in dezelfde installaties wordt verwerkt (scenario's 4 en 5 statiegeld) in 2005

		Scenario 1 AVI	Scenario 2 PPF	Scenario 3 PPF + fles/flacon	Scenario 4 PPF + Fles/flacon +PET inz.	Scenario 5 PPF + fles/flacon inzameling
nuttige toepassing kunststofafval (incl. Rofire)		0%	15,7%	23,9%	23,9%	23,5%
Nuttige toepassing kunststofafval (incl. Rofire) in kton/jr		0	81	123	123	121
Verdeling	verpakkingsafval nascheiding voor AVI	0	30	50	50	69
	Verpakkingsafval uit Rofire	0	23	23	23	23
	niet verpakkingsafval	0	28	50	50	29
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststofafval		1182	975	869	869	722
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)		81	68	66	66	64

Tabel 33 Resultaten scenario's op kunststofafval bij 100% realisatie (scenario's 4 en 5 statiegeld) na 2010

		Scenario 1 AVI	Scenario 2 PPF	Scenario 3 PPF + fles/flacon	Scenario 4 PPF + Fles/flacon +PET inz.	Scenario 5 PPF + fles/flacon inzameling
nuttige toepassing kunststofafval (incl. Rofire)		0%	38,1%	62,8%	62,8%	45,9%
Nuttige toepassing kunststofafval (incl. Rofire) in kton/jr		0	197	324	324	237
Verdeling	Verpakkingsafval nascheiding voor AVI	0	91	151	151	110
	verpakkingsafval uit Rofire	0	23	23	23	23
	niet verpakkingsafval	0	83	150	150	104
Kg CO ₂ -emissie/ton kunststofafval		1182	557	234	234	304
Kg finaal te storten afval per ton kunststof verpakkingsafval (ONF geen finaal afval)		81	41	35	35	37

Bij realisatie van de bestaande initiatieven voor scheidingsinstallaties (33%) zijn de milieueffecten van scenario 3, 4 en 5 met betrekking tot alle kunststofafval vrijwel gelijk. Bij volledige realisatie zijn de milieueffecten van scenario 3 en 4 het meest gunstig.

5.4 Effecten van de scenario's op de verwerking van huisvuil

Het moge duidelijk zijn dat scheidingsinitiatieven nieuwe verwerkingsroutes voor kunststof verpakkingsafval mogelijk maken die CO₂-reductie en minder finaal afval opleveren. Deze scheidingsinitiatieven geven ook ruimte in de bestaande AVI's en dragen dus bij aan de vermindering van de hoeveelheid brandbaar afval die gestort moet worden.

5.5 Beleidsmatige consequenties

Uit de resultaten komt verwerking als subcoal of als brandstof in een cementoven als een techniek naar voren met een groot potentieel. Het is wenselijk dat deze techniek beleidsmatig een afgewogen plek krijgt in het beleid. Op termijn is een nuttige toepassing percentage van het kunststof verpakkingsafval haalbaar tot zelfs 62% vanaf 2010 (scenario 3).

Scenario 3 mechanische scheiding van PPF en de flaconfractie komt duidelijk als beste scenario naar voren.

Voor een stevige verandering van de verwerking van kunststof verpakkingsafval is een lange adem nodig. Scheidingsinstallaties en inzamelsystemen vergen een aantal jaren voor invoering. Afspraken met een wat langere zichtperiode zouden hier op in kunnen springen.

5.6 Onderzoeksvragen

In de scenario's is gewerkt met verschillende aannamen. Al deze aannamen kunnen effect hebben op de resultaten van de scenarioberekeningen. Enkele belangrijke zijn:

- De ONF kan worden verwerkt voor f 200,- per ton en geeft geen finaal afval. Indien de kosten hoger zijn en wel finaal afval ontstaat zullen de scenario's iets duurder worden (bij f 300,- per ton verwerking van ONF worden de scenario's ca. f 15,- per ton duurder). CO₂-voordeel van de verwerking van ONF ten opzichte van verbranding is niet meegerekend. Nader onderzoek kan over de verwerking van ONF meer informatie opleveren.
- De kosten van verbranding stijgen mogelijk tot f 240,- bij volledige realisatie van het park scheidingsinstallaties. Nader onderzoek is noodzakelijk om de effecten van realisatie van scheidingsinstallaties op het AVI-park beter in kaart te brengen en welke momenteel nog gestorte afvalstromen voor verbranding tezamen met het RDF in aanmerking komen.
- De kosten en mogelijkheden van mechanische scheiding van kunststof flessen en flacons is gebaseerd op implementatie van de scheidings-systematiek uit het DSD-afval in het RDF. Praktijktesten op het Nederlandse huisvuil zijn noodzakelijk om te onderzoeken hoeveel materiaal met welke kwaliteit kan worden afgescheiden.



Referenties

- [ARGUS, 2000] European Packaging Waste Management System, Final Report, European Commission DGIX, December 2000
- [AOO, 2000] Informatie uit telefoongesprek met AOO, december 2000
- [CE, 1997] Evaluation of the Texaco-gasification process for treatment of mixed plastic waste, CE, Delft, February 1997
- [CE, 2000] Subcoal milieukundig beoordeeld, CE, Delft oktober 2000
- [CieVerp, 2000] Jaarrapportage Commissie Verpakkingen 1999
- [CVII] Convenant Verpakkingen II, december 1997
- [Essent,2000] Brief 'Samenstelling Input GAVI' J. van Tubergen van NV VAM, april 2000
- [Essent, 2001] Informatie uit gesprek met F. Esmeijer van Essent op 3 januari 2001
- [FFact, 2000] Inzameling van PET-flesjes in Europa, NFI, december 2000
- [IPA, 2000] Statusrapportage gescheiden inzamelen van huishoudelijk afval in 1998, Informatiepunt Afval, april 2000
- [NFI, 2000] Compenserende Maatregelen voor 1/2 liter PET-flesjes voorstel van de NFI, opgesteld door CE, oktober 2000
- [Öko, 2000] Assessment of Plastic Nuttige toepassing Options, Öko-Institut e.V., Darmstadt, April 2000
- [RIVM, 1999] Sorteertanalyses huishoudelijk restafval, conceptcijfers 1999, RIVM, december 2000
- [Sofres, 94] Informationsystem om plastic management in Western Europe, European Overview, Sofres, 1994
- [Sofres, 2000] Taylor Nelson Sofres Consulting: Information System on plastic waste management in Western Europe- European Overview, data 1998, Januari 2000
- [TNO, 2000] Productie en benutting van brandstoffen uit papier/kunststofverpakkingen, TNO, mei 2000
- [TNO, 2001] Eco-efficiency of nuttige toepassing scenarios of plastic packaging, Second provisional report, TNO, February 2001
- [Vagron, 2001] Informatie uit gesprek met H. Meijering en J.W. de With van VAGRON d.d. 3 januari 2001

- [VMK, 1997] Proefproject inzamelen herverwerken kunststofflessen uit huishoudens in Nederland, VMK, Leidschendam, 1997
- [VMK, 2001] Informatie van dhr. Schöen van DSM
- [VROM, 2000] Operationalisering van het begrip Milieudruk bij de verwijdering van afvalstoffen, VROM, Den Haag, maart 2000



Verklarende woordenlijst

Onderscheid wordt gemaakt tussen hoogwaardige en laagwaardige recycling [Öko, 2000] en [TNO, 2001].

Laagwaardige recycling is inzet van kunststofafval in dikwandige producten, milieuvordelen zijn gering.

Hoogwaardige recycling is inzet van kunststofafval in een vergelijkbaar product als het primaire product, grote milieuvordelen.

Rofire	Inzet van uit het oud papier afkomstige kunststof als energiedrager in cementoven
Subcoal	Inzet van uit huisvuil afkomstig kunststof als energiedrager in energiecentrale
Redop	Inzet van uit huisvuil afkomstig kunststof als energiedrager in een hoogoven

Gebruikte afkortingen

PPF	Papier-Plastic-Fractie
ONF	Organische Natte Fractie
RDF	Refuse Derived Fuel
GAVI	Geïntegreerde Afval VerwerkingsInstallatie (scheiding plus verbranding)
AVI	AfvalVerbrandingsInstallatie
KWDI	Kantoor-, Winkel-, Diensten- en Industrie-afval
VVAV	Vereniging van AfvalVerwerkers
NFI	Nederlandse Frisdranken Industrie
STEG	SToom En Gasturbine
DSD	Duales System Deutschland



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180
2611 HH Delft
tel: 015 2 150 150
fax: 015 2 150 151
e-mail: ce@ce.nl
website: www.ce.n

Verwerking kunststof verpakkingsafval uit huishoudens

Mogelijkheden en kosteneffectiviteit
van vermindering van milieu-impact

Bijlagen

Delft, 26 maart 2001

Opgesteld door: J.T.W. Vroonhof (CE)
G.C. Bergsma (CE)
A.M.M. Ansems (TNO)



5.932.1 / Verwerking kunststof verpakkingsafval uit huishoudens
Maart 2001





A Samenstelling kunststofafval

Samenstelling en hoeveelheid kunststofafval

Tabel 34 geeft de berekening van de hoeveelheid kunststoffen in huisvuil vanuit de sorteeraanlyse van het RIVM voor 1999 [RIVM, 2000]. Tabel 35 is gebaseerd op de sorteeraanlyse van Essent [Essent, 2000]. De samenstellingen inclusief en exclusief huisvuilzakken zijn in beide tabellen in aparte kolommen opgenomen. Huisvuilzakken behoren niet tot verpakkingen conform het Convenant Verpakkingen II. Allereerst wordt Tabel 34 toegelicht.

Tabel 34 Berekening hoeveelheid kunststoffen in huisvuil vanuit sorteeraanlyse RIVM

	[RIVM, 1999] % in huisvuil vochtig	Raming Samenstelling Deelfracties obv. [Sofres]	% in huisvuil vochtig	[Essent] droge stof % fractie	Samenstelling van Deelfracties huisvuil in d.s.		hoeveelheden van deelfracties huisvuil in d.s.		
					Incl. huisv.zak	excl. huisv.zak	excl. huisv. zak kton	incl. huisv. zak kton	
folie	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	96,6% 3,4% 100%	5,45% 0,19% 5,64%		4,30% 0,15% 4,45%	3,44% 0,15% 3,59%	136 6 141	169 6 175	
flacons	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	80% 20% 100%	0,94% 0,23% 1,17%		0,79% 0,19% 0,99%	0,79% 0,19% 0,99%	31 8 39	31 8 39	
ov. rigids	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	48% 8% 44% 100%	1,14% 0,19% 1,04% 2,37%		0,96% 0,16% 0,88% 2,00%	0,96% 0,16% 0,88% 2,00%	38 6 35 79	38 6 35 79	
niet- verpakkingen	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal	42% 20% 17% 21% 100%	1,30% 0,62% 0,51% 0,64% 3,07%		1,10% 0,52% 0,43% 0,54% 2,59%	1,10% 0,52% 0,43% 0,54% 2,59%	43 21 17 21 102	43 21 17 21 102	
Totaal	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal		8,83% 0,81% 1,55% 0,42% 0,64% 12,25%		7,15% 0,68% 1,31% 0,34% 0,54% 10,02%	6,29% 0,68% 1,31% 0,34% 0,54% 9,17%		361 394	
Totaal verpakkingen	PE, PP PVC PS PET overig subtotaal		7,53% 0,19% 1,04% 0,42% 9,18%		6,05% 0,16% 0,88% 0,34% 7,43%	5,20% 0,16% 0,88% 0,34% 6,58%		259 293	
controle berekening hoeveelheid 'grijs' huisvuil in Nederland (in kton) uit % kunststoffen in huisvuil en hoeveelheid							3937		

Huisvuilzakken incl. vocht 1,08% [RIVM, 1999]
Huisvuilzakken excl. vocht 0,85% vochtpercentage folie [Essent]
Verpakkingen exclusief vuilniszakken 282 kton [Commissie Verpakkingen, 1999]
Verpakkingen excl. huisvuilzakken en Rofire 259 kton [VMK, 2001]
Hoeveelheid 'grijs' huisvuil in Nederland 1998 3.650 kton [Informatiepunt Afval]

Toelichting tabel

Kolom [RIVM, 1999] % huisvuil vochtig.

De samenstelling van de subfracties is ontleend aan concept sorteeranalyses [RIVM, 1999]

Kolom samenstelling deelfracties op basis van [Sofres] en % in huisvuil vochtig

- 1 Folie: In de folie is geen noemenswaardige hoeveelheid PVC aanwezig. Anders valt niet te verklaren dat de folie in de PPF van de GAVI een verwaarloosbaar chloorgehalte heeft. In folie wordt naast PE/PP ook PET gebruikt (kraakfolie). Het percentage is gering en wordt gelijkgesteld aan de hoeveelheid die Sofres voor Nederland geeft [Sofres], zijnde 3,4% van de totale hoeveelheid folie.
- 2 Flacons: Voor flacons/flessen wordt alleen PE/PP en PET gebruikt. PET wordt verder niet gebruikt voor overige verpakkingen en niet-verpakkingen. Het percentage PET in het huisvuil is door het RIVM bepaald op 0,42% van het huisvuil [RIVM, 1999]. Aftrekken van de hoeveelheid PET-folie hiervan levert de hoeveelheid PET-flessen.
- 3 Overige verpakkingsrigids:
 - a PVC: Volgens [Sofres] is de verhouding PVC in verpakkingsrigids en niet-verpakkingen 1,5 : 4,8. Volgens [RIVM, 1999] is de totale hoeveelheid 0,81% van het huisvuil. Volgens de verhouding worden de percentages voor verpakkingsrigids : niet-verpakkingen 0,19% : 0,62%.
 - b PE/PP: Volgens [RIVM, 1999] is de hoeveelheid PE/PP in het huisvuil 8,83 %. Na aftrekking van PE/PP folies resteert (8,83% minus 5,54% =) 3,29%. Volgens [Sofres] is de verhouding PE/PP in verpakkingsrigids en niet verpakkingen 14,3 : 8,3. Volgens deze verhouding worden de percentages voor verpakkingsrigids (incl. flacons): niet verpakkingen 2,08% : 1,21%. Bij de verpakkingsrigids vervolgens worden de (PE)flacons afgetrokken, dan resteert (2,08%-0,94%=) 1,14%.
 - c Overige kunststoffen: aangenomen wordt dat alle overige kunststoffen niet-verpakkingen zijn.
 - d De verdeling van PS wordt bepaald als sluitpost om bij verpakkingsrigids en niet verpakkingen de totale hoeveelheden conform [RIVM, 1999] te verkrijgen.

Kolom [Essent] droge stof % fractie

Gegevens van Essent [Essent, 2000].

Kolom samenstelling van deelfracties huisvuil in d.s., incl. huisvuilzak

Verkregen door vermenigvuldiging kolom 5 (%in huisvuil vochtig) maal kolom 6 (droge stof % fractie).

Kolom samenstelling van deelfracties huisvuil in d.s., excl. huisvuilzak

Het percentage aan huisvuilzakken nat en droog is onder aan de tabel opgenomen. Het percentage nat is ontleend aan [RIVM, 1999] en het vochtpercentage aan [Essent, 2000] voor folie.

Kolom hoeveelheden van deelfracties huisvuil in d.s., excl. huisvuilzak

De totale hoeveelheid kunststof verpakkingen in huisvuil is ontleend aan het jaarverslag Commissie Verpakkingen 1999 blz. 30 [Cieverp, 2000]. Volgens dit document is de totale hoeveelheid 282 kton, exclusief huisvuilzakken (daarnaast zit in het KWDI afval nog 228 kton). Via het oudpapier wordt 23 kton ingezameld [VMK, 2001] [FNOI, 2001]. De hoeveelheid niet verpakkingen in kton is met behulp van de verhoudingspercentages uit te rekenen.

Kolom hoeveelheden van deelfracties huisvuil in d.s., incl. huisvuilzak

Deze is ontleend aan de twee daaraan voorafgaande kolommen.



Toelichting Tabel 35

Deze is sterk vergelijkbaar met Tabel 34, alleen wordt uitgegaan van de sorteeraanlyse van Essent van begin 2000 [Essent, 2000].

Tabel 35 Berekening hoeveelheid kunststoffen in huisvuil vanuit sorteeraanlyse GAVI-afval Essent

		[Essent] % in huisvuil vochtig	aanne- verhouding rigids idem RIVM	raming samenstelling deelfracties obv. [Sofres]	% in huisvuil vochtig	[Essent] droge stof % fractie	samenstelling van deelfracties huisvuil in d.s.		hoeveelheden van deelfracties huisvuil in d.s.	
							incl. huisv.zak	excl. huisv.zak	excl. huisv. zak kton	incl. huisv. zak kton
folie	PE, PP			96,6%	7,77%		6,12%	5,27%	169	197
	PVC									
	PS			3,4%	0,27%		0,21%	0,21%	7	7
	PET									
	overig									
	subtotaal	8,04%		100,0%	8,04%	78,82%	6,34%	5,49%	176	204
flacons	PE, PP			80,4%	0,81%		0,69%	0,69%	22	22
	PVC									
	PS			19,6%	0,20%		0,17%	0,17%	5	5
	PET									
	overig									
	subtotaal		1,01%	100,0%	1,01%	84,32%	0,85%	0,85%	27	27
ov. rigids	PE, PP			48,1%	0,98%		0,83%	0,83%	27	27
	PVC			8,0%	0,16%		0,14%	0,14%	4	4
	PS			43,9%	0,90%		0,76%	0,76%	24	24
	PET									
	overig									
	subtotaal		2,05%	100,0%	2,05%	84,32%	1,73%	1,73%	55	55
niet- verpakkingen	PE, PP			42,4%	1,12%		0,95%	0,95%	30	30
	PVC			20,2%	0,54%		0,45%	0,45%	15	15
	PS			16,6%	0,44%		0,37%	0,37%	12	12
	PET									
	overig			20,8%	0,55%		0,47%	0,47%	15	15
	subtotaal		2,65%	100,0%	2,65%	84,32%	2,24%	2,24%	72	72
Totaal	PE, PP				10,69%		8,59%	7,73%		
	PVC				0,70%		0,59%	0,59%		
	PS				1,34%		1,13%	1,13%		
	PET				0,47%		0,38%	0,38%		
	overig				0,55%		0,47%	0,47%		
	subtotaal		13,75%							
Totaal verpakkingen	PE, PP				9,56%		7,64%	6,79%		
	PVC				0,16%		0,14%	0,14%		
	PS				0,90%		0,76%	0,76%		
	PET				0,47%		0,38%	0,38%		
	overig									
	subtotaal				11,10%		8,92%	8,06%		259
controle berekening hoeveelheid 'grijs' huisvuil in Nederland (in kton) uit % kunststoffen in huisvuil en hoeveelheid									3213	

Bespreking verschillen

Essent heeft in haar analyse 1,5% meer kunststof verpakkingsafval in het huisvuil gevonden dan het RIVM en zelfs 1,9% meer folie. Het percentage aan rigids is bij de Essent analyse geringer dan bij het RIVM. Door de relatief grotere hoeveelheid folie in het aan de GAVI aangeboden afval, kan in de GAVI meer kunststof voor subcoal worden afgescheiden. In bijlage C wordt dit berekend.



B Berekeningen scenario 1

Scenario 1 is het referentiescenario waarin alle huishoudelijke kunststof verpakkingsafval in de Nederlandse AVI's wordt verbrand.

De CO₂-emissie in Tabel 36 en het finaal afval in Tabel 37 zijn bepaald met behulp van een model van het CE met alle afvalverbrandingsinstallaties, de wijze van benutting van de opgewekte energie in de AVI's, de chemische samenstelling van het afval en de ingezette brandstoffen bij de energie opwekking van de door de AVI's vermeden energieopwekking. De toelichtingen zijn onder de tabellen opgenomen. Naast de cijfers voor kunststof verpakkingsafval zijn ook de cijfers voor het kunststofafval verpakkingen plus niet-verpakkingen opgenomen.

Tabel 36 Bepaling CO₂-emissie van de referentieroute: verbranding in een AVI, scenario 1

Geproduceerd/ uitgespaard	Kg CO ₂ /ton kunststof verpakkingsafval	Kg CO ₂ /ton kunststofafval verpakkingen + niet-verpakkingen	Ter vergelijking: kg CO ₂ /ton kunststofafval subcoalstudie [CE, 2000]
Emissie bij verbranding in AVI	2.388	2.325	2.140
Uitgespaarde elektriciteitsproductie	-1.070	-1.043	-610
Uitgespaarde industriële warmte	-86	-84	
Uitgespaarde stadsverwarming	-17	-17	
TOTAAL	1.216	1.182	1.530

Toelichting verschil deze studie en subcoalstudie

- Emissies bij verbranding in AVI. De samenstelling van het kunststofafval is in deze studie meer gespecificeerd dan in de subcoalstudie [CE, 2000].
- In de subcoalstudie is uitgegaan van uitgespaarde energieopwekking met behulp van een STEG-centrale (hoog rendement en gas is CO₂-arm). In deze studie is uitgegaan van het gemiddelde park aan energiecentrales.

Tussen de CO₂-emissie van kunststof verpakkingsafval en kunststof verpakkingsafval plus niet-verpakkingsafval bestaat weinig verschil.

Tabel 37 Bepaling finaal afval scenario 1: referentie

Reststof	Kg finaal afval per ton kunststof verpakkingsafval	Kg finaal afval per ton kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen
Rookgasreinigingsresidu (RGR)	19,6	54,0
Vliegas	20,7	22,0
Actieve kool	4,7	4,6
Bodemas	0	0
TOTAAL	44,9	80,6

Toelichting RGR

Tussen het finaal afval van kunststof verpakkingsafval en kunststof verpakkingsafval plus niet-verpakkingsafval zit een groot verschil. Dit is toe te schrijven aan PVC. In kunststof niet-verpakkingsafval zit relatief veel PVC. Het chloor uit PVC komt in het rookgasreinigingsresidu terecht. Uit de chemische samenstelling blijkt hoeveel chloor aanwezig is. Deze is in Tabel 27 opgenomen.

Tabel 38 Chemische samenstelling kunststofafval in huishoudelijk afval [CE, 2000]

element	gew% in kunststof verpakkingsafval	gew% in kunststofafval, verpakkingen plus niet verpakkingen
C	64,6	62,9
H	9,6	9,4
O	2,0	2,1
N	0,1	0,5
S	0,02	0,02
H ₂ O	18,7	18,2
Cl	1,0	2,9
as	3,9	3,9

De afgevangen hoeveelheden RGR (rookgasreinigingsresidu) in de Nederlandse AVI's met een nat systeem bedraagt gemiddeld 0,26 kg per ton huishoudelijk kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen). 40% van de systemen van de AVI's zijn natte systemen.

De afgevangen hoeveelheden RGR (rookgasreinigingsresidu) in de Nederlandse AVI's met een droog systeem bedraagt gemiddeld 89,7 kg per ton huishoudelijk kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen). Dit is voor 99% toe te schrijven aan het afgevangen chloor, afkomstig van PVC. 60% van de systemen van de AVI's zijn natte systemen.

Toelichting Vliegias

De totale gemiddeld hoeveelheid door AVI's geproduceerde vliegias die ontstaat bij de verbranding van kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen) bedraagt 43,1 kg per ton kunststofafval (39,3 van het asgehalte en 3,7 kg in vliegias gebonden Cl). Landelijk gerekend wordt daarvan 49% nuttig toegepast, 51% wordt gestort.

Toelichting Actieve kool

90% van de AVI's werkt met actieve kool. Zij produceren gemiddeld 4,6 kg te storten actieve kool per ton verbrand kunststofafval.

Toelichting bodemas

Alle bodemas wordt nuttig toegepast.



C Berekeningen scenario 2

In scenario 2 wordt het huishoudelijke afval in scheidingsinstallaties gescheiden. Een **Papier-Plastic-Fractie (PPF)** wordt afgescheiden, die wordt ingezet als brandstof in een energiecentrale (ook wel subcoal genoemd) of cementoven.

Massabalans kunststof verpakkingsafval plus niet-verpakkingsafval

In Tabel 39 zijn de scheidingsefficiënties van het kunststofafval (verpakkingen en niet-verpakkingen) opgenomen. Deze zijn overgenomen uit de subcoalstudie, bijlage C [CE, 2000].

Tabel 39 Scheidingsefficiënties kunststofafval in huisvuilscheidingsinstallatie

	PPF	RDF	ONF	Ferro	totaal
Verpakkingen					
• folie	46%	41%	13%	0%	100%
• flacons/flessen	5%	95%	0%	0%	100%
• rigids	32%	49%	19%	0%	100%
Niet-verpakkingen					
• huisvuilzakken	46%	41%	13%	0%	100%
• rigids	32%	49%	19%	0%	100%

Met behulp van deze tabel en de samenstelling van het kunststofafval in bijlage A is de massabalans van het kunststofafval (verpakkingen plus niet-verpakkingen) op te stellen.

Tabel 40 Massabalans (droge stof) volgens RIVM cijfers [RIVM, 1999] over de outputstromen van de scheidingsinstallatie in kg per ton input aan kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen

	% in huisvuil zie bijlage A	Input fracties in kg/ton	PPF	RDF	ONF
Verpakkingen	6,58%	657	234	339	85
• folie	3,59%	358	165	147	47
• flacons/flessen	0,99%	99	5	94	0
• rigids	2,00%	200	64	98	38
Niet-verpakkingen	3,44%	343	122	162	60
• huisvuilzakken	0,85%	85	39	35	11
• rigids	2,59%	258	83	127	49
Totaal	10,02%	1000	355	500	145

Per ton input aan kunststofafval in de scheidingsinstallatie gaat dus 355 kg naar de PPF.

Invloed van verschillen tussen RIVM en Essent sorteeranalyses

De massabalans van de GAVI wijkt af van de gemiddelde massabalans over Nederland. In de input in de GAVI is meer folie aanwezig (zie bijlage A). Wanneer uit wordt gegaan van het gemiddelde volgens RIVM cijfers, wordt het af te scheiden kunststof verpakkingsafval in 2005 daardoor waarschijnlijk

iets onderschat. Om dit te corrigeren wordt ook van de GAVI de massabalans opgesteld.

Tabel 41 Massabalans (droge stof) volgens Essent cijfers [Essent, 2000] over de outputstromen van de GAVI in kg per ton input aan kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen

	% in huisvuil zie bijlage A	Input fracties in kg/ton	PPF	RDF	ONF
Verpakkingen	8,07%	723	280	350	93
Niet-verpakkingen	3,09%	277	99	130	48
Totaal	11,15%	1000	379	480	141

Per ton input aan kunststof (verpakkingen plus niet-verpakkingen) in de GAVI gaat dus 379 kg naar de PPF. De massabalans gebaseerd op de RIVM cijfers gaf een hoeveelheid van 355 kg. In Tabel 42 worden de verschillen in output van de GAVI aangegeven bij hantering van de RIVM cijfers en de Essent cijfers.

Tabel 42 Verschillen in output GAVI in 2005 bij hantering Essent cijfers en RIVM cijfers (input GAVI aan huisvuil 672 kton/jr en aan KWDI-afval 138 kton/jr, tezamen 840 kton/jr)

	Essent cijfers	RIVM cijfers	verschil
Verpakkingen + niet-verpakkingen			
• Input kunststofafval in GAVI in % van input huisvuil	11,15%	10,02%	1,13%
• Input aan kunststof afval in GAVI in kton/jr	93,7 kton	84,2 kton	9,5 kton
• Kunststof afval in PPF in kg/ton input kunststofafval	379	355	46
• Kunststofafval in PPF in kton/jr	35,5 kton	29,9	5,6 kton
Verpakkingen			
• Kunststof verpakingsafval in PPF in kg/ton input	280	234	46
• Kunststof verpakingsafval in PPF in kton/jr	26,2 kton	19,7 kton	6,5 kton
• Kunststof verpakingsafval in PPF alleen van huishoudens in kton/jr	21,0 kton	15,8 kton/jr	5,2 kton/jr

De output aan kunststofafval in PPF, verpakkingen plus niet verpakkingen en huishoudelijk afval plus KWDI-afval, volgens Essent cijfers bedraagt 35,5 kton¹⁷. Dit is 5,6 kton meer dan berekend op basis van de RIVM cijfers. Wat betreft kunststof verpakingsafval van huishoudens geven de RIVM cijfers voor de GAVI een onderschatting van 5,2 kton op jaarbasis. Het lijkt erop dat in het leveringsgebied van afval aan de GAVI meer kunststof verpakingsafval aanwezig is. Omdat de totale hoeveelheid aan kunststof verpakingsafval afkomstig van huishoudens in Nederland niet hoger is dan de 282 kton conform de Commissie Verpakkingen, impliceert dit dat gemiddeld over de rest van Nederland minder kunststof verpakingsafval aanwezig is. Omdat de GAVI reeds bestaat, betekent dit dat bij 33% realisatie in 2005 (bestaan-

¹⁷ In de subcoalstudie, bijlage C [CE,2000] is een hoeveelheid kunststof berekend in PPF van 42 kton. Dit bestaat uit 5,3 kton vocht en 36,7 kton kunststof. Dit komt goed overeen met de hier berekende 35,5 kton.



de installaties + bekende initiatieven) de onderschatting circa 4,2 kton is en bij 66% realisatie 2,1 kton.

Kosten

In Tabel 43 worden de kosten van de verwerking van kunststof verpakkingsafval berekend. De kosten van de verwerking van huisvuil van de verschillende realisatiepercentages van scenario 2 worden in Tabel 44 berekend. AVI is de fractie RDF plus het ongescheiden huisvuil dat naar de AVI gaat. Voor de PPF wordt uitgegaan van verbranding van PPF als subcoal in een energiecentrale. Daarbij wordt het prijsniveau in ongeveer het midden van de range f 120 – f 170 aangehouden.

Voor de verwerking van ONF wordt uitgegaan van f 200,-/ton (zie paragraaf 4.4.2). Voor de verbranding wordt uitgegaan van f 200 bij 33% realisatie, f 220,- bij 66% realisatie en f 240,- bij 100% realisatie (zie paragraaf 4.4.2).

Tabel 43 Kosten in NLG verwerking kunststof verpakkingsafval bij verschillende realisatiepercentages scenario 2

Realisatie% Scenario 2	Fractie	% Kunststof verpakkingsafval	Kosten fractie/ton	Berekening aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	35,6%	150	$33\% \cdot 35,6\% \cdot 150 = 17,8$	194,3
33%	ONF	12,9%	200	$(1-33\% \cdot 35,6\%) \cdot 200 = 176,5$	
	AVI		200		
66%	PPF	35,6%	150	$66\% \cdot 35,6\% \cdot 150 = 35,6$	202,2
66%	ONF	12,9%	200	$66\% \cdot 12,9\% \cdot 200 = 17,0$	
	AVI		220	$(1-66\% \cdot 48,5\%) \cdot 220 = 149,6$	
100%	PPF	35,6%	150	$35,6\% \cdot 150 = 53,4$	202,8
	ONF	12,9%	200	$12,9\% \cdot 200 = 25,8$	
	AVI	51,5%	240	$51,5\% \cdot 240 = 123,6$	

Tabel 44 Kosten in NLG verwerking huisvuil bij verschillende realisatiepercentages scenario 2

Realisatie% scenario 2	Fractie	% Fractie	Kosten fractie/ton	Berekening aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	15%	150	$33\% \cdot 15\% \cdot 150 = 7,4$	197
33%	ONF	37%	200	$(1-33\% \cdot 15\%) \cdot 200 = 190$	
	AVI		200		
66%	PPF	15%	150	$66\% \cdot 15\% \cdot 150 = 14,8$	208
66%	ONF	37%	200	$66\% \cdot 37\% \cdot 200 = 52,8$	
	AVI		220	$(1-66\% \cdot 55\%) \cdot 220 = 140,1$	
100%	PPF	15%	150	$15\% \cdot 150 = 22,5$	210,5
	ONF	37%	200	$40\% \cdot 200 = 80$	
	AVI	45%	240	$45\% \cdot 240 = 108$	

CO₂-emissie

De CO₂-emissies zijn bepaald met behulp van een model van het CE met alle afvalverbrandingsinstallaties, de wijze van benutting van de opgewekte energie in de AVI's, de chemische samenstelling van het afval, de ingezette brandstoffen bij de energie opwekking van de door de AVI's vermeden energieopwekking en inzet van PPF in een energiecentrale.

Tabel 45 Bepaling CO₂-emissie van kunststof verpakkingsafval van scenario 2

Geproduceerd/ uitgespaard	Kg CO ₂ /ton kunststof verpakkingsafval	Kg CO ₂ /ton kunststofafval, verpakkingen plus-niet verpakkingen
Emissie bij verbranding RDF in AVI	1229	1.157
Uitgespaarde elektriciteitsproductie en warmte door verbranding RDF in AVI	-601	-568
Huisvuilscheiding	5	5
Pelletiseren	29	29
Balen en versnipperen		
Transport	101	100
Bijstoken PPF als subcoal	822	809
Uitgespaard door bijstoken PPF als subcoal	-994	-975
TOTAAL	591	557

De verschillen in CO₂-emissie tussen kunststof verpakkingsafval en kunststofafval verpakkingen plus niet-verpakkingen is klein.

Finaal afval

Tabel 46 Bepaling finaal afval van kunststof afval van scenario 2

Reststof	Kg finaal afval per ton kunststof verpakkingsafval	Kg finaal afval per ton kunststofafval, verpakkingen plus niet verpakkingen
Rookgasreinigingsresidu van verbranding RDF	10,7	27,7
Vliegas van verbranding van RDF	10,8	11,0
Actieve kool van verbranding van RDF	2,4	2,3
Bodemas van verbranding van RDF	0	0
TOTAAL	23,9	41,0

Het finaal afval van scenario 2 is duidelijk lager dan van scenario 1 omdat een relatief groot deel van de PVC in de ONF terecht komt. Voor het verschil tussen de verpakkingen en verpakkingen plus niet-verpakkingen wordt verwezen naar de opmerkingen in bijlage B.



D Berekeningen scenario 3

Additioneel aan scenario 2 worden kunststof flessen en flacons afgescheiden.

Massabalans kunststof verpakkingsafval plus niet-verpakkingsafval

In Tabel 47 is de massabalans van de afscheiding van de flaconfractie uit de RDF opgenomen. De afscheiding van de flaconfractie is additioneel aan scenario 2.

Tabel 47 Scheidingsefficiëntie en massabalans alle kunststofafval scenario 3, verpakkingen plus niet verpakkingen

	RDF na windzifting kg/ton (zie tabel 40 bijlage C)	Scheidings- efficiëntie	In flacon- fractie kg/ton	RDF na autosort kg/ton
Verpakkingen	339		153	186
• Folie	147		0	147
• Flacons	94	80%	75	19
• Rigids	98	80%	78	20
Niet-verpakkingen	162		102	60
• Huisvuilzakken	35		0	35
• Rigids	127	80%	102	25
Totaal	500		255	246

Per ton input aan kunststofafval in de scheidingsinstallatie gaat dus 255 kg naar de flaconfractie. Tezamen met het kunststofafval dat naar de PPF gaat, wordt (355+255=) 610 kg kunststofafval, verpakkingen plus niet-verpakkingen, voor nuttige toepassing afgescheiden.

Kosten

Per jaar kan in een scheidingsinstallatie met de grootte van de VAGRON met een autosort installatie naar verwachting ca. 2,8 kton kunststof verpakkingsafval van huishoudens worden afgescheiden en 4,7 kton kunststofafval, verpakkingen en niet-verpakkingen.

Bij jaarlijkse kosten tussen f 300.000,- en f 400.000,-, komen de afscheidingskosten per ton op f 65,- à f 85,-. De voorscheiding kost ca. f 30,- per ton. De verdere bewerking tot pellets kost nog ca. f 90,-/ton en transport ca. f 30,- per ton. De scheidingsroute van de flaconfractie kost in totaal f 215,- à f 235,- per ton.

De afscheidingskosten per ton voor de flaconfractie kunnen overigens nog dalen bij combinatie met de afscheiding van drankenkartons.

De kosten voor verwerking van kunststof verpakkingsafval worden in Tabel 48 berekend. AVI is de fractie RDF plus het ongescheiden huisvuil dat naar de AVI gaat. Voor de PPF en de flaconfractie wordt uitgegaan van verbranding ervan als subcoal in een energiecentrale. Daarbij wordt het prijsniveau in het midden van de range aangehouden. Voor PPF is dit f 150,- en voor de flaconfractie f 225,-. Voor de verwerking van ONF wordt uitgegaan van f 200,-/ton en voor verbranding van RDF in een AVI van f 200 bij 33% realisatie, f 220 bij 66% realisatie en f 240 bij 100% realisatie.

Tabel 48 Kosten in NLG verwerking kunststof verpakkingsafval bij verschillende realisatiepercentages scenario 3

Realisatie% Scenario 3	Fractie	% Kunststof verpakkingsafval	Kosten fractie/ton	Berekening aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	35,6%	150	$33\% * 35,6\% * 150 = 17,6$	196
33%	flacons	23,3%	225	$33\% * 23,3\% * 225 = 17,3$	
33%	ONF	12,9%	200	$(1 - 33\% * 58,9\%) * 200 = 161,1$	
	AVI		200		
66%	PPF	35,6%	150	$66\% * 35,6\% * 150 = 35,2$	202,5
66%	flacons	23,3%	225	$66\% * 23,3\% * 225 = 34,6$	
66%	ONF	12,9%	200	$66\% * 12,9\% * 200 = 17,0$	
	AVI		220	$(1 - 66\% * 71,8\%) * 220 = 115,7$	
100%	PPF	35,6%	150	$35,6\% * 150 = 53,4$	199,3
	flacons	23,3%	225	$23,3\% * 225 = 52,4$	
	ONF	12,9%	200	$12,9\% * 200 = 25,8$	
	AVI	28,2%	240	$28,2\% * 240 = 67,7$	

De verschillen met scenario 2 zijn marginaal.

Tabel 49 Kosten in NLG verwerking huisvuil bij verschillende realisatiepercentages scenario 3

Realisatie% Scenario 3	Fractie	% Fractie	Kosten fractie/ton	Berekening aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	15%	150	$33\% * 15\% * 150 = 7,5$	197,9
33%	Flacons	2,5%	225	$33\% * 2,5\% * 225 = 1,9$	
33%	ONF	37%	200	$(1 - 33\% * (15\% + 2,5\%)) * 200 = 188,5$	
	AVI		200		
66%	PPF	15%	150	$66\% * 15\% * 150 = 15,0$	207,4
66%	flacons	2,5%	225	$66\% * 2,5\% * 225 = 2,7$	
66%	ONF	37%	200	$66\% * 37\% * 200 = 48,8$	
	AVI		220	$(1 - 66\% * 54,5\%) * 220 = 140,9$	
100%	PPF	15%	150	$15\% * 150 = 22,5$	210,3
	flacons	2,5%	225	$2,5\% * 225 = 4,6$	
	ONF	37%	200	$37\% * 200 = 74$	
	AVI	45,5%	240	$45,5\% * 240 = 109,2$	

Ook hier zijn de verschillen met scenario 2 marginaal.



CO₂-emissie

Tabel 50 Bepaling CO₂-emissie kunststofafval van scenario 3: CO₂-emissie in kg CO₂/ton kunststofafval. De PPF wordt als subcoal verwerkt, evenals de flaconfractie

Geproduceerd/ uitgespaard	Kg CO ₂ /ton kunststof verpakingsafval	Kg CO ₂ /ton kunststofafval verpakkingen plus niet-verpakkingen
Emissie bij verbranding RDF in AVI	656	631
Uitgespaard door verbranding RDF in AVI	-330	-316
Huisvuilscheiding	5	5
Pelletiseren/granuleren	52	50
Transport	116	114
Bijstoken PPF en flaconfractie	1390	1331
Uitgespaard door bijstoken PPF en flacons	-1644	-1580
TOTAAL	245	234

De geringe verschillen zijn toe te schrijven aan kleine verschillen in samenstelling.

Finaal afval

Er vanuit wordt gegaan dat de ONF zodanig wordt verwerkt dat geen finaal afval resteert (zie scenario 2).

Tabel 51 Bepaling finaal afval van scenario 3: hoeveelheden in kg finaal afval per ton kunststofafval input in de scheidingsinstallatie

Reststof	Kg finaal afval /ton kunststof verpakingsafval	Kg finaal afval /ton kunststofafval verpakkingen plus niet-verpakkingen
Rookgasreinigingsresidu van verbranding RDF	10,0	27,0
Vlieggas van verbranding van RDF	5,9	6,6
Actieve kool van verbranding van RDF	1,3	1,3
Bodemas van verbranding van RDF	0	0
TOTAAL	17,2	34,9

De verschillen tussen verpakingsafval en alle kunststofafval zijn toe te schrijven aan het PVC.



E Berekeningen scenario 4

Energie en CO₂ data van PET

Energiebehoefte PET-flessen (virgin materiaal)

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de productie van virgin¹⁸ PET polymeer (resin) en de fabricage van de PET-flessen. De energiebehoefte wordt steeds uitgedrukt in termen van primaire energie, hetgeen betekent dat ook de energiebehoefte voor de winning en transport van de energiedragers (olie, kolen, gas, elektriciteit, etc.) hierin is verwerkt.

Alle geraadpleegde bronnen maken voor de productie van PET gebruik van de APME¹⁹ cijfers uit 1995. Deze cijfers zijn recent geactualiseerd (APME 1999). Het energiegebruik valt hier iets lager uit (78 i.p.v. 84 MJ per kg PET) als gevolg van procesverbeteringen. Er bestaat een zodanige consensus over de APME cijfers, dat wij deze hier zullen hanteren. Om van een conservatieve schatting uit te gaan, gaan we voor de verder berekening uit van een energiegebruik van 101 (= 78+ 23) MJ per kilogram PET-fles (APME 1995).

BUWAL geeft voor de fabricage van de flessen iets hogere energiewaarden aan dan APME, maar baseert zich daarbij op cijfers van één (Zwitsers) bedrijf uit 1994. APME gaat uit van meerdere bronnen, dus heeft hier de voorkeur.

Compensatie: inzet 25% PET recycklaat

Er wordt uitgegaan van een situatie waarbij 25% recycklaat wordt ingezet. Dit is een belangrijk onderdeel van de maatregelen die de NFI voorstelt om de milieudruk van de PET-flesjes te compenseren.

Het geschikt maken van PET recycklaat voor gebruik in PET-flessen vergt eveneens energie, zij het minder dan de inzet van maagdelijk (virgin) materiaal. Het energieverbruik voor het maken van recycklaat uit gemengd kunststofafval kan geschat worden op ongeveer **17,2** MJ per kg PET aan primaire energie:

- 2,5 MJ voor het sorteren, verzamelen en transport²⁰ van afvalkunststof;
- 5,7 MJ PET voor de zuivering;
- 9 MJ PET voor de behandeling²¹ van de kunststofmix.

Voor het fabriceren van de PET-flessen uit dit recycklaat wordt ervan uitgegaan dat dit gelijk is aan de energiebehoefte voor virgin PET, namelijk 23 MJ/kg PET²². In totaal is dus **40,2** MJ primaire energie nodig voor het maken van een PET-fles uit recycklaat.

Bij een inzet van 25% recycklaat en 75% virgin PET in de flessen leidt dus tot een energiebehoefte van **85,8** MJp per kg PET (101x 75% + 25%x 40,2), oftewel 12,6 MJ minder dan de situatie waarin 100% virgin PET wordt ingezet.

¹⁸ Virgin: zuivere PET, dat geen recycklaat bevat.

¹⁹ APME The Association of Plastic Manufacturers in Europe

²⁰ Recycling and Nuttige toepassing of Plastics from Packagings in Household Waste, Institut Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Fraunhofer, 1997

²¹ DTU, 1995

²² Uit APME 1995, energieverbruik voor de productie van PET-flessen

Met een gemiddelde brandstofmix (70 kg CO₂ per GJ) geeft deze 85,8 MJ per ton PET een CO₂ emissie van 6 kton.

Berekening kosten statiegeldsysteem

Deze berekening is gemaakt door de NFI.

Kosten gescheiden inzameling lege PET-flesjes met statiegeld

1 Inleiding

In deze notitie wordt een berekening gegeven van de kosten die moeten worden gemaakt om eenmalige PET-flesjes (inhoudsmaat max. 0,5 liter) in Nederland in te zamelen via supermarkten. Deze optie is onderdeel van de CE/TNO-studie naar de eco-efficiëntie van de verwerking van kunststofverpakkingsafval (scenario 4).

2 Beschrijving inzameling

Het scenario gaat ervan uit dat de lege flesjes worden ingeleverd bij de supermarkten via de bestaande inname-automaten voor lege flessen. Deze zullen daarvoor deels moeten worden aangepast. De lege flessen worden door de automaten ingenomen tegen uitbetaling van een terugbrengpremie. Vervolgens worden de flessen in aparte zakken gedaan en via reversed logistics vanuit de supermarkten naar de distributiecentra van de supermarkten afgevoerd. Een vervoersbedrijf haalt daar de zakken met flesjes op en brengt ze naar de recyclelaar die ze scant en vervolgens recyclet.

De kosten voor dit systeem liggen in de eerste plaats bij de supermarkten. Van de ruim 6.000 supermarkten hebben er zo'n 3.000 één of meer inname-automaten (in totaal 3.300 machines). Nog geen 70 daarvan zijn geschikt voor de inname van de lege flesjes omdat zij een sorteerunit, barcodelezer en compacteerunit hebben. Zo'n 1.500 automaten zijn zo modern (T 600 en T 610) dat ze tegen meerkosten van f 9.000,- per stuk zijn uit te rusten met deze noodzakelijke extra functies. De overige 1800 zijn te oud en moeten door nieuwe worden vervangen. Kosten daarvan per stuk: f 54.000,-²³. De supermarkten die geen inname-apparaten hebben, zullen handscanapparatuur nodig hebben om bij de emballage-innamepunten te bepalen of zij voor de ingeleverde flesjes terugbrengpremie/statiegeld moeten uitbetalen aan de consument.

Als de supermarkten de kleine flesjes innemen, hoeft er geen inname door andere verkooppunten (benzinstations e.d.) te worden georganiseerd. Wel zullen de supermarkten via een aparte VBR-regeling moeten worden gecompenseerd voor de inname van lege flesjes, afkomstig van andere verkoopkanalen. Zijn de supermarkten niet bereid lege flesjes in te nemen, dan zal inzameling buiten de supermarkten moeten worden georganiseerd en wel bij benzinstations (voorstel: de 500 grootste stations), scholen, sportverenigingen en/of retourettes. De goedkoopste oplossing is dan de economy-unit van Tomra die zo'n f 22.500,- per stuk gaat kosten (incl. sorteerunit, barcodelezer en compacteerunit). Hoeveel van die apparaten nodig zijn, is thans (nog) niet aan de orde. Ter completering van het beeld: stand-alone automaten in de supermarkten voor de inname van eenmalige flessen en tevens blikjes kosten zo'n f 42.500,- incl. compacteerder, barcodelezer en sorteerunit.

²³ Deze automaten worden naar verwachting de komende drie jaar allemaal vervangen in het kader van reguliere vervangingsinvesteringen van de supermarkten. Nog in 2001 zullen er naar verwachting 500 worden vervangen. Na vervanging bedragen de extra kosten voor aanpassing in verband met de inname van kleine flesjes f 9.000,- per stuk.



Wat betreft de infrastructuur van de inzameling van de lege flesjes, is verder van belang dat bij elke recyclelaar een of meer machines staan die alle inkomende flesjes nogmaals scannen op barcode en vervolgens bepalen welke flesjes binnen de specificaties vallen en dus kunnen worden gerecycled (en meetellen in de uitbetaling aan de supermarkten van terugbrengpremie en sorteervergoeding). Deze zogenaamde "Petimeters" kosten f 150.000,- per stuk. Gerekend is twee apparaten per recyclelaar (3 afzonderlijke bedrijven).

De lege flesjes worden – al dan niet na compacteren in de supermarkt - in dit rekenvoorbeeld in plastic zakken gedaan die via reversed logistics naar de distributiecentra van de supermarkten en vervolgens naar de fabrikanten/importeurs van frisdranken en waters worden vervoerd. Daar komt een beroepsvervoerder de zakken ophalen om ze naar een recyclelaar te brengen. De extra kosten bestaan hier dus uit de lege zakken en het transport van fabrikanten/importeurs naar recyclelaar (incl. software voor intelligente ophaalsystemen).

Tot slot moeten in dit kader worden meegenomen de extra handlingskosten in de retourketen bij de supermarkten en DC's, de kosten van aanpassing van de software bij supermarkten en de kosten van organisatie, administratie en controle van het hele systeem (Stichting Kringloop Kunststof). Aan de creditzijde staat de opbrengst van de lege flesjes bij verkoop aan de recyclelaar.

3 Kosten inzameling

Op basis van het bovenstaande kan de volgende begroting voor de kosten van inzameling van de lege flesjes worden gemaakt (uitgaande van een startdatum van 1 januari 2002):

- Afschrijvingen in verband met vervroegde aanschaf T 600 en T 610²⁴: f 33 milj.
- 1.930 aanpassingen T 600 en T 602 (barcodelezer en sorteerunit): f 17,4 milj.
- 3.000 handscanners met bijbehorende soft- en hardware (per stuk f 1.000,-): f 3 milj.
- 6 Petimeters (scannings-machines) bij recyclelaars: f 1 milj.
- Kosten aanpassing software f 0,6 milj.

Totaal investeringen infrastructuur: f 55 milj.

Op jaarbasis worden de kosten van de investeringen in infrastructuur begroot op **f 17,8 miljoen**. Dit bedrag is opgebouwd uit f 7,9 miljoen afschrijving (in 7 jaar), f 5,5 miljoen onderhoud en servicekosten (10% van totale investeringen), f 3,8 miljoen financieringskosten en f 0,6 miljoen overige kosten. Uitgaande van 5,7 Kton verkochte PET-flesjes (6% van de omzet; thans ligt de omzet op zo'n 3%) bedragen de kosten per ton ingezamelde PET-flesjes **f 3.120,-**.

Hierbij komen nog de volgende kosten²⁵:

²⁴ Bij invoering van dit systeem per 1 januari 2003 gaat het hier nog maar om 650 nieuwe machines en voorts om 650 extra aanpassingen à f 9.000,- per stuk; per 1 januari 2004 gaat het alleen nog maar om 1300 aanpassingen. Gerekend is met 1 jaar afschrijvingskosten voor 650 apparaten en met 2 jaar voor de overige 650 apparaten.

²⁵ Bij alle volgende kostenposten is gerekend met 5,7 Kton PET-flesjes.

Sorteervergoeding en terugbrengpremie per ton ingezamelde flesjes:
f 3.570,-

Kosten organisatie, administratie, controle per ton ingezameld materiaal:
f 350,-

Kosten zakken voor lege flesjes per ton ingezameld materiaal:
f 120,-

Kosten transport fabrikant/importeur – recyclelaar per ton ingezameld materiaal:
f 350,-

Totaal variabele meerkosten per ton ingezameld PET-materiaal:
f 4.390,-

De opbrengst van 5,7 Kton PET-scrap is afhankelijk van de – vaak fluctuerende PET-prijs en wordt thans berekend op f 2,5 miljoen (f 400,- per ton). De totale kosten per ton ingezamelde PET-flesjes komen *bij de geprognosticeerde afzet van 5,7 Kton* daardoor op **f 7.110,-** per ton.

JJS 22-1-01

Vergelijking van deze cijfers met Duitse cijfers.

In Duitsland zijn eveneens berekeningen gemaakt van een statiegeldsysteem. De berekeningen van het Bundesumweltministerium komen uit op 1,84 Pfennig (2,06 cent) per verpakking. Berekeningen gemaakt door het Duitse bedrijfsleven komen uit op 7 Pfennig (7,8 cent) per verpakking.

De bovenstaande berekening van de NFI komt uit op 20 cent per verpakking. De uitkomsten van de berekeningen verschillen nogal. Deze uitkomsten hangen sterk af van:

- 1 Over hoeveel materiaal de afschrijving van de investeringen in apparatuur wordt verdeeld. In de berekening van de NFI hierboven betreft het alleen 5,7 kton PET-flesjes, terwijl in de Duitse berekeningen uitgegaan wordt van meerdere flessen en ook blikjes.
- 2 De hoogte van de sorteervergoeding voor het winkelbedrijf. In het DSD-systeem is deze mogelijk onzichtbaar gemaakt doordat deze uit het groene punt systeem wordt bekostigd.

In de onderstaande tabel zijn enkele berekeningen van statiegeldkosten per stuk gemaakt. Dit geeft meer inzicht in de mogelijke verklaringen van de genoemde kostenverschillen.



Tabel 52 Voorbeelden van berekening statiegeld per verpakking

		alleen 1/2 liter PET-flesjes	alle kunststof flessen en flacons excl. bestaande statiegeld	alle kunststof flessen en flacons excl. bestaande statiegeld + drankblikjes	
In te zamelen hoeveelheid		5,7	40,2	61	kton/jr
afschrijving investering	17,8 mln/jr	3123	443	292	NLG/ton
gewicht per eenheid		28	28	28	gr/stuk
afschrijving investering per eenheid		8,7	1,2	0,8	cent/stuk
administratiekosten	350 NLG/ton	1,0	1,0	1,0	cent/stuk
logistieke kosten	470 NLG/ton	1,3	1,3	1,3	cent/stuk
opbrengst per ton		400	250	200	NLG/ton
opbrengst per stuk		1,1	0,7	0,6	cent/stuk
subtotaal excl. sorteervergoeding		9,9	2,8	2,6	cent/stuk
sorteervergoeding		10	10	10	cent/stuk
totaal incl. sorteervergoeding		19,9	12,8	12,6	cent/stuk

Kosten

In de onderstaande tabellen worden de kosten berekend van scenario 4. De broninzameling van de PET-flesjes heeft een marginale invloed op de scheidingsinstallatie. Doordat iets minder materiaal in de flaconfractie wordt afgescheiden, zullen de afscheidingskosten per ton van deze fractie iets toenemen. Dit effect wordt vervolgens weer te niet gedaan doordat minder materiaal wordt afgescheiden. Door de hoge kosten van de bronscheiding zijn deze marginale kostenveranderingen te verwaarlozen.

Tabel 53 Kosten in NLG verwerking **kunststof verpakkingsafval** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **statiegeld**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie%	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
Scenario 4					
33%	Scenario 3	98%	196	192,1	334
100%	PET	2%	7110	142,2	
66%	Scenario 3	98%	202,5	198,5	341
100%	PET	2%	7110	142,2	
100%	Scenario 3	98%	199,3	195,3	337,5
	PET	2%	7110	142,2	

Tabel 54 Kosten in NLG verwerking **kunststof verpakkingsafval** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **haalsysteem**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 4	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	Scenario 3	98,25%	196	193	329
100%	PET	1,75%	1500	26	
66%	Scenario 3	98,25%	202,5	210	336
100%	PET	1,75%	1500	26	
100%	Scenario 3	98,25%	199,3	207	333
	PET	1,75%	1500	26	

Tabel 55 Kosten in NLG verwerking **kunststof verpakkingsafval** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **brengsysteem**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 4	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	Scenario 3	99,1%	196	194,2	200,2
100%	PET	0,9%	650	6	
66%	Scenario 3	99,1%	202,5	200,7	206,7
100%	PET	0,9%	650	6	
100%	Scenario 3	99,1%	199,3	197,5	203,5
	PET	0,9%	650	6	

In de onderstaande tabellen worden de kosten van verwerking huisvuil berekend.

Tabel 56 Kosten in NLG verwerking **huisvuil** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **statiegeld**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 4	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	Scenario 3	99,85%	197,9	197,6	208,3
100%	PET	0,15%	7110	10,7	
66%	Scenario 3	99,85%	207,4	207,1	217,8
100%	PET	0,15%	7110	10,7	
100%	Scenario 3	99,85%	210,3	210	220,7
	PET	0,15%	7110	10,7	

Tabel 57 Kosten in NLG verwerking **huisvuil** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **haalsysteem**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 4	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	Scenario 3	99,88%	197,9	197,7	199,5
100%	PET	0,12%	1500	1,8	
66%	Scenario 3	99,88%	207,4	207,2	209
100%	PET	0,12%	1500	1,8	
100%	Scenario 3	99,88%	210,3	210,1	211,9
	PET	0,12%	1500	1,8	

Tabel 58 Kosten in NLG verwerking **huisvuil** bij verschillende realisatiepercentages scenario 4, inzamelen met **brengsysteem**, mechanische scheiding flaconfractie en mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 4	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	Scenario 3	99,94%	197,9	197,9	198,3
100%	PET	0,06%	650	0,4	
66%	Scenario 3	99,94%	207,4	207,4	207,8
100%	PET	0,06%	650	0,4	
100%	Scenario 3	99,94%	210,3	210,3	210,7
	PET	0,06%	650	0,4	

CO₂-emissie

De verschillen met scenario 3 zijn marginaal.

Finaal afval

De verschillen met scenario 3 zijn marginaal, minder dan 0,05 kg/ton kunststof verpakkingsafval.



F Berekeningen scenario 5

In de tabellen zijn de kostenberekeningen opgenomen van de drie bron-scheidingsystemen bij de verschillende realisatiepercentages van de scheidingsinstallaties.

Tabel 59 Kosten in NLG verwerking kunststof verpakkingsafval: inzamelen flessen/flacons met **statiegeld** volledige implementatie in 2005, bij verschillende realisatiepercentages mechanische scheiding PPF

Realisatie% Scenario 5	Fractie	% Fractie	Kosten Fractie/ton	Berekening aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	35,6	150	$33\% \cdot 35,6\% \cdot 150 = 17,8$	777
100%	flacons	15,5	3960	$15,5 \cdot 3960 = 613,8$	
33%	ONF	12,9%	200	$(1 - 15,5\% - 33\% \cdot 35,6\%)$	
	AVI		200	$\cdot 200 = 145,5$	
66%	PPF	35,6	150	35,6	782
100%	Flacons	15,5	3960	613,8	
66%	ONF	12,9	200	$66\% \cdot 12,9\% \cdot 200 = 17,0$	
	AVI		220	$1 - 15,5 - 66\% \cdot (35,6 + 12,9)$ $\cdot 220 = 115,5$	
100%	PPF	35,6	150	53,4	779
	flacons	15,5	3960	613,8	
	ONF	12,9	200	25,5	
	AVI	36	240	86,4	

Voor het breng- en haalsysteem worden de kosten op dezelfde wijze berekend. Het inzamelpercentage van de flacons bij het haalsysteem is 13% van het kunststof verpakkingsafval, bij inzamelkosten van f 1.700,-/ton (midden van de range). Het inzamelpercentage van de flacons bij het brengsysteem is 6,5% van het kunststof verpakkingsafval, bij inzamelkosten van f 750,-/ton (midden van de range).

In Tabel 60 zijn de resultaten van de berekening opgenomen.

Tabel 60 Resultaten kostenberekening haal- en brengsysteem voor kunststof verpakkingsafval in NLG per ton kunststof verpakkingsafval

Realisatie % scheidingsinstallatie	Haalsysteem	Brengsysteem
33%	389	230
66%	395	237
100%	393	236

In Tabel 61 worden de kosten van verwerking huisvuil berekend.

Tabel 61 Kosten in NLG verwerking **huisvuil** bij verschillende realisatiepercentages scenario 5, inzamelen met **statiegeld** flaconfractie en mechanische scheiding PPF (3% Fe wordt niet meegerekend)

Realisatie% Scenario 5	Fractie	% Fractie	Kosten/ton	Aandeel	Kosten gemidd.
33%	PPF	15%	150	7,5	235,1
100%	Flacon	1,0%	3960	39,6	
33%	ONF	37%	200	188	
	AVI		200		
66%	PPF	15%	150	15	245
100%	Flacons	1,0%	3960	39,6	
66%	ONF	37%	200	52,8	
	AVI		220	138	
100%	PPF	15%	150	22,5	242
	flacons	1%	3960	39,6	
	ONF	37%	200	74	
	AVI	44%	240	105,6	



G Correspondentie



Rijnstraat 8
2515 XP Den Haag
Interne postcode
Tel : 070-3394697
Fax: 070-3391283

Directoraat-Generaal Milieubeheer
Directie Afvalstoffen

Aan de voorzitter van de Commissie Verpakkin-
gen
mevr. Drs. M. Epema-Brugman
Postbus 19291
3501 DG Utrecht

MBA/2000107365

8 september 2000

afspraken over halve liter PET-flesjes

Geachte mevrouw Epema,

Ter informatie doe ik hierbij toekomen mijn brief van heden aan de voorzitter van SVM.PACT m.b.t. de afspraken in het overleg over halve liter PET-flesjes gehouden op 4 juli jl.

Hoogachtend,
de directeur-generaal Milieubeheer,

H.A.P.M. Pont

Afspraken naar aanleiding van de bespreking tussen VROM, SVM-PACT en NFI over het advies van de Commissie Verpakkingen over halve liter PET-flesjes gehouden op 4 juli 2000.

Aanwezig: namens SVM-PACT dhr. Tummers, mw. Roosendaal en dhr. Adema,
namens de NFI dhr. Snijder, dhr. Van Bochove en dhr. Schat,
namens VROM dhr. Pont, dhr. Dijkzeul, dhr. Clement en mw. Remijn.

Tussen de NFI en VROM bestond al enige tijd discussie over de vraag of het ½-liter PET-flesje onder de afspraken van het Protocol Producthergebruik viel of niet. De NFI wilde haar verantwoordelijkheid nemen en heeft aangeboden om de toenemende milieudruk ten gevolge van de groei van de PET-flesjes te compenseren door a) de verhoging van inzet van recycleert afkomstig van meermalige 1½-liter PET-flessen in de ½-liter PET-flesjes; b) inzet van groene stroom in het productieproces; en c) extra inspanningen om zwerfvuil te voorkomen. De Minister van VROM vindt dit onvoldoende en is van mening dat compensatie binnen de sector verpakkingen zelf moeten worden gevonden. Om uit de impasse te raken, hebben partijen de Commissie Verpakkingen advies gevraagd welk advies zij op 25 mei 2000 heeft gegeven. De Commissie Verpakkingen is onder meer van mening dat partijen de realiseerbaarheid van genoemde compenserende maatregelen moet toetsen en dat de mogelijkheid van materiaalhergebruik onderzocht moet worden, omdat dit leidt tot een vermindering van de hoeveelheid te verbranden/storten verpakkingsafval. De minister heeft reeds aangegeven dat zijn inzet is de invoering van een retourpremie of statiegeldsysteem om zeker te stellen dat het materiaal wordt ingezameld en herverwerkt. Het bedrijfsleven is van mening dat serieus onderzoek moet worden uitgevoerd naar de mogelijkheden van materiaalhergebruik, conform het advies van de Commissie. De uitkomst van een dergelijk onderzoek staat niet bij voorbaat vast.

Partijen spreken het volgende af:

1. Partijen zullen voor 1 november de volgende onderwerpen uitwerken:

- Een totaalpakket van op korte termijn uit te voeren maatregelen waarvan overtuigend wordt aangetoond dat deze de toenemende milieudruk van kleine flesjes daadwerkelijk compenseren.
- Een inventarisatie van de voor- en nadelen van de invoering op korte termijn van een statiegeld/retoursysteem voor kleine flesjes frisdranken en waters.

2. Bij de uitvoering van het Convenant Verpakkingen II doen zich meerdere knelpunten voor dan alleen de discussie rond het ½ liter PET-flesje, zoals ondermeer de doelstelling als zodanig en in relatie tot het monitoringsysteem en de herverwerking van glas. Partijen zijn van mening dat een oplossing voor alle uit het Convenant Verpakkingen II voortvloeiende knelpunten gevonden moet worden in een (gezamenlijke) visie over de periode na 2001. Partijen maken de afspraak om op 1 december een visie vast te leggen voor de periode na 2001, als uitgangspunt voor toekomstige afspraken. In deze visie worden alle uit het Convenant Verpakkingen II voortvloeiende knelpunten vermeld en worden keuzen gemaakt over de wijze waarop de knelpunten zullen worden aangepakt. De visie zal onder meer duidelijkheid moeten geven over:

- het plaatsen van verpakkingen in een breder milieukader (milieudruk) en hoe dit te meten.
- financiering van de verwijdering van verpakkingsafval
- de in te zetten instrumenten (Convenant Verpakkingen III, ondersteunende regelgeving).

Ter ondersteuning van het opstellen van de visie zal een onderzoek worden opgezet naar de verschillende mogelijkheden van structurele wijzen van inzameling en herver-

werking van het afval van kleine flesjes frisdranken en waters. De inzameling en herverwerking van kunststofafval in brede zin wordt daarbij in aanmerking genomen. Het invoeren van een statiegeld/retoursysteem wordt als onderdeel van een mogelijke structurele oplossing t.a.v. inzameling en herverwerking in het onderzoek betrokken. In het onderzoek wordt onder andere rekening gehouden met:

- de ervaringen in andere Europese landen met de diverse vormen van product- en materiaalhergebruik van het kleine PET-flesje
- de diverse mogelijke inzamelstructuren van het kleine PET-flesje
- de diverse vormen van herverwerking en energiebenutting van kunststof afval in brede zin
- de mogelijke inpassing in een breder milieubeleid
- de uitgangspunten van het Convenant Verpakkingen II (zoals marktwerking en non-discriminatie)