



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 32 01

TNO-rapport

R&I-A R 2005/069

**Oplossingsrichtingen voor het beheer van
huishoudelijk verpakkingsafval in Nederland**

| | |
|---------------|--|
| Datum | maart 2005 |
| Auteurs | A.M.M. Ansems T.N. Ligthart |
| Projectnummer | 36194 |
| Trefwoorden | Verpakkingsafval Nascheiding Retoursystemen PMD |
| Bestemd voor | EcoVerpakkingen Overgoo 11 Postbus 262 2260 AG Leidschendam |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

Aanleiding en doel

TNO heeft in opdracht van en gefinancierd door EcoVerpakkingen voor het Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL) en de Federatie Nederlandse Levensmiddelenindustrie (FNLI), een studie uitgevoerd naar een structurele lange termijn oplossing voor verpakkingen in de afvalfase gezien de afloop van het Convenant Verpakkingen eind 2005.

Producenten, importeurs en detailhandel delen de volgende beleidsuitgangspunten ten aanzien van verpakkingen in de afvalfase en de consequenties daarvan voor het milieu:

- voldoen aan de milieudoelstellingen van de Europese Richtlijnen, Convenant Verpakkingen en de aangekondigde AmvB;
- vrijwillig overeenkomen van afspraken en uitvoering daarvan via zelfregulering;
- behoud van verpakkingsvrijheid;
- richten van de focus op stimulering van innovatie in de gehele verpakkingsketen;
- oplossen van het volumeprobleem voor lege verpakkingen;
- voorkomen van irritatie bij burgers door regels en voorschriften;
- minimaliseren van de inzameling van verpakkingen via verkooppunten.

Het doel van de inventarisatie van alternatieve oplossingsrichtingen is een evaluatie op basis van criteria als de bijdrage aan het broeikaseffect, de hoeveelheid finaal afval, de totale kosten per traject (inclusief inzamelkosten, verwerkingskosten en baten van de producten), het innovatiepotentieel en organisatorische aspecten als het gemak voor de burger en implementatiemogelijkheden.

De inventarisatie betreft *verpakkingen voorkomend in grijs huishoudelijk afval*. De gescheiden inzameling van papier, glas en GFT door gezinshuishoudingen wordt niet in de vergelijking meegenomen. Deze zijn voor de drie te vergelijken alternatieven hetzelfde. Bedrijfsafval met verpakkingen en meermalige verpakkingen zijn eveneens niet in de vergelijking betrokken.

Beschrijving van de drie te vergelijken trajecten

De volgende drie trajecten voor kunststoffen, metalen en drankenkartons, allen gebaseerd op bewezen Europese inzamel- en scheidingstechnieken, zijn geanalyseerd:

1. **Nascheiding;** na integrale inzameling van de verpakkingen in de fractie grijs huishoudelijk afval worden in een nascheidingsinstallatie kunststof flessen/flacons, metalen verpakkingen, drankenkartons (alle ten behoeve van materiaalrecycling) en een papier/kunststof fractie (ten behoeve van brandstof benutting) technisch afgescheiden. De niet afgescheiden verpakkingen worden

verbrand in een moderne afvalverbrandingsinstallatie (AVI). Deze aanpak met daarvoor ontworpen technologieën bestaat reeds in Nederland.

2. **PMD scheiding**; bronscheiding van kunststof flessen/flacons (P), metalen verpakkingen (M) en drankenkartons (D). Deze verpakkingen worden daarna in een speciale sorteerinstallatie van elkaar gescheiden en daarop volgt materiaalrecycling. De overige verpakkingen worden tezamen met het grijs huishoudelijk afval verbrand in een AVI. Deze aanpak bestaat reeds in België.
3. **Retoursysteem** drankenverpakkingen; bronscheiding van PET flessen/flesjes en drankenblikjes, voor frisdranken en waters, met behulp van speciaal daarvoor ontworpen apparaten. De apart verkregen fracties PET, staal en aluminium worden voor materiaalrecycling aan de herverwerking aangeboden. De overige verpakkingen worden met het grijs huishoudelijk afval verbrand in een AVI. Deze situatie komt voor in sommige Scandinavische landen.

Resultaten van de studie

Massabalansen voor de drie trajecten

Gegeven de inzamel- en verwerkingsprocessen voor de beschreven trajecten worden de verpakkingen in grijs huishoudelijk afval voor elk traject over de in Tabel S-1 aangegeven bestemmingen verdeeld: materiaalrecycling of benutting als brandstof of uiteindelijke bestemming AVI. Zoals uit de cijfers blijkt neemt het aandeel recycling + nuttige toepassing af vanaf traject 1 (53 %), respectievelijk trajecten 2 (19 %) en 3 (4 %) richting het referentietraject 100 % AVI (0 %).

Tabel S-1 De verdeling van de verpakkingen uit grijs huishoudelijk afval naar bestemming voor de drie trajecten, uitgedrukt in massapercentages.

| Afvalstroom | Bestemming | Traject 1 "Nascheiding" | Traject 2 "PMD-scheiding" | Traject 3 "Retour-systemen" |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Verpakkingen waters/fris | Recycling | - | - | 4% |
| PMD, incl. verpakkingen waters/ fris | Recycling | 26% | 19% | - |
| Papier/plastic fractie (PPF) | Brandstofbenutting | 27% | - | - |
| Overige verpakkingen | AVI | 47% | 81% | 96% |
| | Totaal | 100% | 100% | 100% |

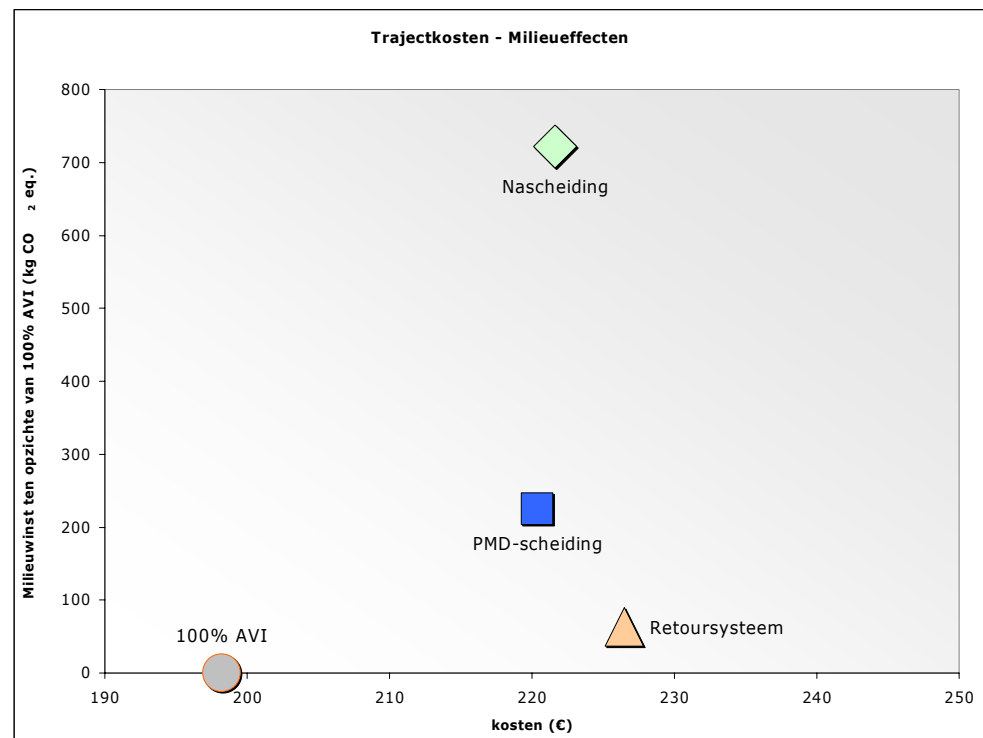
Vergelijking milieuhygiënische en economische aspecten

In tabel S-2 zijn de resultaten van de 3 vergeleken trajecten samengevat en als referentie naast het scenario van 100% verbranding in een AVI gezet. Het betreft de bijdrage aan het broeikas effect, de hoeveelheid finaal afval en de totale kosten voor het traject (inclusief inzamelkosten, verwerkingskosten en baten van de producten), alle gebaseerd op de inzameling en verwerking van 1 ton verpakkingen.

Tabel S-2 Overzicht van de milieuaspecten en de trajectkosten van de 3 trajecten t.o.v. AVI per ton verpakkingen

| Aspect | Traject | | | |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|----------------------|
| | 1. Na-scheiding | 2. PMD-scheiding | 3. Retour-systemen | Referentie: 100% AVI |
| Broeikas (kg CO ₂ eq.) | -362 | 135 | 297 | 359 |
| Finaal afval (kg) | 123 | 139 | 187 | 190 |
| Kosten (€) | 222 | 220 | 227 | 198 |

Uit de resultaten in tabel S-2 blijkt dat het traject Nascheiding een substantiële verlaging van de bijdrage aan het broeikas effect realiseert, terwijl de overige trajecten voor een netto toename van deze milieubelasting zorgen. De relatief hoge niveaus voor recycling van materialen (kunststoffen, metalen en drankenkartons) en voor nuttige toepassing als brandstof (papier/kunststof mengsel) dragen ertoe bij dat Nascheiding zo goed scoort op dit belangrijke milieuaspect. Wanneer de bijdragen aan het broeikas effect worden gerelateerd aan de trajectkosten, ontstaat het beeld dat is gepresenteerd in figuur S-3. Het traject Nascheiding presteert duidelijk het beste wat betreft eco-efficiency (broeikas effect versus integrale kosten).



Figuur S-3 De relatie tussen de milieuwinst (broeikas effect) ten opzichte van 100% AVI en de totale trajectkosten per ton verpakkingen.

Resultaten van uitgebreide gevoeligheidsanalyses tonen aan dat het traject Nascheiding nog steeds beter blijft scoren dan de overige trajecten, wat betreft het milieuaspect broeikas effect.

Vergelijking technische en organisatorische aspecten

Wat betreft de technische aspecten “beschikbaarheid van technieken”, “innovatiepotentieel” en “gevoeligheid voor veranderingen in verpakkingen” scoort het traject Nascheiding duidelijk positiever dan de andere trajecten. Alle benodigde technieken zijn beschikbaar en in praktijk getest; er bestaat een concreet vooruitzicht voor nieuwe te introduceren technieken; er gaat verreweg de sterkste innovatieprikkel van uit (bijvoorbeeld voor het ontwerp van verpakkingen en van apparatuur voor nascheiding). Het traject is als enige nagenoeg ongevoelig voor eventuele veranderingen in de toekomstige samenstelling van te verwerken verpakkingen. Wat betreft de organisatorische aspecten is het beeld minder onderscheidend. Het traject Nascheiding kent wel het grootste gemak voor burgers/consumenten, maar is daarnaast weer afhankelijk van hun medewerking aan accurate bronscheiding van m.n. GFT. Dit is relevant voor de afscheiding van hoogwaardige grondstoffen uit grijs huishoudelijk afval via nascheiding. De resultaten zijn samengevat in tabel S-4.

Tabel S-4 *Vergelijking van technische en organisatorische aspecten van de trajecten ten opzichte van het referentietraject (100% AVT).*

| | Traject 1 Nascheiding | Traject 2 PMD-scheiding | Traject 3 Retoursystemen |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Technisch | | | |
| -Huidige beschikbaarheid | 0 | 0 | 0 |
| -Innovatiepotentieel | ++ | + | 0 |
| -Gevoeligheid veranderingen verpakkingen | 0 | - | -- |
| Organisatorisch | | | |
| -Afhankelijk van met name | Gemeenten | Consument/burger Gemeenten | Retail Consument/burger |
| -Gemak consument/ burger | 0 | - | -- |
| -Gevoeligheid bronscheiding overige fracties | - | 0 | 0 |

Introductie van het traject Nascheiding vereist een omdenken van dienstverlening naar grondstoffenmanagement. Voor zowel de nationale overheid als de gemeentelijke overheden dient het afvalstoffenbeleid te veranderen in een grondstoffenbeleid. Dus niet het denken in het schuiven met tonnen afval (= kwantiteit), maar het denken in afzetmogelijkheden voor grondstoffen en het benutten van de calorische waarden van brandstoffen (= kwaliteit) dient de voorkeur te krijgen.

Van huidige structuur naar andere structuur

Een netwerk van 8 of meer nascheidingsinstallaties dat in de toekomst geleidelijk volgens een adequate planning wordt opgebouwd, zorgt voor de afscheiding van grondstoffen en brandstoffen uit verpakkingsmaterialen. Ongeveer de helft van de verpakkingen in grijs huishoudelijk afval (ca. 500.000 ton per jaar; situatie 2002) wordt dan hoogwaardig toegepast. Deze hoeveelheid kan nog worden verhoogd door de introductie van nieuwe technieken, die ter beschikking komen of in ontwikkeling zijn.

Met de nationale introductie van Nascheiding wordt dan minstens een AVI-capaciteit van 500.000 ton per jaar bespaard. Door introductie van nieuwe nascheidings technieken wordt beduidend meer AVI-capaciteit bespaard. Gezien het huidige tekort aan AVI-capaciteit en de verwachte toename daarvan, wordt hiermede een gemeenschappelijke maatschappelijke problematiek aangepakt.

Het netwerk van nascheidingsinstallaties zal complementair werken in relatie tot de bestaande hoeveelheid AVI's. Gezien de grote hoeveelheid vrijkomend brandbaar afval in Nederland zijn zowel nascheidingsinstallaties als AVI's nodig om deze aangeboden hoeveelheid te verwerken.

Conclusies in vogelvlucht:

Nascheiding komt duidelijk als beste naar voren bij integrale vergelijking van de drie trajecten op basis van de aspecten vermindering bijdrage broeikaseffect, eco-efficiency, technische innovatiemogelijkheden en gemak burger/consument.

- Significante verlaging bijdrage broeikaseffect voor vergelijkbare kosten;
- Ook gevoeligheidsanalyses veranderen dit positieve beeld niet;
- Bovendien wordt een duidelijk hoger niveau voor recycling en nuttige toepassing gerealiseerd met bewezen technologieën;
- Organisatorische aspecten verdienen voor dit te verkiezen traject de nodige aandacht;
- Minstens 1 toekomstige AVI-capaciteit wordt bespaard bij nationale invoering van dit traject. Nascheiding gaat goed samen met de bestaande AVI-capaciteit;
- Geen grote rolveranderingen voor de betrokkenen in de afvalwereld.
- Nascheiding is een integrale aanpak, gericht op structurele lange termijn oplossing (optimalisatie van de huidige 4 jaren aanpak per Convenant).

Aanbevelingen

Voor succesvolle introductie van Nascheiding gelden de volgende aanbevelingen:

- Aangezien het traject Nascheiding duidelijk het grootste innovatiepotentieel kent, verdient samenwerking tussen overheden en bedrijfsleven ondersteuning met betrekking tot onderzoek en ontwikkeling van nieuwe technieken en toepassingen. Een dergelijke samenwerking zou gestalte kunnen krijgen in een innovatieconvenant. Bovendien is het aanbevelenswaardig om één nascheidingsinstallatie als een pilot te beschouwen, alwaar de beoogde innovaties als eerste getoetst worden.
- Een intensieve, andere aanpak voor de vermindering van het zwerfafval verdient de voorkeur. Geen van de beschreven drie trajecten biedt een oplossing

voor zwerfafval. Net als in andere Europese landen dient het beleid met betrekking tot zwerfafval en het beleid met betrekking tot verpakkingsafval daarom te worden ontkoppeld. Voorgesteld wordt dat overheden en bedrijfsleven gezamenlijk zoeken naar een aanpak voor deze vermindering en dat in een gezamenlijke afspraak, inclusief financiering, vastleggen, bijvoorbeeld in de vorm van een zwerfafval convenant. Daarbij kan de focus liggen op innovaties vóóraan in de (verpakkings)keten (bijvoorbeeld ontwikkeling van producten/verpakkingen die sneller biologisch afbreekbaar zijn).

- Het verdient aanbeveling om de ontwikkeling in de AVI-capaciteit in relatie tot de contractuele verplichtingen van de gemeenten nader in kaart te brengen. De ontwikkeling in de hoeveelheid en samenstelling van brandbare stromen dient in samenhang daarmee te worden beschouwd.

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Samenvatting | 3 |
| 1. Inleiding | 11 |
| 1.1 Aanleiding | 11 |
| 1.2 Indeling rapport | 13 |
| 2. De drie trajecten | 15 |
| 2.1 Voldoen aan de Europese Richtlijnen en Convenant Verpakkingen III | 15 |
| 2.2 Systeemaafbakening; onder andere welke verpakkingen wel en welke niet | 16 |
| 2.3 Beschrijving van de drie trajecten | 18 |
| 2.3.1 Traject 1; nascheiding | 19 |
| 2.3.2 Traject 2; PMD scheiding ^α | 22 |
| 2.3.3 Traject 3; retoursystemen drankenverpakkingen | 24 |
| 2.3.4 Referentie traject; Afvalverbrandingsinstallatie (AVI) | 25 |
| 2.4 Massabalansen voor de trajecten | 25 |
| 2.5 Vergelijking van de drie trajecten en het referentietraject | 30 |
| 2.5.1 Uitgangspunten van de vergelijking | 30 |
| 2.5.2 Milieuaspecten en kosten | 31 |
| 2.5.3 Technische en organisatorische aspecten | 44 |
| 2.5.4 Eerste conclusie integrale vergelijking | 49 |
| 2.5.5 Succes- en faalaspecten bij introductie nascheiding | 49 |
| 3. Introductie verdergaande nascheiding | 53 |
| 3.1 Van huidige structuur naar andere structuur | 53 |
| 3.2 Netwerk van nascheidingsinstallaties | 54 |
| 3.3 Relatie tot AVI park | 54 |
| 3.4 Situatie 2010 en verder ontwikkelpad | 55 |
| 4. Conclusies en aanbevelingen | 57 |
| 4.1 Conclusies | 57 |
| 4.2 Aanbevelingen | 59 |
| 5. Referenties | 61 |
| 6. Lijst met afkortingen | 65 |
| 7. Verantwoording | 67 |
| Bijlage 1 Detail balansen Traject 1 ‘Nascheiding’ | |
| Bijlage 2 Detail balansen Traject 2 ‘PMD-scheiding’ | |
| Bijlage 3 Detail balansen Traject 3 ‘Retoursystemen’ | |
| Bijlage 4 Detail balansen Traject 4 ‘100% AVI’ | |
| Bijlage 5 Milieu- en kostenkentalen | |

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Convenant Verpakkingen III (CV III) loopt eind 2005 af en de discussies over de periode daarna lopen reeds. De VNG, de milieuorganisaties, de Tweede Kamer en de Staatssecretaris van VROM anticiperen al op de volgende aspecten:

- Het betrekken van een groter aantal verpakte producten en verpakkingssoorten bij een beoogde vermindering van de hoeveelheid verpakkingen in de afvalfase, dus een toename van de recycling van verpakkingen in de afvalfase.
- Een brede aanpak voor het terugdringen van zwerfafval.
- Het uitbreiden van de producentenverantwoordelijkheid.
- Het verminderen van de afwenteling van de afvalverwijderingskosten op de gemeenten (en burgers).

Producenten, importeurs en detailhandel delen de volgende uitgangspunten voor het beleid ten aanzien van verpakkingen in de afvalfase en milieu:

Algemeen/maatschappelijk

- Bij voorkeur vrijwillig overeenkomen van afspraken
- Voldoen aan de milieudoelstellingen in Europese Richtlijnen tegen minimale economische kosten
- Voorkomen van te lang voortborduren op bestaande situaties die leiden tot suboptimalisaties per verpakkingsmateriaal
- Richten van de focus op innovatieve toepassingen

Burgers/Consumenten

- Voorkomen van irritatie door regels en voorschriften
- Voorkomen van koopkrachtverlies
- Zorgen voor maximale ketenefficiency van lege verpakkingen (oplossen van het volumeprobleem)
- Afbouwen van de huidige stromen en het voorkomen van nieuwe stromen verpakkingen in de afvalfase die via het verkooppunt worden ingezameld

Fabrikanten/retailers

- Behouden van maximaal mogelijke verpakkingsvrijheid

Om de gezamenlijke uitgangspunten te kunnen vertalen in nieuwe afspraken met VROM, gemeenten en (gemeentelijke) afvalverwerkers, heeft TNO in opdracht van en gefinancierd door EcoVerpakkingen te Leidschendam voor Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL) en Federatie Nederlandse Levensmiddelenindustrie (FNLI) de onderhavige studie naar mogelijke oplossingsrichtingen uitgevoerd.

Het doel van deze inventarisatie is het vergelijken en evalueren van oplossingsrichtingen van verpakkingen, voorkomend in grijs huishoudelijk afval. Deze vergelijking en evaluatie omvatten voornamelijk milieukundige aspecten, kosten en baten, technologische aspecten (o.a. wat is het innovatiepotentieel) en organisatorische aspecten (o.a. wat is het gemak voor de consument).

Opzet van de studie

Drie hoofdvragen vormen de leidraad bij de opzet van de studie:

1. Welke oplossingsrichting biedt het meeste perspectief?
2. Wat is de relatie van deze oplossingsrichting met de aanpak van het zwerfafval?
3. Wat betekent introductie van de oplossingsrichting met het meeste perspectief voor de huidige infrastructuur voor afvalverwerking?

Ad 1. Met betrekking tot de oplossingsrichtingen zijn er drie trajecten voor de inzameling en verwerking van verpakkingen in grijs huishoudelijk afval voorgesteld. Deze drie trajecten zijn vergeleken met een referentie traject, dat een volledige integrale inzameling in grijs huishoudelijk afval en een volledige verbranding in een AVI (AfvalVerbrandingsInstallatie) inhoudt. Bij de vergelijking en evaluatie zijn de volgende aspecten betrokken:

- Twee milieukundige aspecten; bijdrage aan het broeikaseffect en aan finaal afval;
- Economische kosten en baten;
- Technische aspecten, zoals de innovatiemogelijkheden;
- Organisatorische aspecten, zoals welke stakeholders zijn er nadrukkelijk bij betrokken en wat is het gemak voor de consument.

Tenslotte is nader beschouwd wat de succes- en faalaspecten van het voorkeurstraject zijn.

Ad 2. Wat betreft het zwerfafval is de huidige situatie nader verkend en vergeleken met die van de ons omringende landen. Centraal staat de vraag of het logisch is om de problematiek van het zwerfafval te koppelen aan verpakkingen bevattende stromen. Onder andere hoe momenteel het schoonhouden van de openbare ruimten is georganiseerd, is een belangrijk aandachtspunt.

Ad 3. De huidige infrastructuur voor de verwijdering van afval wordt gekarakteriseerd door de gescheiden inzameling, inclusief herverwerking, van enkele belangrijke fracties, zoals oud papier, glas en GFT, en de verbranding van al het andere afval in AVI's. Voorgestelde aanpassingen en veranderingen in deze structuur omvatten eveneens veranderingen in de rollen, c.q. verantwoordelijkheden van de betrokken stakeholders. Er is nader geanalyseerd welke aanpassingen/veranderingen aan te bevelen zijn en wat de consequenties hiervan zijn.

1.2 Indeling rapport

In hoofdstuk 2 zijn drie voorgestelde trajecten, die voldoen aan de Europese Richtlijnen, nader geanalyseerd. Nadat aangegeven is welke verpakkingen het specifiek betreft, zijn de te analyseren trajecten nader beschreven. Vervolgens is aangegeven om welke hoeveelheden het gaat. Nadat is beschreven hoe de analyses voor milieukundige, economische, technische en organisatorische aspecten zijn uitgevoerd, zijn de resultaten gepresenteerd en met elkaar vergeleken. Op basis van een eerste, tussentijdse conclusie is verwoord welk alternatief duidelijk de voorkeur geniet. Daarna zijn de succes- en faalaspecten van het voorkeursalternatief beschreven. In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe een transformatie van de huidige structuur naar een andere structuur eruit zou kunnen zien. Aanpassingen en veranderingen in de huidige infrastructuur betekenen investeringen, maar voorkomen toekomstige investeringen in de huidige structuur. Tenslotte volgen in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen.

2. De drie trajecten

2.1 Voldoen aan de Europese Richtlijnen en Convenant Verpakkingen III

De Europese wetgeving met betrekking tot afvalstromen, of de vervaardiging van secundaire grondstoffen/brandstoffen daaruit, wordt vooral gekenmerkt door het uitbrengen van Richtlijnen. Wat betreft verpakkingen geldt de Richtlijn 94/62/EC [1] en de daaraan gerelateerde Richtlijn 97/129/EC [2] voor het markeren van verpakkingen.

Op grond van de Richtlijn van 1994 (94/62/EC) dienen de lidstaten, door middel van wetgeving, ervoor te zorgen, dat zij voldoen aan een aantal verplichtingen op het gebied van verpakkingen en verpakkingsafval:

- Zij zijn verplicht preventie van verpakkingsafval te bevorderen
- Zij mogen hergebruik (in dezelfde vorm) bevorderen
- Zij zijn verplicht om recycling en nuttige toepassing (recovery) te realiseren tussen voorgeschreven minimum- en maximumpercentages
- Zij moeten hergebruik van de materialen stimuleren
- Zij moeten ervoor zorgen dat er passende beheersystemen worden opgezet.

De Richtlijn van 1997 (97/129/EC) schrijft voor dat op vrijwillige basis het materiaal, waarvan de verpakking is gemaakt, herkenbaar kan worden gemaakt. Dit moet dan volgens voorgeschreven merktekens worden gedaan en de verpakkingen moeten voldoen aan vastgestelde eisen.

Van nog meer belang is de voorgestelde nieuwe Richtlijn, gepubliceerd in 2004 (2004/12/EC) [3], waarin met name nadruk wordt gelegd op de verhoogde, te realiseren percentages recycling voor de verschillende verpakkingsmaterialen. Deze percentages moeten gerealiseerd worden vóór 31 december 2008; daarvoor gelden de volgende doelstellingen voor materiaalhergebruik:

- Algemeen; 55 – 80 %
- Glas; 60 %
- Papier en karton; 60 %
- Metalen; 50 %
- Kunststoffen; 22,5 %
- Hout; 15 %

Daarnaast geldt een minimum percentage van 60 % nuttige toepassing (recovery of terugwinning grondstoffen en energie). In 2005 zal de nieuwe Richtlijn in werking treden.

In Nederland gelden conform het Convenant Verpakkingen III de volgende hogere recyclingpercentages:

- Algemeen; 70 %
- Glas; 90 %

- Papier en karton; 75 %
- Metalen; 80 %
- Kunststoffen; 27 %
- Hout; 25 %

Daarnaast geldt een minimum percentage van 75 % voor nuttige toepassing.

Dus het realiseren van een voldoende niveau van hergebruik (als materiaal) of van nuttige toepassing (bijvoorbeeld als brandstof) is voor de te analyseren trajecten van belang.

2.2 Systeemaafbakening; onder andere welke verpakkingen wel en welke niet

Verpakkingen komen vrij bij huishoudens, industrie, overheid diensten en handel. Daarbij worden zowel verpakkingen apart gehouden en worden verpakkingen in mengsels, al dan niet met andere afvallen, aangeboden voor verwerking.

Handel en industrie scheiden op grote schaal afvalstoffen en zo ook verpakkingen aan de bron. Het betreft veelal grotere, meer homogene stromen. Voor deze sectoren is het ook lonend om deze stromen apart aan te bieden voor materiaalrecycling; men bespaart op de afvalverwijderingskosten. Veelal brengen deze stromen nog geld op omdat ze een positieve waarde kennen in het economische verkeer en worden ze als secundaire grondstoffen gekenmerkt.

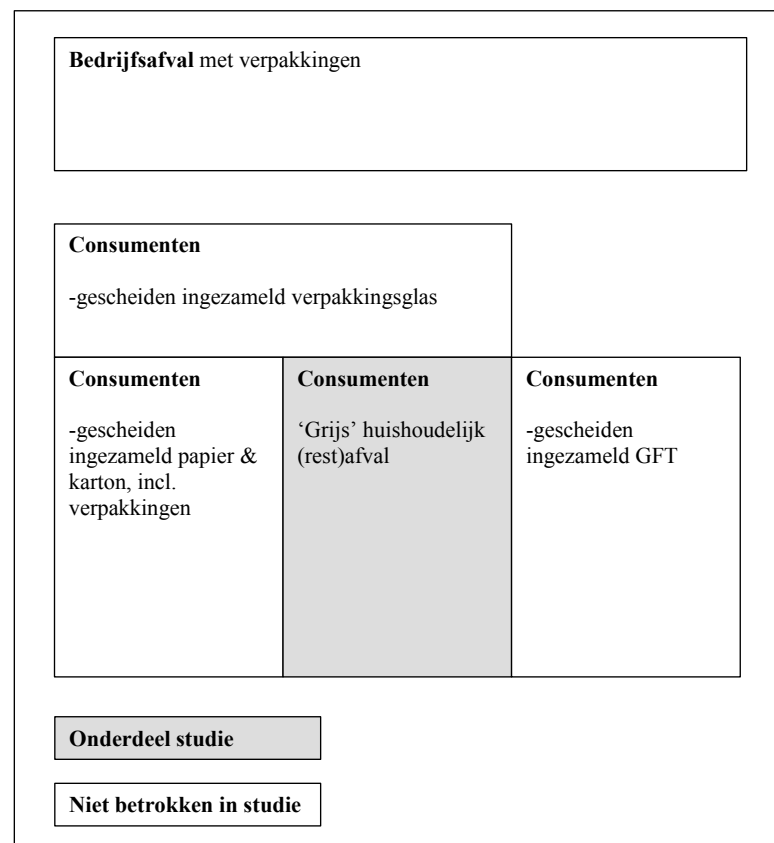
Vanwege de geringere maatschappelijke aandacht en het reeds gerealiseerde hoge niveau voor recycling, worden deze stromen, de bedrijfsafvallen, inclusief verpakkingen, buiten de vergelijking te houden.

Hetzelfde geldt in principe ook voor de stromen gescheiden ingezameld papier (waarin verpakkingen een aandeel hebben van 26% [4]) en glas afkomstig van huishoudens. Het is zowel economisch als vanuit milieukundige overwegingen beter om deze stromen gescheiden in te zamelen en te verwerken. De gescheiden inzameling van papier en glas bestaat al reeds lang in Nederland, hetgeen eveneens geldt voor de landen om ons heen. De hieruit verkregen secundaire grondstoffen worden internationaal verhandeld en verwerkt. Hiervoor bestaat een maatschappelijk breed draagvlak. Deze stromen worden daarom ook niet meer in de hierna uitgevoerde vergelijking meegenomen.

De gescheiden inzameling van groenten- fruit- en tuinafval (GFT), zoals dat in het LAP is verankerd, is in Nederland ingeburgerd en wordt als een gegeven beschouwd. Hoewel hierover af en toe nog discussies plaatsvinden, kan men in generieke zin zeggen dat het overgrote deel van de Nederlandse huishoudens het systeem heeft geaccepteerd. De gescheiden inzameling en verwerking van GFT is daarom eveneens als een gegeven beschouwd en niet verder in de analyse meegenomen.

Daarentegen wordt veel meer, ook vanuit politieke hoek, aandacht besteed aan de fractie grijs huishoudelijk afval met de verpakkingen daarin. De al dan niet gescheiden inzameling van verpakkingen, die daarin voorkomen, krijgt regelmatig aandacht. Voor het realiseren van toekomstige percentages hergebruik en nuttige toepassing is deze aandacht noodzakelijk. Er bestaan allerlei beelden bij verschillende actoren, of gescheiden inzameling van specifieke verpakkingen (veelal drankverpakkingen) al dan niet gunstig is voor zowel het milieu als de economie. Daarom worden de verschillende inzamel- en verwerkingswijzen van verpakkingen in de fractie grijs huishoudelijk afval, trajecten genaamd, milieukundig en economisch nader geanalyseerd. Daarnaast zijn de voorgestelde trajecten voor meerdere aspecten geanalyseerd.

In Figuur 1 is de afbakening van de te onderzoeken fractie geïllustreerd.



Figuur 1 Afbakening van de te analyseren fractie.

Wat betreft hervulbare systemen (meermalig te gebruiken verpakkingen) zijn de volgende aannamen gemaakt. Het hervulbare systeem voor frisdranken en waters gaat verdwijnen. Hiervoor in de plaats komen eenmalige verpakkingen, die deel uit kunnen gaan maken van de fractie grijs huishoudelijk afval. Van de overige systemen met meermalige verpakkingen (vooral voor bier) wordt vooralsnog aangenomen dat ze blijven bestaan en deze worden niet in de analyse meegenomen.

Verpakkingen zouden kunnen voorkomen in het afval van de openbare buitenruimten. Dit afval wordt ook wel reinigingsdienstenafval genoemd en wordt in vier categorieën onderverdeeld [23]:

- Veegafval, dat vrijkomt bij het vegen van openbare straten, terreinen, stranden en het legen van openbare afvalbakken.
- Marktafval, dat vrijkomt bij het opruimen van markten en evenementen. Het betreft met name het afval dat niet door marktkooplieden of exploitanten van evenementen zelf wordt ingezameld en afgegeven als bedrijfsafval.
- Drijfafval, dat vrijkomt bij het reinigen van kanalen, sloten, grachten en vijvers
- Slib dat vrijkomt bij het reinigen van riolen, kolken en gemalen.

Zwerfafval vormt een deel van het veegvuil en verpakkingen vormen daar dan weer een onderdeel van.

De inzameling van afval uit de openbare ruimte is de verantwoordelijkheid van de beheerders van openbare terreinen en (water)wegen, zoals gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat en organisaties als recreatieschappen. De uitvoering van de inzameling van het afval en eventueel zwerfafval kan door eigen (reinigings)diensten worden verricht of worden uitbesteed aan derden.

In Scandinavië (landen met statiegeldsystemen) en de landen om ons heen (met een Groene Punt systeem) wordt geen relatie met zwerfafval gelegd [34]. Ook in deze landen hebben de gemeenten en andere overheidsorganisaties de taak van het schoonhouden van de openbare ruimten.

Aangezien er in de andere Europese landen geen koppeling wordt gemaakt met de problematiek van het zwerfafval en er sprake is van relatief kleine hoeveelheden verpakkingen (vergeleken met de hoeveelheid verpakkingen in grijs huishoudelijk afval), wordt zwerfafval niet verder in de voorgestelde trajecten betrokken.

2.3 Beschrijving van de drie trajecten

Algemene uitgangspunten

- Gescheiden inzameling van papier/karton en glas blijft ongewijzigd;
- Gescheiden inzameling van GFT blijft ongewijzigd;
- Gescheiden inzameling van bedrijfsafval blijft ongewijzigd;
- Er zijn geen beperkingen voor de afzet van gerecyclede materialen.

Het betreft de verpakkingen die in grijs huishoudelijk afval (kunnen) voorkomen. Op basis daarvan zijn de voorgestelde trajecten geselecteerd (zie 2.2). Aangezien er voor papier en glas reeds is aangenomen dat de bestaande systemen (met bron-scheiding) voldoen, richt de verwerking van grijs huishoudelijk afval zich met name op kunststof verpakkingen, metalen verpakkingen en drankenkartons. Bovendien zullen de niet brongescheiden papier- en glasverpakkingen met het grijs huishoudelijk afval worden verwerkt.

De hierna beschreven trajecten zijn zodanig geselecteerd dat de verschillen in de keuzen duidelijk tot uiting komen. In theorie zou men eventueel nog mengvormen van de voorgestelde trajecten kunnen kiezen. Aangenomen wordt dat, indien men investeert in bronscheiding, investeringen in nascheiding nooit meer optimaal kunnen zijn. De omgekeerde redenering geldt eveneens; investeringen in nascheiding ontmoedigen investeringen in bronscheiding. De voorgestelde trajecten bestaan uit Europees bewezen inzamel- en scheidingstechnieken en zijn:

1. Nascheiding; de integrale inzameling van verpakkingen in de fractie grijs huishoudelijk afval. Daarop volgend worden in een scheidingsinstallatie kunststof flessen/flacons, metalen verpakkingen, drankenkartons (ten behoeve van materiaalrecycling) en een papier/kunststoffen fractie (ten behoeve van brandstof benutting) technisch afgescheiden. Deze aanpak met daarvoor ontworpen technologieën bestaat reeds in Nederland.
2. PMD scheiding; bronscheiding van kunststof flessen/flacons (P), metalen verpakkingen (M) en drankenkartons (D). Deze verpakkingen worden daarna in een speciale sorteerinstallatie van elkaar gescheiden en daarop volgt materiaalrecycling. De overige verpakkingen worden samen met het grijs huishoudelijk afval verbrand (in een AVI). Deze aanpak bestaat reeds in België.
3. Retourssystemen drankenverpakkingen; bronscheiding van PET flessen/flesjes en drankenblikjes, voor frisdranken en waters, met behulp van speciaal daarvoor ontworpen apparaten. De apart verkregen fracties PET, ferro en aluminium worden voor materiaalrecycling aan de herverwerking aangeboden. De overige verpakkingen worden samen met het grijs huishoudelijk afval verbrand (in een AVI). Deze situatie komt voor in sommige Scandinavische landen [22].

Hierna worden de voorgestelde trajecten meer in detail beschreven.

2.3.1 Traject 1; nascheiding

Uitgangspunten

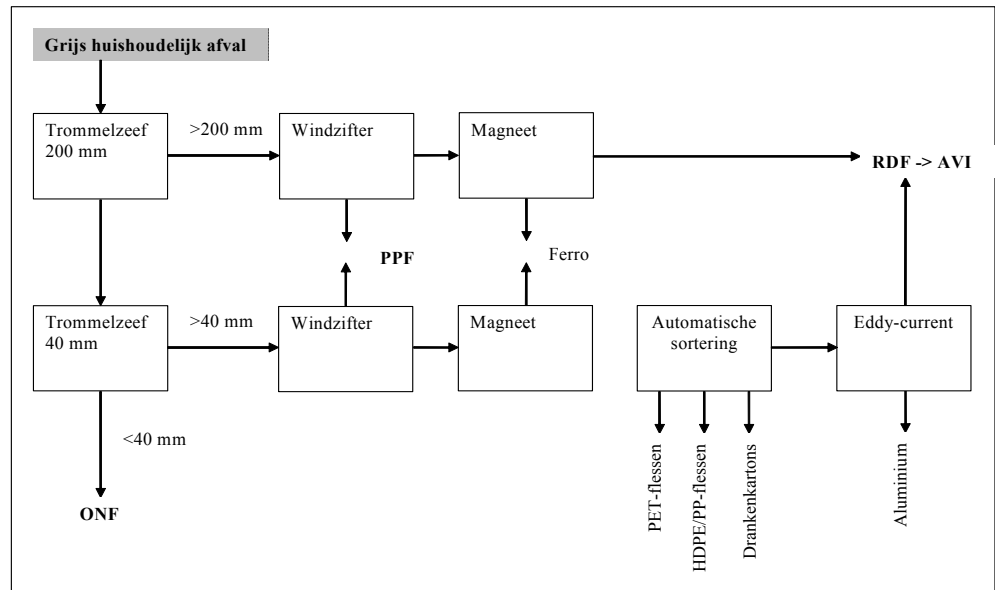
- De benodigde technieken zijn op de markt beschikbaar;
- 80% materiaalrecycling metalen (efficiency nascheiding);
- 76% materiaalrecycling kunststof flessen/flacons en drankenkartons (efficiency nascheiding);
- Afgescheiden materialen worden op de markt afgezet.

De beschouwde verpakkingen worden samen met het overige grijs huishoudelijk afval integraal ingezameld. Deze fractie wordt in grijze minicontainers aangeboden. Met behulp van speciaal ontworpen inzamelwagens wordt de desbetreffende fractie wekelijks of tweewekelijks huis aan huis ingezameld. Volle inzamelwagens transporteren de aangeboden fracties naar opslag- en overslagstations. Van daar vindt transport per containerwagen naar de uiteindelijke nascheidingsinstallatie plaats, alwaar specifieke fracties worden afgescheiden.

De bewuste scheidingsinstallatie heeft een capaciteit van 200.000 – 250.000 ton per jaar (dit is de input aan grijs huishoudelijk afval). Een vergelijkbare installatie is die van de VAGRON in Groningen en OMRIN in Oudehaske-Heerenveen. De aangeboden fractie doorloopt de installatie, zoals hierna omschreven, en de input wordt gescheiden in de aangegeven fracties.

In een eerste trommelzeef worden de materialen >200 mm afgescheiden. Een fractie die voornamelijk bestaat uit papier en kunststoffen wordt hieruit afgezogen met behulp van een windzifter. In een tweede trommelzeef wordt uit de fractie <200 mm de fractie >40 mm afgescheiden. Via windzifting wordt hieruit eveneens een papier/kunststof fractie verkregen. Beide papier/kunststof fracties (>200 mm en >40 mm) worden samengevoegd tot de Papier Plastic Fractie (PPF), de brandstof-fractie.

Uit de niet door windzifting afgezogen fracties wordt met behulp van magneten ijzer geconcentreerd. Met name uit de fractie 40 – 200 mm worden de ferro verpakkingen afgezonderd. Daarna wordt uit deze fractie met behulp van infrarood scheiders en camera's de kunststof flessen/flacons en de drankenkartons afgescheiden. Deze installaties zijn boven transportbanden (zgn. leesbanden) geplaatst en met behulp van nabij-infrarood straling en zichtbaar licht worden de materialen en vormen/kleuren herkend en tevens wordt de positie op de band bepaald. Op korte afstand daarna wordt het herkende voorwerp met behulp van door computer gestuurde luchtpulsen uit de fractie 40 – 200 mm geblazen (deze technieken worden in DSD installaties in Duitsland al volop toegepast). Op deze wijze worden al direct de PET flessen/flesjes, de HDPE (en PP) flessen/flacons en drankenkartons van elkaar gescheiden. De desbetreffende materialen worden voor materiaal recycling afgevoerd. Na deze installatie scheidt een eddy current scheidert de aluminium verpakkingen, o.a. de busjes, uit de fractie 40 – 200 mm af. In Figuur 2 is het proces schematisch weergegeven.



Figuur 2 Processchema voor de nascheidingsinstallatie voor grijs huishoudelijk afval.

De producten zijn:

- PPF fractie; nuttige toepassing als brandstof
- Ferro fracties met verpakkingen; recycling van het materiaal
- PET flessen/flesjes; hoogwaardige recycling als materiaal
- HDPE (PP) flessen/flacons; recycling als materiaal
- Drankenkartons; recycling als materiaal
- Aluminium verpakkingen; recycling van het materiaal.

De overige verpakkingen worden in de resterende fracties naar de AVI afgevoerd.

De ferro en aluminium fracties worden veelal met ferro en aluminium partijen van andere herkomst verhandeld en uiteindelijk worden de desbetreffende partijen in een ferro smelter respectievelijk een aluminium smelter verwerkt tot nieuwe materialen en voor verschillende toepassingen, waaronder verpakkingen, afgezet in de markt.

De PET flessen/flesjes worden naar een recyclinginstallatie afgevoerd, alwaar regranulaat wordt vervaardigd. In deze installatie worden partijen PET flessen/flesjes, verkleind, gewassen en worden verontreinigingen en kunststoffen, niet PET materiaal, met drijf/zink technieken en/of hydrocyclonage afgescheiden. Voor het wassen wordt water (al dan niet verwarmd) toegepast in een gesloten waterkringloop. Het verkregen, zuivere maalgoed wordt naar een regranulator geleid, alwaar met behulp van een zeef de allerlaatste microverontreinigingen worden verwijderd en alwaar na een plastificeerstap regranulaat uit het maalgoed wordt geproduceerd. Dit regranulaat wordt in de markt afgezet voor allerlei toepassingen, waaronder verpakkingen en vezeltoepassingen (textiel) [17].

Partijen HDPE en PP worden op soortgelijke wijze opgewerkt als partijen PET materiaal. Na verkleinen, wassen, afscheiden verontreinigingen en eindzuivering van het verkregen materiaal wordt gereinigd maalgoed of regranulaat (afhankelijk van de uiteindelijke toepassing) in de markt afgezet. Gerecycled HDPE en PP kennen allerlei toepassingen, waaronder verpakkingen.

Voor drankenkartons bestaan aparte pulpinstallaties, maar ze kunnen in speciale fabrieken eveneens met het overige papier/karton worden verwerkt.

De drankenkartons kunnen dus naar papierfabrieken in Frankrijk, Duitsland of Scandinavië worden getransporteerd, alwaar ze direct in nieuwe producten kunnen worden verwerkt, onder andere voor verpakkingsdoeleinden [15]. Ook worden ze bewerkt tot secundaire brandstof in energiecentrales, analoog aan PPF (zie hierna).

De PPF fractie wordt opgewerkt tot een brandstof voor energiecentrales als substituuat voor steenkool. De verkregen PPF wordt gedroogd en tot brandstofkorrels geperst (pelletiseren). Als pellets is de brandstof geschikt voor transport naar de afnemers [9]. In een energiecentrale worden de pellets gemicroniseerd en bijgestookt.

2.3.2 Traject 2; PMD scheiding[□]

Uitgangspunten

- 80% van de hoeveelheid ingezameld PMD gaat via het haalsysteem, de rest via een brengsysteem;
- De inzamelrespons bedraagt 70%.
- De afgescheiden producten worden op de markt afgezet.

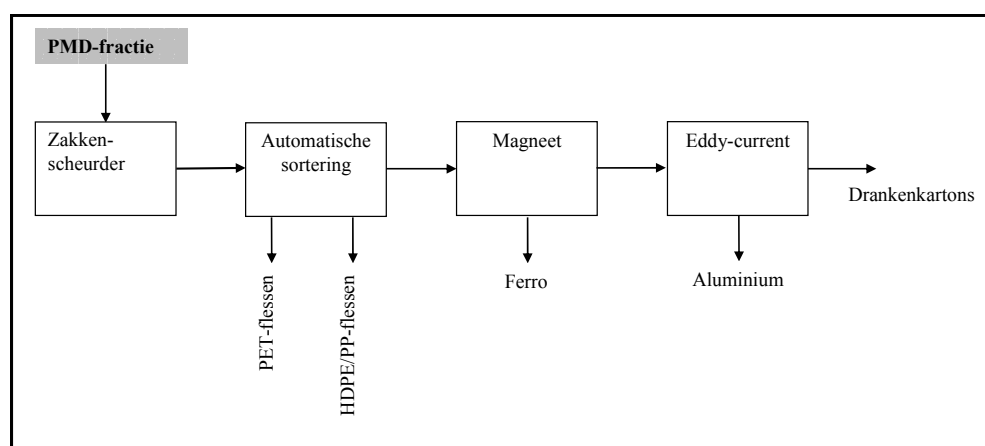
Via bronscheiding wordt de fractie kunststof flessen/flacons, metalen verpakkingen en drankenkartons (PMD) apart aangeboden in een transparante kunststof zak. Tweewekelijks worden de zakken huis aan huis ingezameld (haalsysteem) met huisvuilwagens. Deze fractie wordt naar de verzamelstations getransporteerd en aldaar opgeslagen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat de burgers de zakken wegbrengen naar speciaal daarvoor ingerichte container stations (brengsysteem). De milieu- en kosteneffecten van dit transport door de burger zijn vanwege de relatief grote onzekerheid over de exacte waarden buiten beschouwing gelaten. Na lediging van deze containers worden de verzamelde zakken eveneens naar de verzamelstations getransporteerd. Aangenomen wordt dat 80 % via een haalsysteem en 20 % via een brengsysteem wordt ingezameld. De inzamelrespons bedraagt 70 %, dat wil zeggen dat 70 % van de desbetreffende verpakkingen apart worden aangeboden [13]. De overige 30 % wordt met het overige grijs huishoudelijk afval ingezameld.

De gescheiden ingezamelde fracties in zakken worden met containerwagens naar speciaal ingerichte sorteerstations vervoerd. Na lossen en mechanische verwijde-

ring van de zakken (met een zakkenscheurder) worden de verpakkingen verder van elkaar gescheiden.

De stroom passeert eerst een infrarood scheider. Deze installatie is boven een transportband geplaatst en met behulp van nabij infrarood straling worden de kunststof materialen herkend en tevens wordt de positie van de kunststof flessen/flacons bepaald. Op korte afstand daarna worden deze herkende kunststof voorwerpen met behulp van door computer gestuurde luchtpulsen uit de PMD-fractie geblazen. Op deze wijze worden direct de PET flessen/flesjes, de HDPE flessen/flacons en de PP flessen/flacons van elkaar gescheiden. Deze materialen worden voor materiaal recycling afgevoerd. Hierna worden met behulp van een magneet de ferro blikken afgescheiden. Tenslotte verwijdert een eddy current scheider de aluminium verpakkingen uit de stroom. De drankenkartons blijven geconcentreerd over.

In figuur 3 is het proces schematisch weergegeven [25].



Figuur 3 Processchema voor het sorteren van de PMD-fractie.

De producten zijn:

- PET flessen/flesjes; hoogwaardige recycling als materiaal
- HDPE (PP) flessen/flacons; recycling als materiaal
- Ferro blikken; recycling van het materiaal
- Aluminium verpakkingen; recycling als materiaal
- Drankenkartons; recycling als materiaal

De overige verpakkingen zitten in het grijs huishoudelijk afval en worden afgevoerd naar de AVI

Voor de opwerking tot afzetbare materialen voor toepassingen in nieuwe producten, zie 2.3.1.

2.3.3 Traject 3; retoursystemen drankenverpakkingen

Uitgangspunten

- Er wordt een retourpremie geheven op PET-flessen en –flesjes en op metalen drankenverpakkingen, maar niet op glas;
- Inname geschiedt via 20.000 automaten;
- De inzamelrespons bedraagt 95%.

Voor PET-flessen en -flesjes en metalen drankenverpakkingen (voor frisdranken en waters) geldt een retourpremie systeem. Dat wil zeggen dat de vooraf geheven premie teruggegeven wordt na inlevering van de desbetreffende verpakking door de consument. Ten behoeve van de inlevermogelijkheden is aangenomen dat er in Nederland een netwerk van inzamelautomaten is geïnstalleerd (vergelijkbaar met het netwerk van glasbakken). Deze inzamelautomaten zullen worden gelokaliseerd in supermarkten, buurtwinkels, benzinstations, treinstations, etc. Aangenomen is dat het netwerk bestaat uit ca. 20.000 automaten¹. De consumenten brengen de lege verpakkingen terug naar deze inzamelpunten tijdens noodzakelijke (auto)ritten, zoals het doen van boodschappen. De niet met teruggave van statiegeld beloonde verpakkingen (barcodevreemde verpakkingen) blijven in het verkooppunt achter en worden als bedrijfsafval afgevoerd.

Direct na passage van de automaten worden de desbetreffende verpakkingen geplet en verzameld in zakken. De verzamelde zakken worden met een vrachtauto naar verzamelstations gebracht. Van daar uit transporteren containerwagens de zakken met PET verpakkingen en de zakken met metalen verpakkingen gescheiden naar de daarvoor bestemde recyclinginstallaties.

De producten die vrijkomen in dit traject zijn:

- PET flessen/flesjes; hoogwaardige recycling als materiaal;
- Ferro blikjes; recycling van het materiaal;
- Aluminium busjes; recycling van het materiaal.

De overige verpakkingen worden in het grijs huishoudelijk afval afgevoerd naar de AVI.

Voor de opwerking van de producten tot nieuwe materialen met velerlei toepassingen, zie 3.2.1.

¹ Dit aantal is gebaseerd op het aantal glasbakken in Nederland en op de voorgestelde dichtheid van retourautomaten in Duitsland [21].

2.3.4 Referentie traject; Afvalverbrandingsinstallatie (AVI)

Uitgangspunten

- Gemiddelde, moderne Nederlandse AVI met intensieve rookgasreiniging en energierugwinning;
- Het elektrisch rendement is 20% .

Het grijs huishoudelijk afval met de daarin aanwezige verpakkingen wordt integraal verbrand in een AVI. Als model wordt een moderne, de gemiddelde Nederlandse AVI beschouwd.

Een deel van de vrijkomende warmte wordt direct als warmtebron toegepast en uit de rest van de vrijkomende energie wordt elektriciteit gewonnen.

Uit de verbrandingslakken worden de ferro en de aluminium verpakkingen voor een deel teruggewonnen.

De producten zijn:

- ferro verpakkingen; recycling van het materiaal;
- aluminium (non-ferro) verpakkingen; recycling van het materiaal;
- warmte; nuttige toepassing van de energiebron;
- elektriciteit; nuttige toepassing van de energiebron.

De ferro en aluminium fracties worden, al dan niet na verdergaande opwerking, vermengd met partijen van andere herkomst, aangeboden aan ferro-, respectievelijk aluminiumsmelters. Daar worden nieuwe materialen voor allerlei toepassingen vervaardigd.

De in de AVI opgewerkte warmte wordt voor specifieke thermische toepassingen afgezet (zoals de vervaardiging van gedestilleerd water bij de AVR in Rotterdam) en de elektriciteit wordt afgezet aan het net.

2.4 Massabalansen voor de trajecten

Het Afvaloverlegorgaan (AOO) stelde vast dat in 2002 door de Nederlandse huishoudens in totaal een hoeveelheid huishoudelijk afval van 8.716 kton werd voortgebracht [5]. Deze hoeveelheid bestond uit 6.843 kton huishoudelijk afval en 1.874 kton grof huishoudelijk afval. Van deze 6.843 kton werd in totaal 2.903 kton gescheiden ingezameld. Hiermee blijft dus een hoeveelheid ‘grijs’ huishoudelijk (rest) afval van 3.940 kton [5] over.

Het jaar 2002 is als referentiejaar gekozen, omdat hiervoor alle benodigde cijfers beschikbaar zijn. Het betreft onder andere gegevens voor de verdeling van de verpakkingen per materiaal in grijs huishoudelijk afval [5], [6]. Daarbij is voor deze studie aangenomen dat de grote PET flessen voor frisdranken en waters (die momenteel nog meermalig zijn en vanwege statiegeld in de verkooppunten worden ingeleverd) eenmalig worden en zoals de overige verpakkingen onderdeel kunnen

uitmaken van grijs huishoudelijk afval. De hiervoor aangepaste samenstelling is gepresenteerd in Tabel 1.

Tabel 1 *De samenstelling van grijs huishoudelijk afval in 2002 (op basis van [5]).*

| Materiaal | Huish. restafval (kton) | Huish. restafval (%) |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| GFT | 1418 | 36.0 |
| Oud papier en karton | 1087 | 28.0 |
| Kunststoffen | 559 | 14.0 |
| Glas | 158 | 4.0 |
| Ferro | 146 | 3.7 |
| Non-ferro (<i>aluminium</i>) | 31 | 0.8 |
| Textiel | 122 | 3.1 |
| KCA | 9 | 0.2 |
| Overig | 433 | 11.0 |
| Totaal | 3940 | 100 |

Verpakkingen maken ongeveer een kwart uit (27.7%) van de totale hoeveelheid grijs huishoudelijk afval. Papieren, kartonnen en kunststof verpakkingen vormen het grootste deel (zie Tabel 2).

Tabel 2 *Het aandeel verpakkingen in grijs huishoudelijk afval in 2002 (op basis van [6]).*

| Materiaal | Aandeel in restafval (%) | Hoeveelheid (kton) |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Oud papier en karton | 9.6 | 378.2 |
| Kunststoffen | 11.6 | 456.8 |
| Glas | 3.7 | 145.6 |
| Ferro | 2.4 | 94.6 |
| Non-ferro | 0.4 | 13.8 |
| Totaal | 27.7 | 1089 |

De totale hoeveelheid verpakkingen in grijs huishoudelijk afval is door de Commissie Verpakkingen lager geschat. Zij komen op een hoeveelheid van 851 kton¹ [7]. De AOO cijfers worden als een behoudende inschatting in deze studie gebruikt.

Gegeven de inzamel- en verwerkingprocessen voor de beschreven trajecten, zie 2.3, worden de in grijs huishoudelijk afval voorkomende verpakkingen voor elk traject over de in 2.3 aangegeven producten/bestemmingen verdeeld. In Tabel 3 is de verdeling voor elk traject op massabasis procentueel gegeven.

¹ In het bijzonder wordt de hoeveelheid kunststof en de hoeveelheid metalen lager ingeschat.

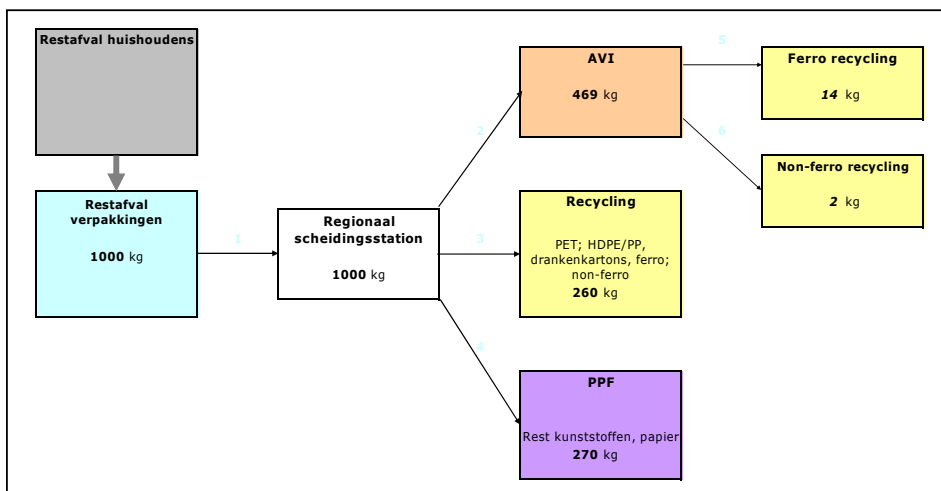
Zoals uit de cijfers, gepresenteerd in Tabel 3, af te leiden is, neemt het aandeel dat naar de AVI wordt afgevoerd toe als men traject 1, respectievelijk 2 en 3 beschouwd. Anders gesteld kan men concluderen dat het aandeel recycling/nuttige toepassing afneemt in de richting van het referentietraject 100 % AVI.

Tabel 3 De verdeling van de verpakkingen naar bestemming voor de 3 trajecten en het referentietraject 100% AVI uitgedrukt als percentage van de hoeveelheid verpakkingen in grijs huishoudelijk afval.

| Bestemming | 1 Na-scheiding | 2 PMD-scheiding | 3 Retour-systeem | 4 100% AVI |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Retourautomaat (materiaalrecycling) | | | 4 | |
| PMD (materiaalrecycling) | 26 | 19 | | |
| Papier/Plastic Fractie (brandstof) | 27 | | | |
| AVI | 47 | 81 | 96 | 100 |
| Totaal | 100 | 100 | 100 | 100 |

De massabalansen van de trajecten, zie hiervoor Figuur 4 tot en met Figuur 6, zijn door het toepassen van inzamel- en scheidingsefficiënties per materiaal uitgerekend. Deze waarden gelden per 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. Voor meer details wordt verwezen naar Bijlagen 1 tot en met 4.

Het grijs huishoudelijk afval wordt in het traject ‘Nascheiding’ met huisvuilauto’s ingezameld. Deze huisvuilauto’s brengen het afval naar een regionaal scheidingsstation (nascheidingsinstallatie). Hier worden de verpakkingen in het afval in drie stromen gescheiden. Bijna 50% van de totale hoeveelheid verpakkingen gaat via de nascheidingsinstallatie naar de AVI (zie Figuur 4). De rest wordt, min of meer gelijk, verdeeld over de PPF-fractie en materiaalrecycling. De minst vervuilde fracties gaan naar de materiaalrecycling.



Figuur 4 Traject 1 Nascheiding. Stroomschema en massabalans voor 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval.

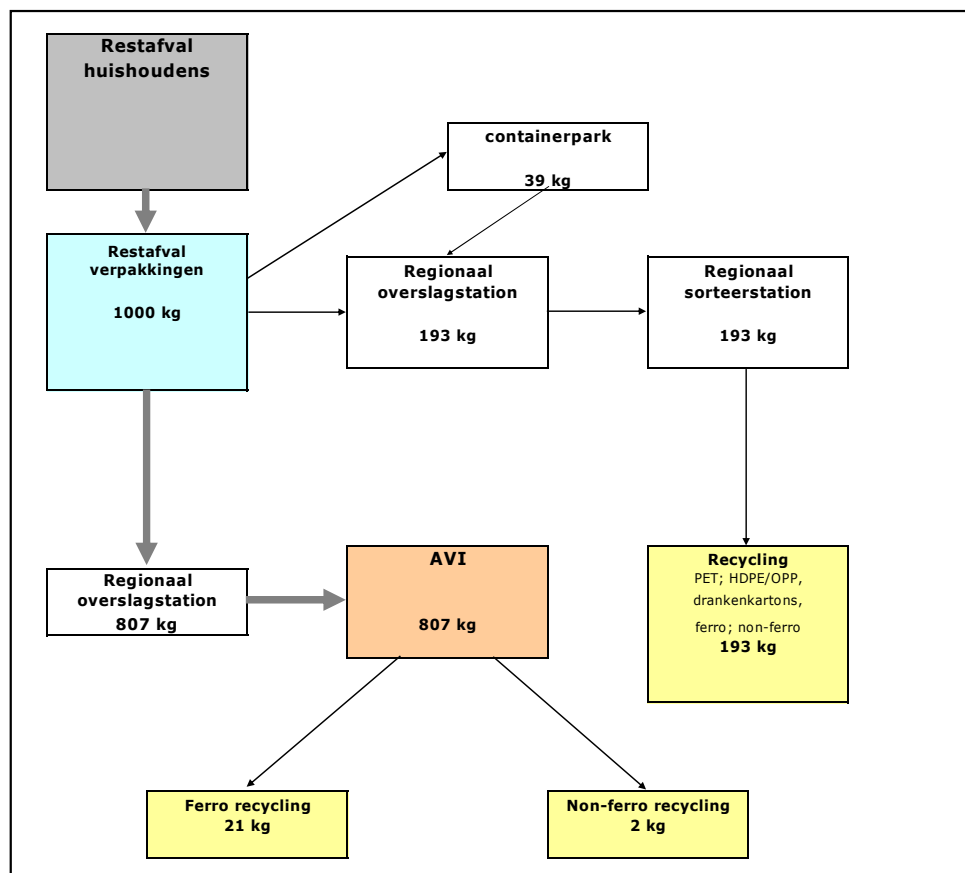
Uit de stroom verpakkingafval wordt eerst de PPF-fractie (270 kg) afgescheiden voor de productie van subcoal. Uit de restfractie worden dan de recyclingfracties (260 kg) afgescheiden. De resterende stroom (469 kg) gaat voor verbranding naar de AVI.

Van de kunststof flessen/flacons gaat 76% naar de materiaalrecycling. De drankenkartons en de ferro plus non-ferro verpakkingen worden voor respectievelijk 76% en 80% afgescheiden.

In traject 2, PMD-scheiding, staat de PMD-fractie met kunststof flessen/flacons, metalen verpakkingen en drankenkartons centraal (zie Figuur 5). Een klein deel, circa 4% van de PMD-verpakkingen (39 kg), wordt door de consument naar een containerpark gebracht. Een groter deel (153 kg) van de PMD-fractie, circa 15% van de verpakkingen, wordt huis-aan-huis opgehaald en naar een regionaal overslagstation gebracht. Vanuit dit overslagstation gaan zowel door de burger gebrachte als de opgehaalde PMD-fractie (193 kg) naar een regionaal sorteerstation.

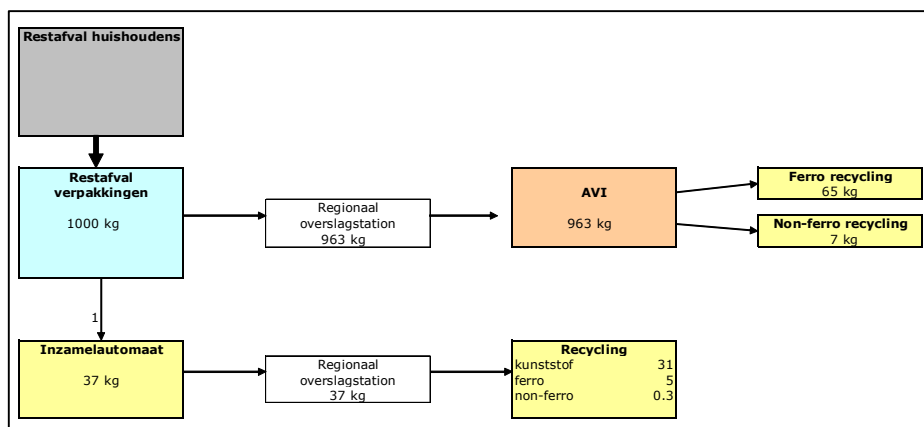
Vanuit het sorteerstation gaan de voor recycling bestemde materialen naar recyclers in Nederland.

De niet-PMD-fractie in het grijs huishoudelijk afval gaat in zijn geheel via een regionaal overslagstation naar de AVI. Dit betreft ruim 80% van de verpakkingen in het grijs huishoudelijk afval (807 kg). In de AVI worden de metalen blikjes die niet met de PMD-fractie zijn meegegaan alsnog afgescheiden (23 kg).



Figuur 5 Traject 2 PMD-scheiding. Stroomschema en massabalans voor 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval.

In traject 3 'Retoursysteem drankenverpakkingen', zie Figuur 6, brengt de burger de drankenverpakkingen naar inzamelautomaten. Dit betreft een kleine hoeveelheid verpakkingen uit het grijs huishoudelijk afval (37 kg). De rest van de verpakkingen in het grijs huishoudelijk afval (963 kg) wordt met huisvuilauto's huis-aan-huis ingezameld en via een overslagstation naar de AVI getransporteerd.



Figuur 6 Traject 3 Retoursysteem drankenverpakkingen. Stroomschema en massabalans voor 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval.

2.5 Vergelijking van de drie trajecten en het referentietraject

2.5.1 Uitgangspunten van de vergelijking

De trajecten worden qua milieu en economie met elkaar vergeleken. Er is bij deze vergelijking geen sprake van een vergelijkende LCA in de zin van ISO 14040. De vergelijking wat betreft milieuaspecten vindt plaats aan de hand van twee belangrijke aspecten, de bijdrage aan het broeikas effect en de hoeveelheid finaal afval.

Deze milieuaspecten en de kosten zijn zoveel mogelijk afgeleid uit eerder uitgevoerde LCA's, LCC's en soortgelijke studies uit openbare literatuurbronnen. De gegevens kunnen worden aangevuld met informatie van deskundigen. Het accent ligt op de studies die in het kader van Convenant 2 en 3 zijn uitgevoerd. Daarnaast zijn enkele relevante Europese studies gebruikt. In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de belangrijkste bronnen. Een gedetailleerder overzicht is te vinden in Bijlage 5.

De bijdrage aan het broeikas effect, uitgedrukt in CO₂ equivalenten, is in veel studies naar de milieubelasting van verpakkingen opgenomen. Een van de belangrijkste bronnen is het gebruik van fossiele brandstoffen voor de opwekking van energie. Wanneer de verpakkingen aan het einde van de levenscyclus nuttig worden toegepast of worden gerecycled wordt een vermeden CO₂ bijdrage toegekend op basis van de hiermee vermeden productie van materialen of energiedragers. Voor verpakkingen speelt daarnaast het thema afval een belangrijke rol in de nationale en internationale wet- en regelgeving.

De vergelijkingen vinden alle plaats op basis van 1 ton verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. Voor de detailberekeningen wordt verwezen naar de Bijlagen 1 tot en met 4.

Tabel 4 Belangrijkste bronnen per activiteit of bestemming zoals in de vier trajecten gebruikt.

| Activiteit / Bestemming | Belangrijkste bronnen |
|--------------------------------|---|
| Transport | LCI-database ETH3 [8]; Milieuanalyse Subcoal [9]; Eco-efficiency van retoursystemen [10] |
| Energie | LCI-database ETH3 [8]; TNO op basis NUON [11] |
| Inzameling | Eco-efficiency plastic packaging [12]; FOST-PLUS [13] |
| Voorbehandeling en Recycling | Milieuanalyse drankenkartons [14]; Milieuanalyse productie Subcoal [16], [9]; Eco-efficiency plastic packaging [12] Verwerking verpakkingsafval [17] |
| AVI | AVI-model TNO [19]; Milieuanalyse drankenkartons [14] |

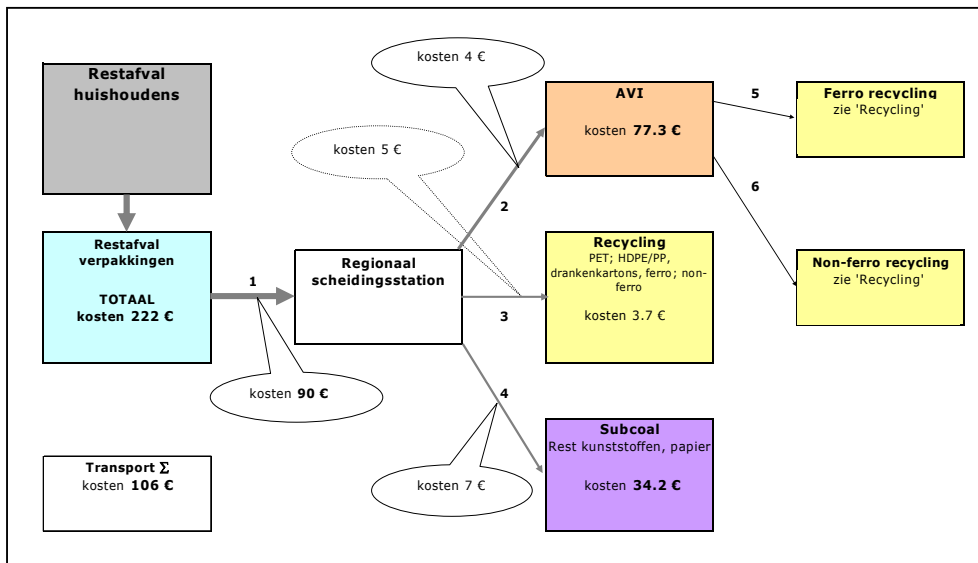
2.5.2 Milieuaspecten en kosten

In deze paragraaf zullen per traject de details van de milieuaspecten en de trajectkosten worden besproken.

Traject 1 ‘Nascheiding’

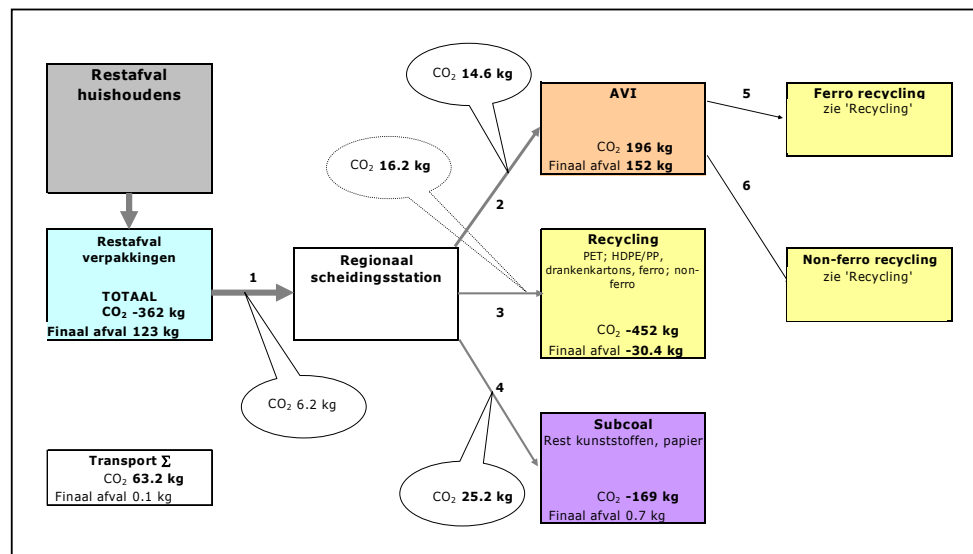
Het totale traject kent per 1000 kg verpakkingen €222 aan kosten (zie Figuur 7), waarbij een milieuwinst van 362 kg CO₂ equivalenten wordt geboekt en een hoeveelheid van 123 kg finaal afval vrijkomt (zie Figuur 8).

De meeste kosten worden voor de huis-aan-huis inzameling van het grijs huishoudelijk afval (€90) en voor de verbranding in een AVI (netto €77) gemaakt. De recycling, inclusief de nascheiding, draait bijna kostenneutraal (zie Figuur 7).



Figuur 7 Traject 1 Nascheiding. Kosteneffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de effecten van de qua kosten belangrijkste transporten.

De milieuwinst in CO₂-equivalenten ontstaat doordat de gerecyclede materialen de productie van primaire materialen vermijden of overbodig maken. Hiervoor wordt een bonus per materiaal toegekend die gebaseerd is op het vermeden milieueffect. Daarnaast kent dit traject ook een bonus bij de toepassing van subcoal uit papier/kunststof fractie (PPF), omdat hiermee het stoken van poederkool in een elektriciteitscentrale wordt vermeden [9], [16]. De inzameling en het transport van de afvalstromen hebben een beperkte invloed op de netto hoeveelheid CO₂-equivalenten (zie Figuur 8).



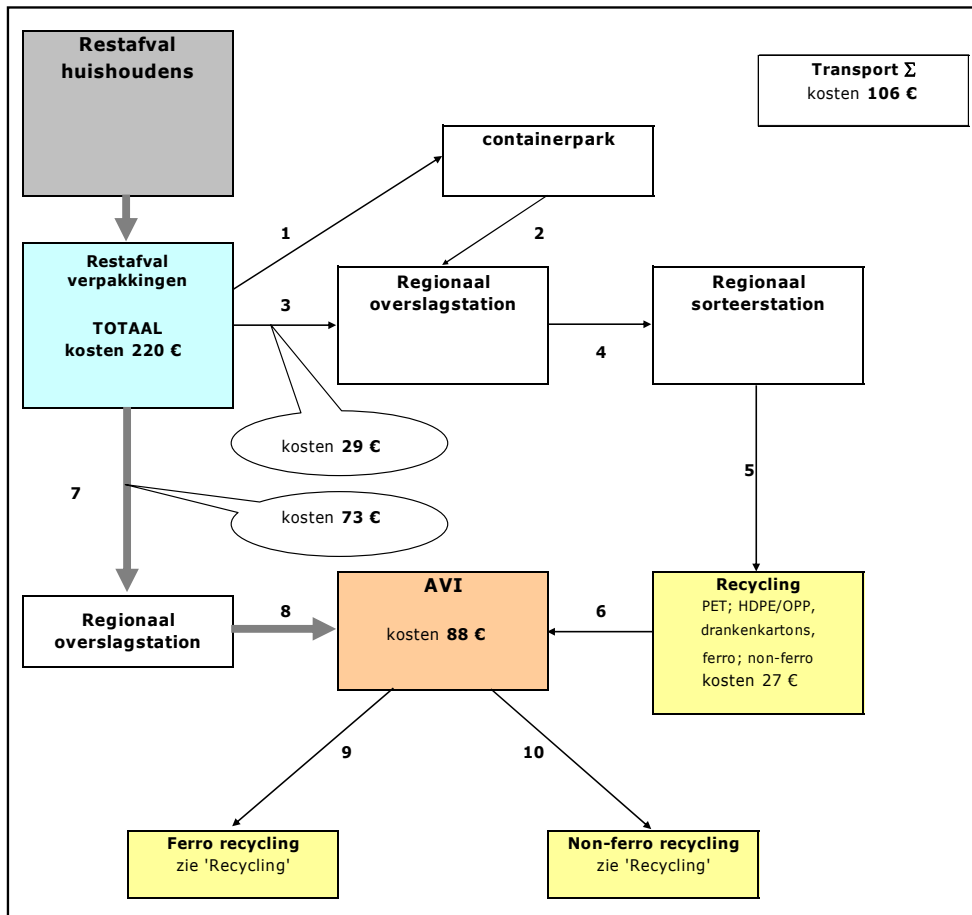
Figuur 8 Traject 1 Nascheiding. Milieueffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de broeikasbijdrage van de meest bijdragende transporten.

De 136 kg finaal afval ontstaat in het bijzonder bij de AVI (152 kg), waarbij deze hoeveelheid voor een deel wordt gecompenseerd door de vermeden hoeveelheid finaal afval (-30 kg) die het gevolg is van de recycling. De recycling vermijdt namelijk de primaire productie van materialen, waarbij anders finaal afval zou ontstaan.

Traject 2 'PMD-scheiding'

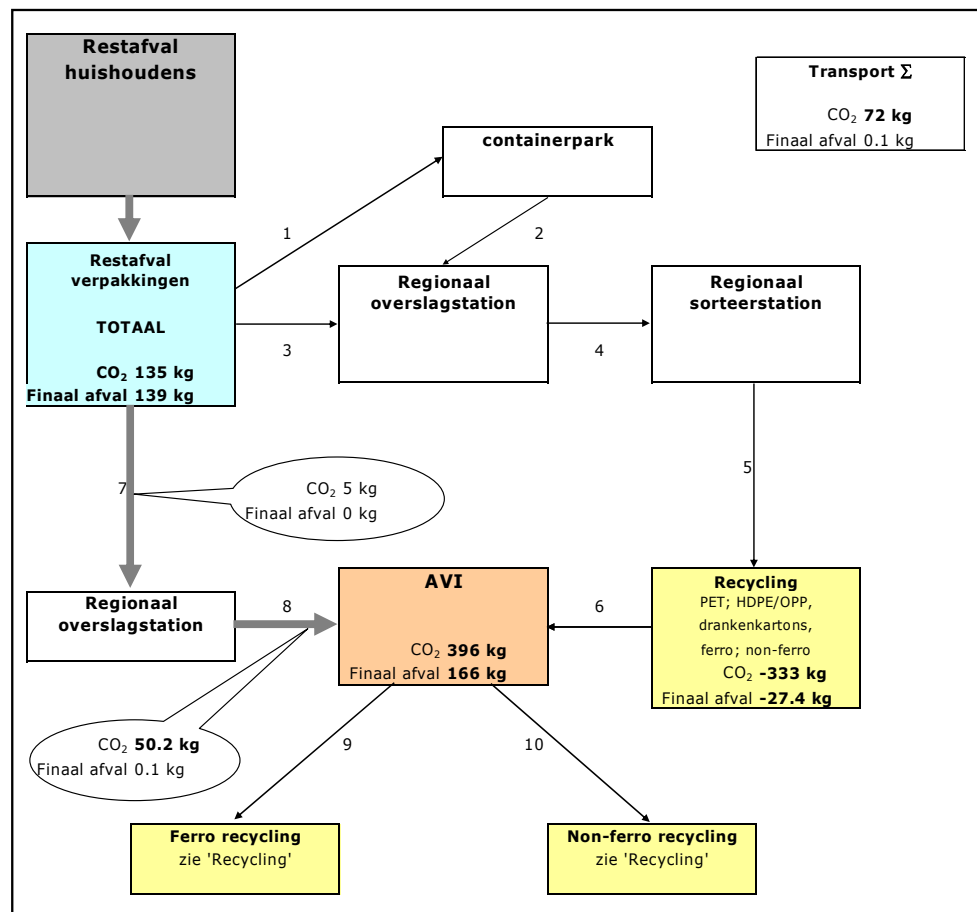
Het traject 'PMD-scheiding' waarbij de kunststof flessen, metalen verpakkingen en drankenkartons worden ingezameld kent kosten van €220 per ton verpakkingen (zie Figuur 9). De inzameling van de PMD-fractie à €29 en de inzameling van het overige grijs huishoudelijk afval à €73 vormen belangrijke kostenposten. Ook de verbranding van het overgebleven afval in een AVI (€88) draagt wezenlijk bij aan de totale kosten.

De recycling is in dit schema niet vrijwel kostenneutraal, zoals dat bij het vorige traject 'Nascheiding' wel het geval was. Dit wordt veroorzaakt doordat sortering van verpakkingsafval relatief duurder is dan bij mechanische nascheiding. De kosten voor de PMD-sortering bedragen €191 per ton te sorteren fractie [13].



Figuur 9 Traject 2 PMD-scheiding. Kosteneffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de effecten van de meest bijdragende transporten.

In tegenstelling tot traject 1 kent het 'PMD'-traject geen netto milieuvoordeel (zie Figuur 10). Hoewel de recycling van de PMD-fractie ruim 330 kg CO₂-eq. bespaart, dragen de AVI en het transport in het traject zoveel CO₂-eq. bij dat een netto belasting van 135 kg CO₂-eq. ontstaat. Daarbij ontstaat netto 139 kg finaal afval.

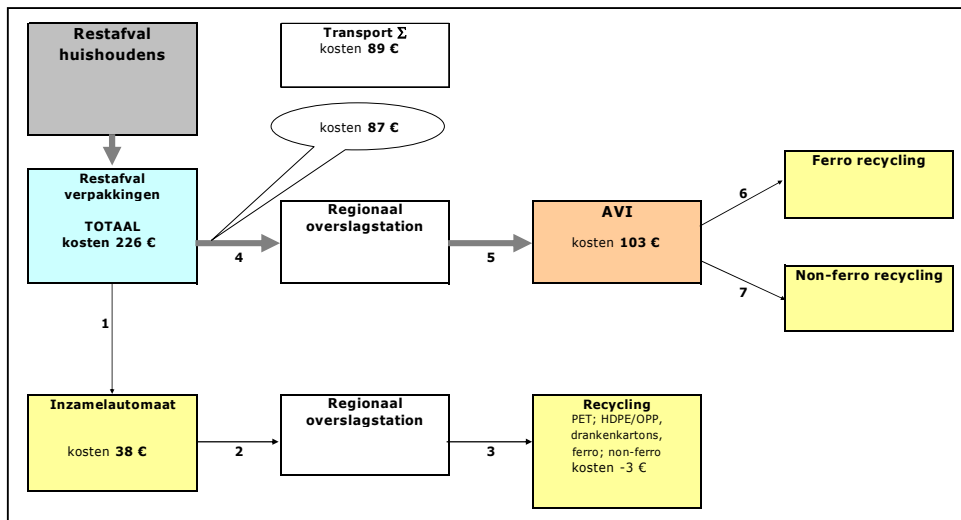


Figuur 10 Traject 2 PMD-scheiding. Milieueffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de effecten van de meest bijdragende transporten.

De effecten van het door de burger vervoeren van de lege verpakkingen naar het containerpark, transport 1 in Figuur 10, zijn niet meegenomen. In een gevoeligheidsanalyse, zie aan het einde van 2.5.2, is het gevolg van deze aanname bepaald.

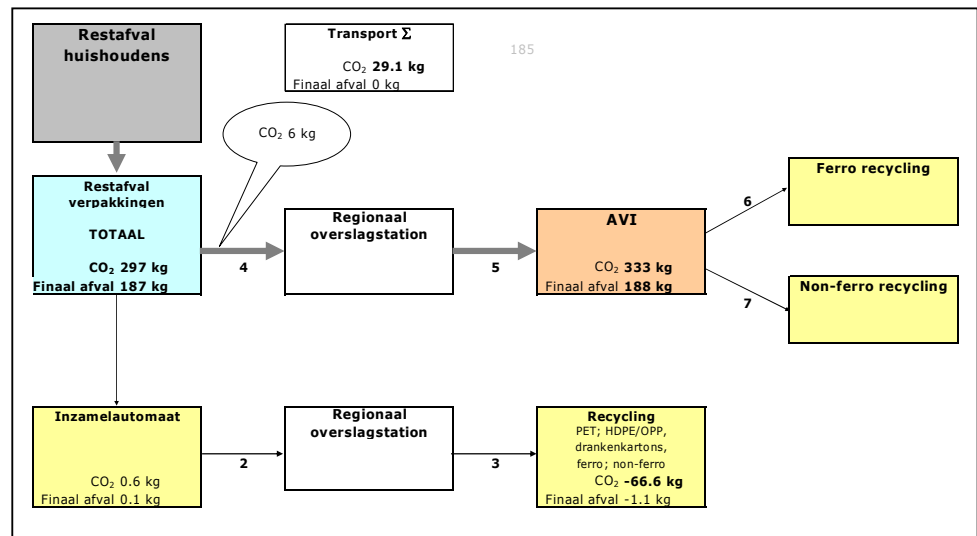
Traject 3 'Retoursystemen'

Het traject 3 'Retoursystemen' kent netto kosten van €226 per ton verpakkingen Figuur 11. De huis-aan-huis inzameling van de fractie die niet via de retourautomaat wordt ingezameld, dit is het grijs huishoudelijk afval, vormt hierbij de grootste kostenpost met 87 €. Het traject kent bij de recycling van de materialen teruggewonnen uit de ingenomen drankenverpakkingen een zeer geringe netto winst van €3 per ton verpakkingen, die de kosten van de inzameling (huisvuilwagen en retourautomaat) en die van de AVI niet kan compenseren.



Figuur 11 Traject 3 Retoursysteem drankenverpakkingen. Kosteneffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballon' verwijzen naar de effecten van de meest bijdragende transporten.

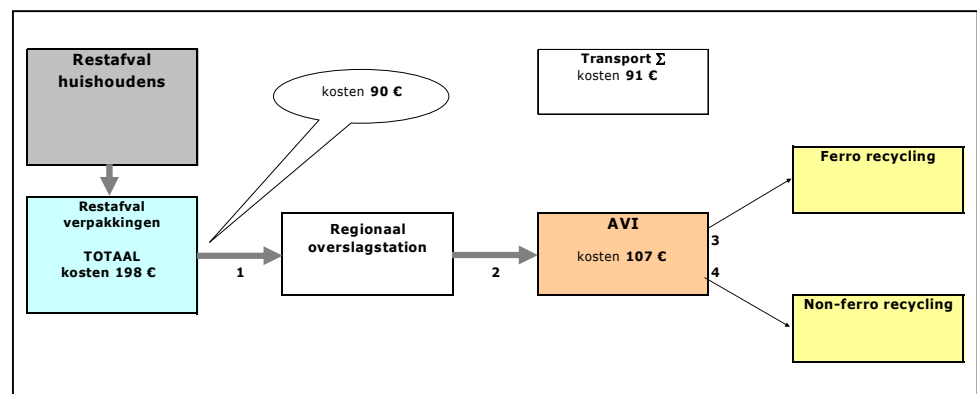
Het traject Retoursystemen, waarbij kunststof en metalen drankenverpakkingen via retourautomaten worden ingezameld, kent eveneens geen netto milieuvoordeel (zie Figuur 12). Het traject kent een milieubelasting van 297 kg CO₂-equivalenten en een hoeveelheid finaal afval van 187 kg per ton verpakkingen. De belangrijkste bijdragen aan de hoeveelheid CO₂-equivalenten, 333 kg, wordt geleverd door de verbranding in de AVI. Dit is het gevolg van het verbranden van een aanzienlijk deel van de hoeveelheid kunststof verpakkingafval in dit traject. De vermeden opwekking van warmte en elektriciteit die samenhangt met de AVI, kan deze bijdrage slechts deels compenseren. Bij de AVI komt ook vrijwel al het finaal afval vrij dat binnen dit traject ontstaat.



Figuur 12 Traject 3 Retoursysteem drankenverpakkingen. Milieueffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballon' verwijzen naar de bijdrage aan het broeikas effect van het meest bijdragende transport.

Traject 4 '100% AVI'

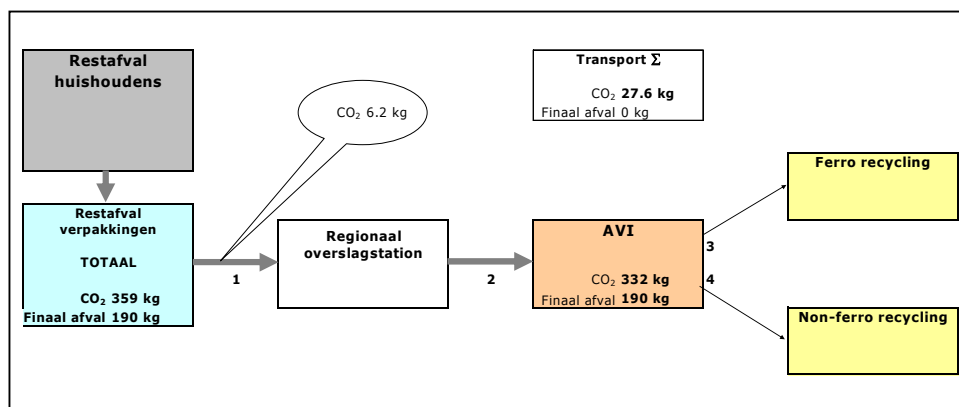
Het referentie traject waarbij al het grijs huishoudelijk afval, inclusief verpakkingen, naar de AVI gaat, kost €198 per ton verpakkingen (zie Figuur 13). Qua milieubelasting zijn de scores 359 kg CO₂ equivalenten per ton en 190 kg finaal afval per ton verpakkingen.



Figuur 13 Traject 4 100% AVI. Kosteneffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de effecten van de belangrijkste transporten.

De AVI heeft met een netto balans van 332 kg CO₂-equivalenten, de grootste bijdrage voor wat betreft dit milieuaspect. Hierbij zijn de bonussen voor de vermeden productie van energie en van staal en non-ferro reeds inbegrepen. Het transport

draagt enkele procenten bij aan de totale hoeveelheid CO₂-equivalenten. Bij de AVI ontstaat ook al het finaal afval (zie Figuur 14).



Figuur 14 Traject 4 100% AVI. Milieueffecten van de verwerking van 1000 kg verpakkingen in grijs huishoudelijk afval. De waarden in de 'ballonnen' verwijzen naar de effecten van de belangrijkste transporten.

Vergelijking van de Trajecten 1 tot en met 4

Uit de overzichtstabel Tabel 5 blijkt dat alleen traject 1 'Nascheiding' een netto milieuwinst, uitgedrukt in CO₂ equivalenten, kan halen. De andere trajecten hebben een netto milieubelasting.

Tabel 5 Overzicht van de milieuaspecten en de trajectkosten van de vier trajecten per ton verpakkingen.

| Aspect | Traject | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------|
| | 1. Nascheiding | 2. PMD-scheiding | 3. Retour-systeem | 4. 100% AVI |
| Broeikas (kg CO ₂ eq.) | -362 ¹ | 135 | 297 | 359 |
| Finaal afval (kg) | 123 | 139 | 187 | 190 |
| Kosten (€) | 222 | 220 | 226 | 198 |

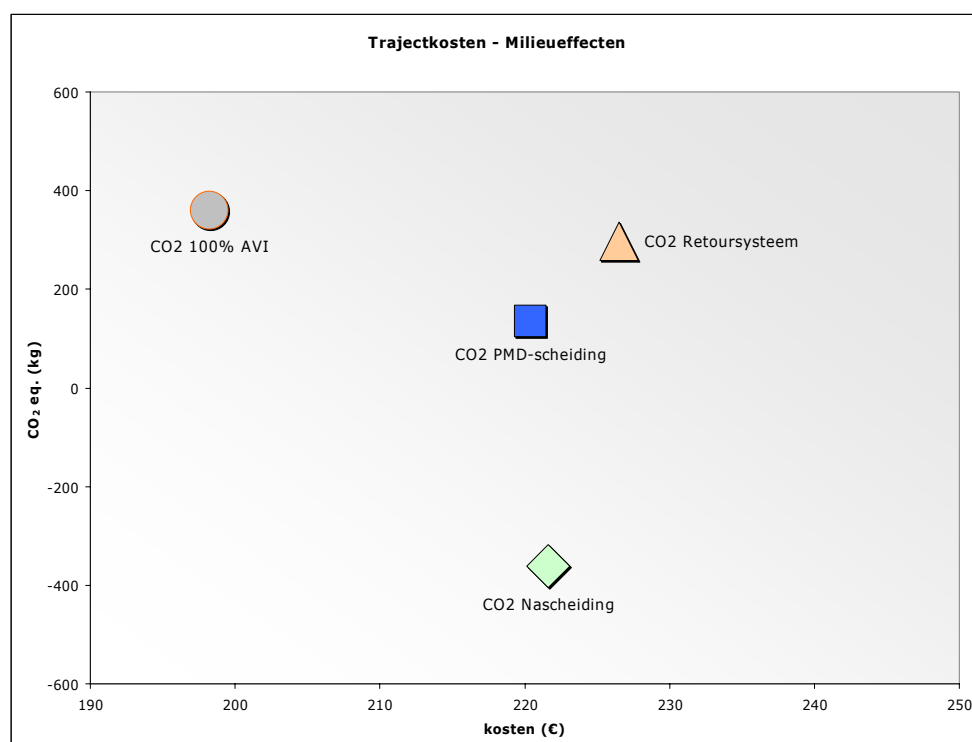
¹ Dit getal is negatief; er is dus sprake van een milieuwinst in plaats van een extra milieubelasting.

Uit de Tabel 6 blijkt duidelijk dat de grootste verschillen zich voordoen bij het broeikas effect. De verschillen in finaal afval en in kosten tussen de vier trajecten zijn beduidend kleiner. In het bijzonder zijn de verschillen in de netto trajectkosten van de trajecten 1 tot en met 3 gering te noemen. Er blijkt ook dat alle trajecten qua milieu een verbetering inhouden ten opzichte van het 100% AVI traject. Deze verbetering gaat in alle gevallen gepaard met een verhoging van de kosten ten opzichte van het 100% AVI traject.

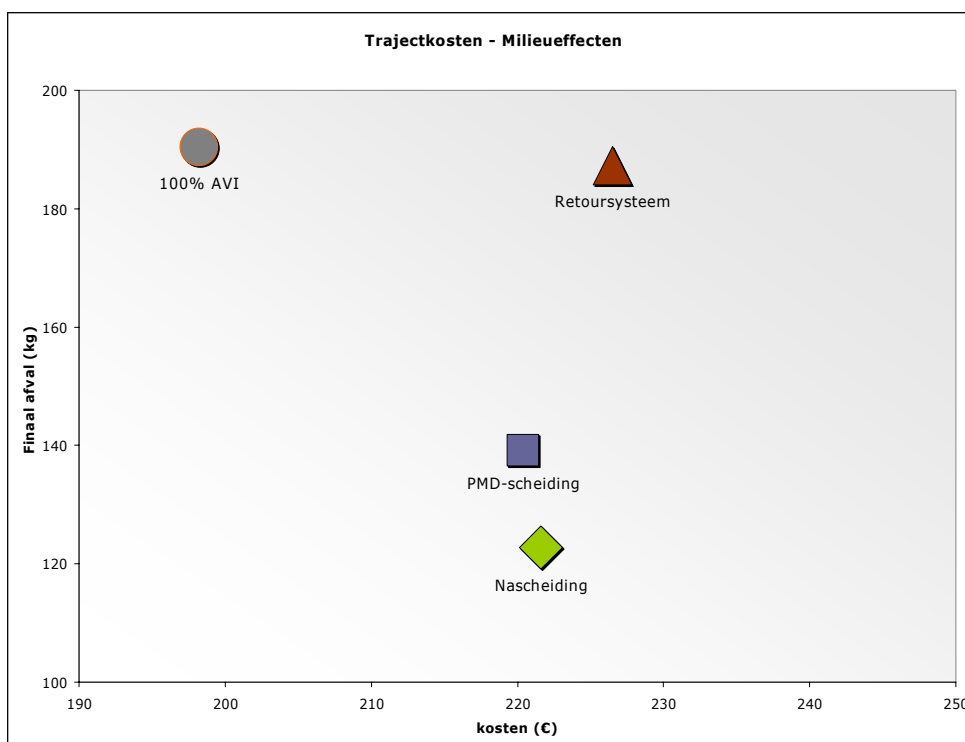
Tabel 6 De verschillen van de trajecten 1 tot en met 3 ten opzichte van het referentietraject 100% AVI per ton verpakkingen.

| Aspect | Traject | | |
|---|-------------------|---------------------|---------------------|
| | 1. Nascheiding | 2. PMD-scheiding | 3. Retoursysteem |
| Afname broeikaseffect (kg CO ₂ eq.) | 721 | 225 | 63 |
| Afname finaal afval (kg) | 68 | 51 | 3 |
| Toename trajectkosten (€) | 23 | 22 | 28 |

Wanneer de trajectkosten worden gerelateerd aan het broeikaseffect en de hoeveelheid finaal afval, ontstaat het beeld (zie Figuur 15 en Figuur 16) dat het traject ‘Nascheiding’ de beste prestatie levert. Dit geldt in het bijzonder voor de hoeveelheid CO₂-equivalenten; het verschil in de hoeveelheid finaal afval is geringer. De trajecten 2 ‘PMD-scheiding’ en 3 ‘Retoursystemen drankenverpakkingen’ zijn ten aanzien van het broeikaseffect en finaal afval minder kosteneffectief.



Figuur 15 De relatie tussen de trajectkosten (€) en het broeikaseffect (kg CO₂ equivalenten) per ton verpakkingen voor de vier trajecten.

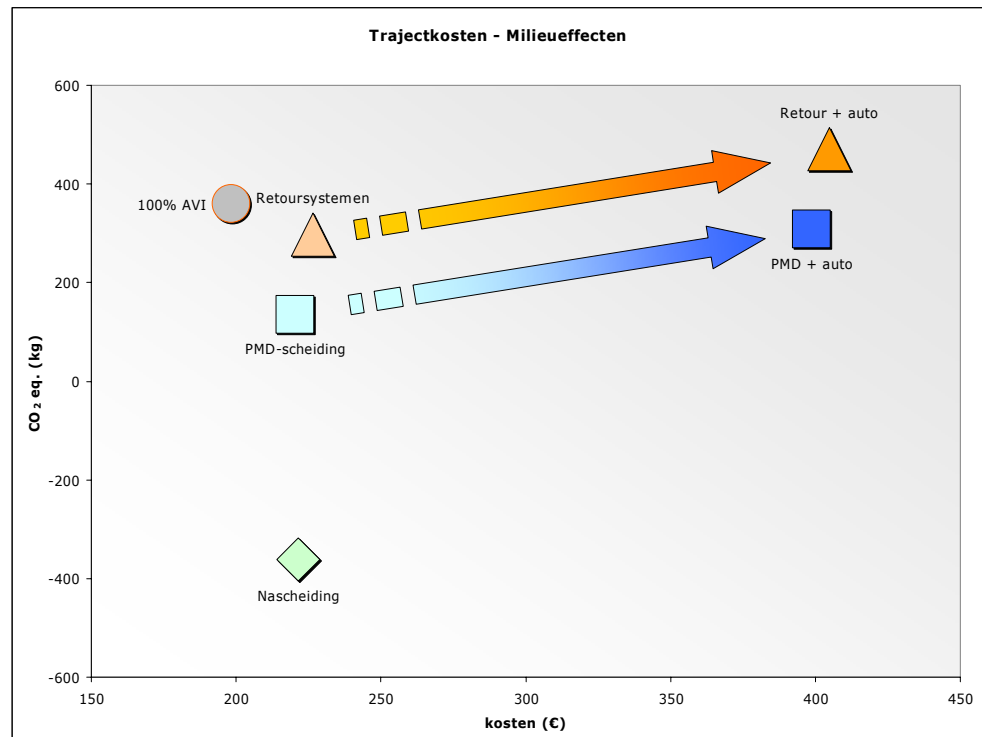


Figuur 16 De relatie tussen de trajectkosten (€) en de hoeveelheid finaal afval (kg) per ton verpakkingen voor de vier trajecten.

Gevoeligheidsanalyses Trajecten 1 tot en met 4

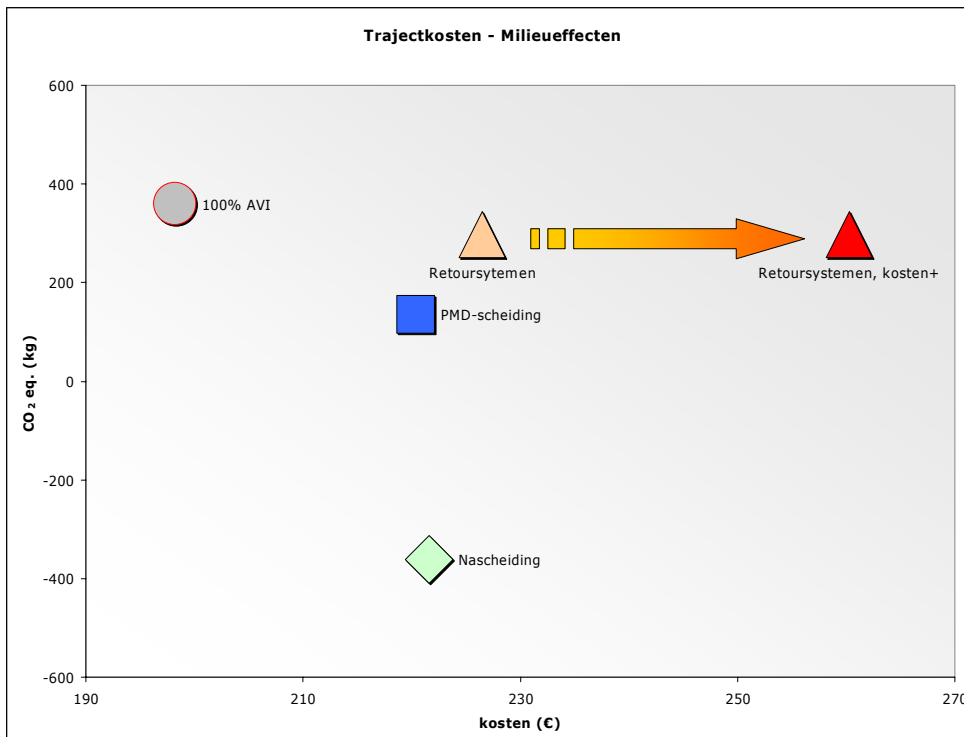
Al eerder is genoemd dat het transport per personenauto niet is meegenomen. Het toerekenen van milieueffecten aan het met de auto wegbrengen van de lege retourverpakkingen kan ter discussie worden gesteld. Men zal dit transport combineren met bijvoorbeeld boodschappen doen. Het zou echter een wezenlijke bijdrage kunnen leveren aan de hoeveelheid CO₂-equivalenten voor de trajecten 2 en 3. Daarom is een analyse uitgevoerd waarbij de milieueffecten van het transport met de personenauto zijn meegenomen.

Het blijkt uit Figuur 17 dat de trajecten 'PMD-scheiding' en 'Retoursystemen' duidelijk slechter gaan presteren qua kosten en het broeikaseffect wanneer het transport per personenauto wordt meegenomen. Het broeikaseffect neemt voor het traject 'PMD-scheiding' en voor het traject 'Retoursystemen' met 173 kg CO₂-equivalenten toe. Tegelijkertijd nemen ook de kosten sterk toe. De toename in kosten komt geheel voor rekening van de burger/consument. De posities ten opzichte van het traject 'Nascheiding' en het '100% AVI' traject verslechteren hiermee aanzienlijk. De verschillen in de hoeveelheid finaal afval zijn verwaarloosbaar klein.



Figuur 17 Gevoeligheid voor het meenemen van transport met de personenauto (+ auto) van de trajecten 'PMD-scheiding' en 'Retoursystemen' en de relatie tussen de trajectkosten (€) en het broeikas-effect (kg CO₂ equivalenten) per ton verpakkingen.

Een andere onzekerheid vormen de kosten van het gebruik van retourautomaten. Deze worden toegepast in het scenario 'Retoursystemen'. Op basis van Oostenrijkse gegevens voor de inzameling van drankverpakkingen in een verkooppunt [20] is geschat dat deze kosten €1036 per ton ingezamelde verpakkingen bedragen. Er is ook een Duitse bron gevonden die specifiek de kosten voor de inzameling met retourautomaten [21] weergeeft. Op basis van deze studie bedragen de kosten 1953 €/ton. Wanneer nu deze hogere kosten worden aangehouden, is het traject 'Retoursystemen' qua kosten niet meer vergelijkbaar met de trajecten 'Nascheiding' en 'PMD-scheiding'. Het wordt nu het traject met veruit de hoogste kosten van €260 per ton verpakkingsafval (zie Figuur 18).



Figuur 18 Gevoeligheid voor hogere kosten (kosten+) van het traject met retourautomaten van de relatie tussen de trajectkosten (€) en het broeikaseffect (kg CO₂ equivalenten) per ton verpakkingen.

Het traject 1 'Nascheiding' presteert qua broeikaseffect bijzonder goed. Een van de onzekerheden vormt de verhouding tussen de materiaalrecycling van verpakkingen en de productie van subcoal. Als een variant voor de gevoeligheidsanalyse is de situatie genomen, waarbij 100% van de anders gerecyclede kunststoffen en drankkartons naar de subcoal fractie gaan.

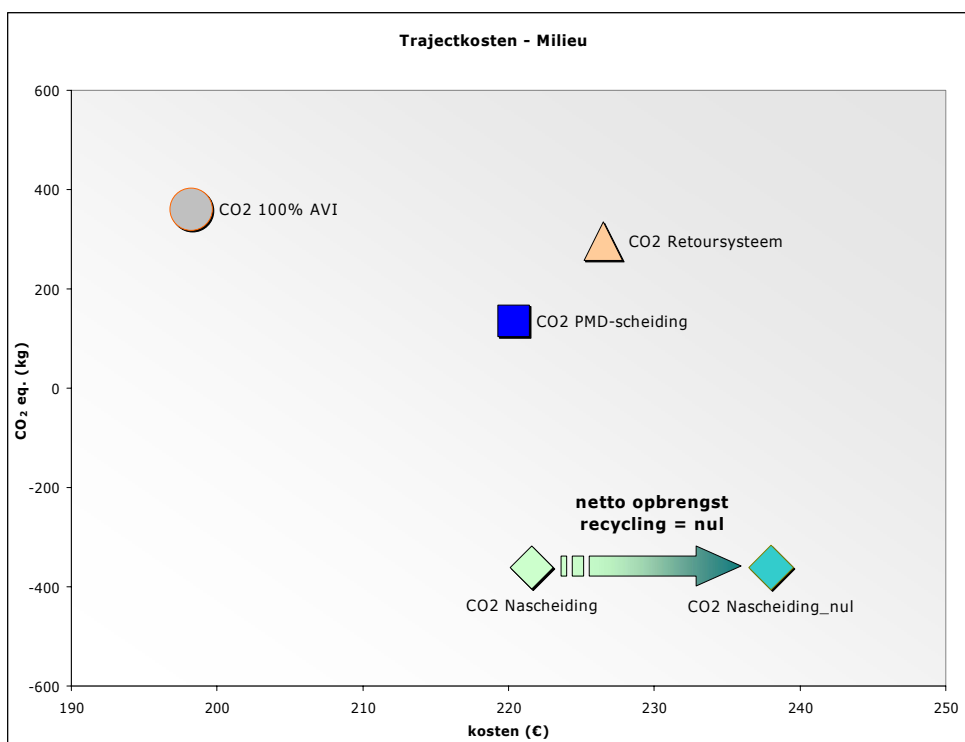
De resultaten van deze gevoeligheidsanalyse zijn in Figuur 19 gepresenteerd. Het blijkt dat er een toename van de kosten van het traject, van 222 naar 242 €/ton, optreedt. Voor het aspect finaal afval valt geen verandering van betekenis waar te nemen. De winst ten aanzien van de bijdrage aan het broeikaseffect neemt af van -362 kg CO₂-eq./ton naar -285 kg CO₂-eq./ton. De daling wordt veroorzaakt door het gegeven dat het vermijden van het gebruik van poederkool minder milieubonus oplevert dan het vermijden van de productie van primaire materialen (papier/karton en kunststoffen). Het traject 1 'Nascheiding' blijft echter wel het best presteren wat betreft het broeikaseffect.



Figuur 19 Gevoeligheid voor vervanging van recycling flessen/flacons en drankenkartons door de productie van subcoal voor de relatie tussen de trajectkosten (€) en het broeikaseffect (kg CO₂ equivalenten) per ton verpakkingen voor het traject 'Nascheiding'.

Het is bekend dat de marktprijzen voor secundaire materialen vrij sterk kunnen fluctueren. Dit heeft gevolgen voor de financiële balans van de recycling van diverse materialen. Voor traject 1 'Nascheiding' is voor dit punt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

Voor de gevoeligheidsanalyse zijn de netto opbrengsten van de secundaire materialen zoals kunststoffen, drankenkartons, en ferro en non-ferro metalen allen op nul gesteld. Het effect van deze verandering is te zien in Figuur 20. Traject 1 'Nascheiding' wordt nu per ton verpakkingen circa €16 duurder. Het traject wordt nu, met €238 per ton, enigszins duurder dan de trajecten 2 'PMD-scheiding' en 3 'Retoursystemen'.



Figuur 20 Gevoeligheid voor geen financiële opbrengsten van de materiaalrecycling voor de relatie tussen de trajectkosten (€) en het broeikas effect (kg CO₂ equivalenten) per ton verpakkingen voor het traject 1 'Nascheiding'.

2.5.3 Technische en organisatorische aspecten

Technische aspecten

– Beschikbaarheid technieken

Voor de invulling van de vier omschreven trajecten zijn technieken beschikbaar. Deze trajecten zijn opgebouwd uit praktische systemen die reeds in Europa functioneren. Dit geldt dus voor de voorgestelde mechanische (o.a. zeven en ziften) en elektromagnetische (zoals de eddy current) technieken, sorteertechnieken (o.a. de op infrarood straling gebaseerde sortering), terugname-automaten en moderne afvalverbranding met slakkenopwerking (voor de gedeeltelijke terugwinning van ferro en aluminium) en energierugwinning. Ook de opwerking van de verkregen fracties ten behoeve van materiaalrecycling of brandstoftoepassing zijn gebaseerd op in de praktijk bewezen technieken. Dus de voorgestelde trajecten zijn met bewezen technieken ingevuld.

– Innovatiepotentieel

In generieke zin kan men stellen dat het verschil tussen bronscheiding en nascheiding is dat men bij bronscheiding anticipeert op medewerking van de burger/consument en dat men bij nascheiding meer rekent op het succes van de toege-

paste technologie. Dit houdt in dat bij bronscheiding meer de nadruk ligt op logistieke processen ten behoeve van het scheiden, gescheiden houden (opslag/overslag) en het vervoeren van brongescheiden stromen. De innovatie zal zich meer richten op logistieke processen en systemen voor specifieke fracties, waaronder specifieke verpakkingen (de burger/consument wordt aangesproken op het gescheiden houden van specifieke producten).

Indien gekozen wordt voor nascheiding wordt uitgegaan van een beperktere bronscheiding. De ingezamelde mengsels worden met behulp van mechanische technieken (o.a. zeven en ziften), elektromagnetische technieken (o.a. magneet en eddy current) en sorteertechnieken (o.a. op basis van herkenning met behulp van zichtbaar licht, infrarood, röntgen) gescheiden. Door verdergaande ontwikkeling van de bestaande technieken en ingenieuze combinaties van genoemde technieken lukt het steeds beter om uit gemengde stromen fracties van een steeds betere kwaliteit af te scheiden. Te noemen zijn de steeds sneller werkende sorteertechnieken, omdat de ondersteunende computers (met geavanceerde software) steeds beter worden.

In een nascheidingsinstallatie wordt de input in eerst instantie globaal gescheiden in een [26]:

- organisch natte fractie (ONF-fractie); deze fractie bevat vooral zand, steen, glas en biologisch afbreekbaar materiaal;
- een papier/plastic fractie (PPF-fractie); deze fractie bevat vooral de lichtere componenten, zoals de kunststof folies;
- een relatief droge fractie (RDF-fractie); deze fractie bevat vooral de relatief zwaardere componenten, zoals drankenkartons, vormvaste kunststoffen (flessen/flacons);
- metalen, zoals ferro en aluminium.

De innovaties richten zich op de PPF fractie en de RDF fractie. Het betreft de verdergaande scheiding tussen papier en kunststoffen en het afscheiden van meerdere fracties kunststoffen.

Een voorbeeld voor nieuwe ontwikkelingen is het recent uitgevoerde NASKAS project [27].

In traject 1 wordt PPF als brandstof afgescheiden en resteert de RDF stroom die naar de AVI wordt afgevoerd. Wat betreft de laatstgenoemde stroom zou men kunnen afzien van de afscheiding van HDPE en PP flessen/flacons. Door uitvoering van het NASKAS procédé scheidt men uit zowel de PPF fractie als de RDF fractie, inclusief HDPE/PP flessen/flacons, PE en PP af. De resultaten van de uitvoering van een praktijkproef hebben het kansrijke perspectief aangetoond.

Uit de scheidingsinstallatie van OMRIN Friesland zijn een PPF-fractie en een RDF-fractie afgescheiden voor verdere opwerking. In de autosorteerplant van MBRA van de Fa. Rethmann in Duitsland (Münster) zijn, na juiste instelling van de sorteermachines de volgende kunststof fracties afgescheiden:

- PE/PP folie;
- PE/PP harde (vormvaste) kunststoffen, inclusief flessen/flacons.

Deze PE/PP materialen zijn vervolgens verder opgewerkt. In de pilot installatie van de Fa. Herbold in Duitsland (Meckesheim) zijn de verontreinigde materialen verkleind, intensief gewassen, gezuiverd en gedroogd. Daarna werd het zuivere PE/PP materiaal verwerkt tot korrels, die direct bij Lankhorst Recycling verwerkt kunnen worden in allerlei producten.

Als alternatief zou het PE/PP materiaal opgewerkt kunnen worden als reductiemiddel, dat als vervanger van cokes wordt ingeblazen in een hoogoven, waarin staal wordt bereid. Het reductiemiddel wordt ook wel REDOP genoemd [24].

Zowel het AVI traject als het traject 3 (traject met retour automaten) worden gekarakteriseerd door optimalisaties van de geselecteerde technologie. Daartegenover staat het traject nascheiding dat de introductie van meerdere, verschillende innovaties, zoals sorteertechnieken, mogelijk maakt. Traject 2 met PMD scheiding biedt ook nog perspectieven voor enige innovaties op het gebied van sortering.

– **Gevoeligheid voor verandering in de samenstelling van verpakkingen**

Een volgende vraag is in hoeverre het beschouwde traject gevoelig is voor veranderingen in verpakkingen. Met andere woorden, kent een systeem voldoende flexibiliteit. Vanwege preventie (verpakkingen worden dunner, lichter, etc.) en wederzijdse substitutie (zoals glas ↔ PET; ferro ↔ aluminium; metaal ↔ drankenkarton) verandert de samenstelling van het verpakkingsafval in grijs huishoudelijk afval voortdurend.

Aangezien de AVI en de nascheiding in principe alle verpakkingen verwerken zijn deze twee trajecten minder gevoelig voor veranderingen in samenstellingen van verpakkingen. Echter retourautomaten (traject 3) zijn daar heel gevoelig voor. Zij nemen verpakkingen met een bepaalde grootte/vorm in; wijzigingen daarin zou kunnen betekenen dat het gehele automatenpark aangepast dient te worden. Wederom neemt traject 2 (PMD inzameling) een tussenpositie in. Dit systeem is min of meer gebaseerd op de inzameling en verwerking van vormvaste verpakkingen. Indien verpakkingen flexibel worden (dunner door preventie) of indien er gekozen wordt voor een ander materiaal dient men opnieuw te bezien of deze verpakkingen/materialen passen binnen de PMD aanpak.

Voor niet-verpakkingen ten opzicht van verpakkingen geldt een vergelijkbare situatie. De trajecten nascheiding en 100% AVI zijn min of meer ongevoelig voor veranderingen in hoeveelheid en samenstelling van het niet-verpakkingen deel van grijs huishoudelijk afval.

Daarentegen zijn de trajecten PMD-scheiding en retoursystemen drankenverpakkingen gevoelig voor verontreinigingen van de gescheiden in te zamelen fracties. Verstoringen van de beoogde bronscheiding beïnvloeden het succes ervan.

Organisatorische aspecten

– **Betrokkenheid stakeholders**

Het succes van de introductie van de beschouwde trajecten is afhankelijk van de medewerking/participatie van specifieke groepen stakeholders. Dit kan per traject

verschillen. Voor het succes van het traject “Nascheiding” geldt dat de gemeenten een belangrijke invloed hebben. De samenstelling van de fractie grijs huishoudelijk afval hangt samen met het succes van de gescheiden inzamelingen van papier, glas en GFT. Via informatie naar de burgers, met het benadrukken van het belang van gescheiden inzameling, dienen zij de gescheiden inzameling te stimuleren. Mogelijkerwijs dat systemen met beloningen/ financiële instrumenten dit kunnen ondersteunen.

Het succes van het tweede traject met bronscheiding van de PMD-fractie is sterk afhankelijk van de participatie van de burgers/consumenten. De respons van de gescheiden inzameling is afhankelijk van hun deelname. De gemeenten hebben wederom een belangrijke invloed. Zij dienen de apart aangeboden fractie gescheiden in te zamelen en daarnaast zullen zij nog brengvoorzieningen ter beschikking moeten stellen. Door gerichte informatievoorziening en communicatie kunnen zij de gescheiden inzameling stimuleren. Daarnaast kunnen de gemeenten een belangrijke rol hebben bij het sorteren van deze fractie. Dit is afhankelijk van hoe deze activiteit is georganiseerd.

Het succes van het derde traject met retourautomaten voor drankenverpakkingen is eveneens afhankelijk van de participatie van de burgers. Het nagenoeg volledig inleveren van de gebruikte verpakkingen is een vereiste voor het optimaal functioneren van dit systeem. Daarnaast speelt de retail een belangrijke rol voor het met voldoening functioneren van dit traject. Zij zullen hun locaties ter beschikking dienen te stellen voor het plaatsen van inname automaten. Daarnaast dienen zij erop toe te zien dat de ingenomen verpakkingen adequaat worden afgevoerd richting recycling.

– **Gemak burgers/consumenten**

De introductie van het traject nascheiding biedt het meeste gemak voor de burger/consument en is vergelijkbaar met 100% AVI. Er behoeven geen verpakkingen in of rond huis apart opgeslagen/bewaard te worden. De verpakkingen worden gezamenlijk met het overige grijs huishoudelijk afval aan de inzameling aangeboden. Voor het tweede traject geldt dat de PMD verpakkingen gedurende langere tijd apart bewaard dienen te worden en ook apart voor inzameling aangeboden moeten worden. Indien men vergeten is om de PMD-fractie voor huis aan huis inzameling aan te bieden, kan men nog gebruik maken van de brengvoorziening. Echter dit vraagt een extra beweging richting containerpark om daar de PMD materialen in te leveren, en hiermee een extra bijdrage aan het broeikas-effect.

Het derde traject vraagt relatief gezien het meest van de consument/burger. Zij dient de lege drankenverpakkingen thuis apart te bewaren en ergens op te slaan. Daarnaast moeten deze verpakkingen apart via automaten op specifieke plaatsen ingeleverd worden. Dit vraagt dus enigszins meer organisatie en discipline.

– **Gevoeligheid voor bronscheiding specifieke fracties**

Aangezien verpakkingen een onderdeel vormen van het totale huishoudelijke afval zijn de trajecten meer of minder afhankelijk van de gescheiden inzameling van

overige fracties. Voor de trajecten 2 en 3 geldt dat de beoogde fracties (verpakkingen) apart opgeslagen en ingezameld dienen te worden. Dit betekent dat deze opties relatief gezien niet afhankelijk zijn van het succes van de overige gescheiden inzamelingen. Dit geldt niet voor het traject nascheiding, aangezien de samenstelling van de fractie grijs huishoudelijk afval duidelijk samenhangt met het succes van de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. Indien de gescheiden inzameling van de laatstgenoemde fracties succesvol is, zal de fractie grijs huishoudelijk afval relatief gezien minder nat zijn en zullen de verpakkingen in een grotere concentratie voorkomen. Dit vergemakkelijkt de beoogde nascheiding of met andere woorden de afgescheiden verpakkingenfracties zullen van een betere kwaliteit worden.

Overzicht technische en organisatorische aspecten

De resultaten van de beschouwde technische en organisatorische aspecten zijn in Tabel 7 samengevat. Het betreft een kwalitatieve analyse waarbij de drie trajecten worden vergeleken met het referentie traject “100 % AVI”. De verschillen worden echter duidelijk zichtbaar gemaakt.

Tabel 7 *Vergelijking van de trajecten ten opzichte van het referentietraject (100% AVI).*

| | Traject 1 'Nascheiding' | Traject 2 'PMD-scheiding' | Traject 3 'Retoursystemen' |
|---|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Technisch | | | |
| -huidige beschikbaarheid technieken | 0 | 0 | 0 |
| -innovatiepotentieel | ++ | + | 0 |
| -gevoeligheid veranderingen verpakkingen | 0 | - | -- |
| Organisatorisch | | | |
| -Afhankelijk van met name | Gemeenten | Consumenten/ Gemeenten | Retail/ Consumenten |
| -gemak consument/ burger | 0 | - | -- |
| -Gevoeligheid bronscheiding papier, glas en GFT | - | 0 | 0 |

Wat betreft de technische aspecten scoort het traject nascheiding duidelijk positief. Dit geldt niet zondermeer voor de organisatorische aspecten. Het geeft wel het grootste gemak voor de burgers/consumenten, maar het succes is daarnaast ook afhankelijk van diezelfde burgers/consumenten. Zij zullen de fracties papier, glas en GFT gescheiden moeten houden en gescheiden dienen aan te bieden. De gemeenten dienen dit te communiceren en te faciliteren.

2.5.4 Eerste conclusie integrale vergelijking

Vergelijking van de drie trajecten, voor wat betreft de milieukundige, economische, technische en organisatorische aspecten geeft duidelijk een positief beeld voor het traject nascheiding. Wat betreft de aspecten broeikas effect, eco-efficiency (broeikas effect versus integrale kosten), technische performance en met name het innovatiepotentieel, gemak burger/consument scoort het traject nascheiding veruit het beste. Bovendien wordt in het licht van de eisen van de Europese Richtlijn en Convenant Verpakkingen III een duidelijk hoger niveau wat betreft recycling/nuttige toepassing gerealiseerd. Vanuit deze punten bezien verdient het traject nascheiding verdergaande ondersteuning.

Zoals in 2.5.3 al reeds is aangegeven verdienen de organisatorische aspecten meer aandacht. Het succes van de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT in proactieve gemeenten ondersteunt ook het succes van nascheiding van de overblijvende fractie grijs huishoudelijk afval.

2.5.5 Succes- en faalaspecten bij introductie nascheiding

De resultaten van de analyses (zie 2.5.2 en 2.5.3) laten duidelijk zien dat het traject nascheiding de meeste perspectieven biedt. Het succes van verdergaande introductie van dit traject is echter afhankelijk van enige voorwaarden. Deze voorwaarden voor succes zijn:

Elke actor in de keten van nascheiding neemt zijn verantwoordelijkheid.

Drie achtereenvolgende actoren zullen in de keten van nascheiding hun verantwoordelijkheid dienen op te pakken; burgers/consumenten → gemeenten → beheerders nascheidingsinstallaties

1. Burgers/consumenten; zij zullen optimaal dienen mee te werken aan de gevraagde bronscheiding van papier, glas en GFT. De resthoeveelheden van deze fracties in grijs huishoudelijk afval zullen afnemen. De resterende hoeveelheid grijs huishoudelijk afval wordt droger (het relatief natte GFT bevindt zich in een andere fractie) en de beoogde af te scheiden verpakkingen uit grijs huishoudelijk afval bevinden zich dan in een grotere concentratie in deze fractie. De afscheiding geschiedt dan gemakkelijker, met minder kosten voor af te voeren residuen en betere opbrengsten van relatief schonere materiaalfracties.
2. Gemeenten; zij zullen optimaal dienen te faciliteren voor de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. De voorlichting zal er op gericht dienen te zijn dat deze gescheiden inzamelingen de opwerking van grijs huishoudelijk afval vergemakkelijken en daardoor tegen minder kosten kan worden uitgevoerd. Het succes van de gescheiden inzamelingen kan gevolgd worden door van tijd tot tijd de samenstelling van grijs huishoudelijk afval te bepalen.
3. Beheerders van nascheidingsinstallaties; zij zullen zich optimaal dienen in te spannen om materiaalfracties met de hoogst mogelijke kwaliteit uit de installaties af te scheiden. Dit is mede afhankelijk van de kwaliteit van de toevoer,

waarvoor de gemeenten een verantwoordelijkheid dienen te hebben. Echter door de keuze van de juiste technieken en het op de juiste wijze bewaken van het totale proces kunnen de beheerders van de nascheidingsinstallaties de kwaliteit van de af te scheiden materiaalfracties positief beïnvloeden.

Gemeenten hebben een belangrijke verantwoordelijkheid voor het succes van nascheiding

Zoals hiervoor al is aangegeven vormen de gemeenten, die de verantwoordelijkheid hebben voor de inzameling van grijs huishoudelijk afval (de gemeentelijke afvalzorg), een belangrijke schakel tussen burgers/consumenten en (beheerders van) nascheidingsinstallaties.

De huidige structuur van inzamelen en verwerken is ook gebaseerd op de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. Praktijkcijfers voor inzamelsuccessen tonen aan dat er grote verschillen bestaan tussen diverse gemeenten. Indeling in stedelijkheidsklassen laat zien dat kleinere gemeenten in het algemeen beter scoren dan grotere gemeenten. Echter ook binnen een stedelijkheidsklasse scoren gemeenten heel verschillend [28].

De best presterende gemeenten in elke stedelijkheidsklasse zijn die gemeenten die een vorm van tariefdifferentiatie voor de aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval kennen. Uit de resultaten van een andere analyse blijkt dat in de best presterende gemeenten papier huis-aan-huis wordt ingezameld, vaak door scholen of verenigingen. Continuïteit van de inzameling en een voldoende hoge inzamelfrequentie maken brengvoorzieningen in een wijk bijna overbodig [29].

Indien de gemeenten een afrekenbare verantwoordelijkheid krijgen voor de gescheiden inzameling van de drie aangegeven fracties, zou dat stimulerend kunnen werken. Als tegenprestatie zou de resulterende kostenvermindering van de nascheiding zichtbaar gemaakt dienen te worden. Samenwerkende gemeenten in een regio zouden zelfs een belangrijke stem in het succes van nascheiding kunnen hebben en dit daardoor als het ware kunnen afdwingen.

Van dienstverlening naar grondstoffenmanagement

De gemeenten hebben de plicht huishoudelijke afvalstromen in te zamelen. Zij beschouwen dit als dienstverlening richting burgers. Na inzameling, verdichting en versmering, opslag en overslag, vermenging met andere afvalstromen en transport vindt verwerking in grootschalige faciliteiten, zoals verbrandingsinstallaties, plaats. Indien men de stroom grijs huishoudelijk afval als een grondstof beschouwt, kan men stellen dat de genoemde handelingen de kwaliteit van de grondstof kunnen verminderen.

De gemeenten registreren eventueel wel de hoeveelheden van de afgevoerde stromen, maar zij monitoren niet de kwaliteit van de afgevoerde fracties met het oog op de latere bestemming.

Een voorbeeld vormt het huidige beleid van sommige lagere overheden om de gescheiden inzameling van GFT af te schaffen en deze fractie met het grijs huishoudelijk afval af te voeren. De kwaliteit van het grijs huishoudelijk afval wordt min-

der; bijvoorbeeld de calorische waarde neemt af en wordt vergelijkbaar met die van bruinkool [30]:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| – (steen)kool; | 25 – 30 MJ/kg |
| – bruinkool; | 6 – 10 MJ/kg |
| – brandstof uit huishoudelijk afval; | 14 – 20 MJ/kg |
| – gemengd huishoudelijk afval; | 8 – 12 MJ/kg |

Dit denken in dienstverlening ligt niet direct in lijn met het denken in grondstoffen en brandstoffen. Toch schetst het Ministerie van VROM in haar rapport “Toekomstig Afvalbeleid” dat het die richting dient op te gaan en benadrukt dat met het volgende citaat [31]:

“Gedetailleerde wetgeving of sturing door de overheid is niet meer nodig. Europese randvoorwaarden aan de markt zorgen dat vrijwel alle afval wordt hergebruikt of omgezet in waardevolle grond- en brandstoffen. De afvalsector is een gezonde internationale en geavanceerde (grondstof)industrie”.

Dit houdt in dat het afvalstoffenbeleid dient te veranderen in een grondstoffenbeleid en dat ook de lagere overheden grondstoffenmanagement in plaats van afvalstoffenmanagement dienen na te streven. Dus niet het denken in het schuiven met tonnen afval (= kwantiteit), maar het denken in afzetmogelijkheden voor grondstoffen en in het benutten van calorische waarden van brandstoffen (= kwaliteit) dient de voorkeur te krijgen.

De introductie van het systeem met nascheiding is minder succesvol, wanneer minder of niet aan de hiervoor beschreven voorwaarden wordt voldaan. Daarnaast zal nog op de volgende aandachtspunten gelet dienen te worden.

Verandering organisatiestructuur met bijbehorende kostenverdeling

Indien verpakkingen niet meer via het verkooppunt worden ingeleverd en als eveneens wordt afgezien van een extra bronscheiding van een verpakkingenmengsel wordt de nadruk gelegd op de inzameling van grijs huishoudelijk afval en de gekoppelde nascheiding. De gemeenten krijgen een verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de inzameling en professionele organisaties kunnen daarna de nascheiding uitvoeren. Het is duidelijk dat de fysieke structuur voor de inzameling en verwerking van verpakkingen zal worden aangepast.

Een gerelateerde vraag is: “Wie gaat wat betalen en hoe wordt eventueel producentenverantwoordelijkheid ingevuld?” Vanuit een ketenbenadering kan men bekijken welke stakeholders welke activiteit logischerwijs financieren. Samen met het Ministerie van VROM (en eventueel het Ministerie van EZ) en de lagere overheden kan men zoeken naar een alternatieve invulling van de producentenverantwoordelijkheid in samenhang met de kostenverdeling. Met genoegdoening voor alle direct betrokken groepen stakeholders dient een breed gedragen oplossing hiervoor gevonden te worden.

Verandering betrokkenheid van verschillende stakeholders

Zowel voor het fysiek sluiten van de kringlopen van verpakkingsmaterialen als voor de financiering ervan wordt er een beroep gedaan op verschillende groepen stakeholders. Zoals reeds eerder is aangegeven zal de betrokkenheid van de verschillende groepen veranderen bij introductie van het concept nascheiding. Bijvoorbeeld gemeenten krijgen een meer nadrukkelijke rol bij het met succes sluiten van de verschillende kringlopen van verpakkingsmaterialen. En waarschijnlijk zullen private ondernemingen de recycling van verpakkingsmaterialen realiseren. Die veranderingen in betrokkenheid zullen de verschillende groepen serieus dienen op te pakken en uit te voeren. Daarbij is het elkaar ondersteunen nodig en zal daar waar noodzakelijk geacht naar samenwerkingsvormen gezocht dienen te worden. Een gezamenlijke betrokkenheid van overheden en bedrijfsleven zal noodzakelijk zijn voor het met succes introduceren en verder ontwikkelen van het concept nascheiding. Indien een specifieke, maar belangrijke groep zich minder betrokken voelt, kan dat een gevaar zijn voor succesvolle toepassing van nascheiding.

3. Introductie verdergaande nascheiding

3.1 Van huidige structuur naar andere structuur

De huidige structuur voor de verwerking van grijs huishoudelijk afval kent een nationale benadering. De gescheiden inzameling van papier, glas en GFT wordt overal ondersteund en de resterende fractie grijs huishoudelijk afval wordt in afvalverbrandingsinstallaties verwerkt.

Er bestaan grote verschillen wat betreft inzamelprestaties tussen de diverse gemeenten. Indeling naar stedelijkheidsklassen en beschouwing van de praktijkcijfers laten zien dat grote gemeenten minder goed scoren wat betreft gescheiden inzameling dan kleinere gemeenten [28].

Veelal hebben de goed presterende gemeenten een vorm van tariefdifferentiatie voor de aangeboden hoeveelheid afval. Een andere analyse laat zien dat papier in goed functionerende gemeenten huis-aan-huis wordt ingezameld. Veelal wordt dit uitgevoerd door scholen en verenigingen en duidelijke afspraken waarborgen hierbij de continuïteit van de inzameling [28].

Meer materiaalrecycling, onder andere via hogere niveaus van gescheiden inzameling, vraagt dat afvalstoffenmanagement verschuift richting grondstoffenmanagement. Een belangrijk facet hierbij is dat men rekening houdt met de bebouwing, dus de stedelijke inrichting. Dit bepaalt onder andere in hoeverre er ruimte is voor het plaatsen en ledigen van ter beschikking gestelde inzamelmiddelen. In de grote steden is er minder ruimte voor het plaatsen van allerlei inzamelmiddelen, het inrichten van containerparken, dan in de meer landelijke regio's.

Dit speelt een rol als men minder kiest voor nascheiding, maar meer voor bron-scheiding. Het beschikbaar hebben van een beperktere ruimte is op te vangen via verhoging van de inzamelfrequentie, wat echter leidt tot hogere kosten.

De keuze voor nascheiding impliceert, dat men rekening houdt met de vermenging met andere stromen, zoals veegafval en bedrijfsafval. Om de risico's te beperken dat er relatief "slechte" grond- en brandstoffen uit grijs huishoudelijk afval, al dan niet vermengd met andere stromen, worden afgescheiden, dient men de kwaliteit van de input voor nascheiding te monitoren.

Lokaal/regionaal monitoren van de kwaliteit van fracties grijs huishoudelijk afval (uit verschillende delen van het verzorgingsgebied), de aparte verwerking van grijs huishoudelijk afval en de introductie van nieuwe technieken zal het mogelijk maken fracties af te scheiden van voldoende kwaliteit. Een verbreding van de afzet van de verkregen fracties, onder andere voor materiaalgerichte toepassingen, wordt dan mogelijk.

Samenvattend kan gesteld worden dat de overgang van de huidige structuur naar een andere structuur een overgang betekent van afvalstoffenmanagement naar grondstoffenmanagement. Vanaf de inzameling tot en met de eindverwerking worden de aangeboden fracties als grondstoffen gezien.

3.2 Netwerk van nascheidingsinstallaties

Na introductie van het concept nascheiding en de technologische vertaling ervan ontstaat er in Nederland een netwerk van nascheidingsinstallaties. In deze installaties worden dan fracties voor grondstof- en brandstofproductie afgescheiden.

Hierna volgt een schatting van de hoeveelheid nascheidingsinstallaties, die nodig zijn om de hoeveelheid vrijkomend grijs huishoudelijk afval te verwerken (situatie 2002).

In 2002 kwam ca. 4 miljoen ton grijs huishoudelijk afval vrij. De bestaande installaties van Vagron (Groningen) en OMRIN (Heerenveen) kennen elk een maximale capaciteit van ca. 250.000 ton per jaar. Het verwerkte afval bestaat voor ca. 20 % uit op huishoudelijk afval gelijkend bedrijfsafval. Aangenomen wordt dat de installaties ca. 200.000 ton grijs huishoudelijk afval per jaar verwerken. Betrokken op de jaarlijkse hoeveelheid van 4 miljoen ton betekent dit dat er ca. 20 nascheidingsinstallaties voor Nederland nodig zijn. Indien de vrijkomende hoeveelheid grijs huishoudelijk afval groeit, zal het benodigde aantal nascheidingsinstallaties evenredig groeien.

Het grijs huishoudelijk afval bevat ca. een kwart verpakkingen hetgeen voor 2002 overeenkomt met ca. 1 miljoen ton. Door nascheiding wordt ca. de helft hiervan, dus 500.000 ton/j, apart verkregen ten behoeve van de productie van grondstoffen en brandstoffen (zie 2.4).

3.3 Relatie tot AVI park

In 2002 kwam ca. 10 miljoen ton brandbaar afval vrij, waarvan ca. 2,5 miljoen ton in het buitenland wordt verwerkt. De resterende hoeveelheid is in Nederland verwerkt [23].

Daarvan is ca. 5 miljoen ton in de Nederlandse AVI's verbrand. Deze hoeveelheid bestond voor ca. 3 miljoen ton uit huishoudelijk afval, inclusief grof huisvuil. Deze cijfers tonen aan dat als er uit grijs huishoudelijk afval grond- en brandstoffen worden gewonnen, dit niet direct hoeft te betekenen dat de AVI's daarom leegloop vertonen. Het betekent wel dat er AVI-capaciteit vrijkomt die kan worden aangewend om afval te verbranden, dat momenteel wordt geëxporteerd of gestort. Door bouw van nascheidingsinstallaties kan dus voor de lange termijn capaciteit worden vrijgemaakt, waarvoor anders nieuwe, kostbare AVI-capaciteit zou moeten worden bijgebouwd.

Het is thans wel zo dat men bouwt, nadenkt en plannen maakt voor de uitbreiding van de huidige AVI capaciteit. De laatste uitbreidingen dateren van 1997 [23]. Echter voor twee uitbreidingen wordt er al daadwerkelijk gebouwd. Het betreft de uitbreiding van Huisvuilcentrale N-H (Alkmaar) en van het Afval Energie Bedrijf

(Amsterdam). Deze twee uitbreidingen zijn samen goed voor een technische capaciteit van bijna 650 kton/jaar.

Naast de twee initiatieven waar al bouwactiviteiten voor plaatsvinden, zijn er andere initiatieven en plannen voor uitbreiding:

- Twente Afvalverwerking NV
- Essent Milieu GAVI Wijster
- NV AZN
- Coevorden

De plannen voor deze vier locaties omvatten een uitbreiding van de capaciteit met bijna 850 kton/jaar. Indien alle uitbreidingen door gaan kan dat een belemmering voor de introductie van nascheiding gaan betekenen.

Gemeenten zijn veelal contractueel verplicht bepaalde hoeveelheden aan AVI's aan te bieden. Hoe groter de AVI capaciteit in Nederland, hoe meer contractuele relaties er bestaan tussen aanleverende gemeenten en AVI's. Dit pleit ervoor om zo snel mogelijk met de introductie van nascheiding te komen om de druk op het bouwen van extra AVI capaciteit (vanwege de bestaande stortverboden en het stortverbod in Duitsland per 1 juni 2005) weg te nemen.

3.4 Situatie 2010 en verder ontwikkelpad

Bij de keuze voor nascheiding wordt aangenomen dat er een tijdspad doorlopen wordt met de introductie van nascheidingsinstallaties. Deze introductie hangt af van bestaande afvalverwerkingcontracten, het vinden van regio's die het concept willen oppakken, het vinden van locaties en krijgen van vergunningen, etc.

Er bestaan momenteel al 2 decentrale nascheidingsinstallaties, Vagron en OMRIN. Daarnaast is aangenomen dat geleidelijk volgens een adequate planning tot 2020 18 extra installaties worden toegevoegd aan het netwerk. De investeringen in één installatie bedragen ca. 20 miljoen EURO [38].

Ten behoeve van meer recycling van kunststoffen uit grijs huishoudelijk afval dient men de installatie te koppelen met NASKAS¹ processen [27]. Dit zou kunnen bij OMRIN en Vagron, die in 2007 respectievelijk 2008 operationeel zouden kunnen zijn. De investering in een NASKAS installatie bedraagt 10 miljoen EURO [27]. Koppeling aan de bestaande twee nascheidingsinstallaties betekent een extra investering van 20 miljoen EURO. Bij de geleidelijke introductie van nieuwe installaties kan men daaraan direct NASKAS processen koppelen. Een geïntegreerde investering in één nascheidingsinstallatie en één NASKAS proces bedraagt dan 30 miljoen EURO.

¹ NASKAS staat kortweg voor: NAScheiding Kunststoffen en drankenkartons uit huishoudelijk restafval door middel van Automatische Sortering.

In Tabel 8 is aangegeven hoe de situatie er dan tot 2020 uitziet en wat het cumulatieve investeringsbeslag is bij de introductie van geïntegreerde nascheidingsinstallaties, inclusief NASKAS.

Tabel 8 Tijdpad voor de introductie van nascheidingsinstallaties (inclusief NASKAS) en het cumulatieve investeringsbeslag in miljoenen euro 's.

| Jaar | Aantal | Investering (M€) | Cumulatief (M€) |
|---------|---------|----------------------|-----------------|
| 2005 | 2 | $2 * (0+10) = 20$ | 20 |
| 2010 | 8 | $6 * (20+10) = 180$ | 200 |
| Na 2010 | max. 20 | $12 * (20+10) = 360$ | 560 |

Zoals in 4.2 reeds is aangegeven wordt door de introductie van nascheiding in ieder geval ca. 500.000 ton verpakkingen per jaar niet meer verbrand in een AVI. Per ton te verbranden materiaal geldt een besparing van 750 á 1000 euro. Doordat dus 500.000 ton verpakkingen jaarlijks wordt gerecycled of nuttig wordt toegepast, wordt een investeringsbesparing op nieuwe AVI's van 375 á 500 miljoen EURO gerealiseerd. Echter in een nascheidingsinstallatie worden naast verpakkingen meerdere fracties voor recycling en nuttige toepassing afgescheiden. Dit kan oplopen tot wel 60% van de hoeveelheid ingaand materiaal. De investeringsbesparing op nieuwe AVI's gaat daardoor in de richting van het dubbele bedrag. Door reallocatie van deze AVI-investeringen is er derhalve geen sprake van stijging van investeringen, maar blijven deze in totaal gelijk. Anders gezegd: er wordt een besparing aan AVI-investeringen geboekt. Qua kosten voortvloeiend uit de investeringen in nascheidingsinstallaties ontstaat dus een zeer gunstig beeld.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

De nieuwe Europese Richtlijn laat zien dat de vereiste niveaus voor recycling en nuttige toepassing toenemen en verwacht wordt dat deze in de toekomst nog verder zullen toenemen.

Recycling en nuttige toepassing van verpakkingen in grijs huishoudelijk afval wordt daardoor ook steeds meer een noodzaak. Het traject “Nascheiding” scoort wat dat betreft uitermate beter dan de trajecten “PMD scheiding” en “Retoursystemen”. De resultaten laten zien dat voor het traject nascheiding ca. 50 % van de verpakkingen in huishoudelijk afval niet meer naar de AVI gaan, maar hoogwaardiger toegepast worden. Door toevoeging van technische innovaties aan de nascheiding kan dit percentage substantieel verder toenemen.

In tegenstelling tot de andere trajecten wordt met het traject nascheiding een duidelijke verlaging voor de bijdrage aan het broeikaseffect gerealiseerd. De overige trajecten kennen een netto milieubelasting. De relatief hoge niveaus voor recycling van materialen (kunststoffen, metalen, drankenkartons) en voor nuttige toepassing als brandstof (papier/kunststof mengsel) dragen hiertoe bij. De verschillen in finaal afval en kosten zijn beduidend lager.

Resultaten van gevoeligheidsanalyses tonen aan:

- Het met een personenauto apart terugbrengen van lege verpakkingen naar een retourcontainer of een retourautomaat draagt in relatief geringe mate bij aan het broeikaseffect.
- De hoogte van de kosten voor een netwerk van retour automaten beïnvloedt in sterke mate de kosten voor het traject retoursystemen.
- Indien de kunststoffen en drankenkartons in het traject nascheiding niet als materiaal gerecycled kunnen worden, maar als brandstof worden toegepast, daalt de winst aan de bijdrage van het broeikaseffect. Er is echter nog steeds sprake van een grote reële winst en het traject nascheiding scoort nog steeds beduidend beter dan de overige trajecten.
- Het traject nascheiding wordt circa 15 euro per ton duurder, indien de verkregen producten geen opbrengsten kennen.

Wat betreft de technische aspecten “beschikbaarheid van technieken”, “innovatiepotentieel” en “gevoeligheid voor veranderingen in verpakkingen” scoort het traject nascheiding duidelijk positiever. Wat betreft de organisatorische aspecten is het beeld minder onderscheidend. Het traject nascheiding kent wel het grootste gemak voor de burgers/consumenten, maar is daarnaast weer afhankelijk van de medewerking van diezelfde burgers/consumenten aan de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. De gemeenten dienen dit te communiceren en te faciliteren.

De integrale vergelijking van de drie trajecten, voor wat betreft de milieukundige, economische, technische en organisatorische aspecten, geeft een zeer duidelijk positief beeld voor het traject nascheiding. Voor de aspecten broeikas effect, eco-efficiency, technische performance en met name het innovatiepotentieel, gemak burger/consument scoort het traject nascheiding beter. Bovendien wordt in het licht van de eisen van de nieuwe Europese Richtlijn een duidelijk hoger niveau voor recycling en nuttige toepassing gerealiseerd. De organisatorische aspecten verdienen voor dit te verkiezen traject meerdere aandacht. Het succes van de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT is een vereiste voor het succes van nascheiding van de overblijvende fractie grijs huishoudelijk afval.

Het succes voor een verdergaande introductie van het traject nascheiding is mede afhankelijk van de volgende voorwaarden:

- Elke actor in de keten van nascheiding neemt zijn eigen verantwoordelijkheid. De burgers dienen optimaal mee te werken aan de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. De gemeenten dienen optimaal te faciliteren bij de gescheiden inzameling van papier, glas en GFT. Beheerders van nascheidingsinstallaties dienen zich optimaal in te spannen voor de afscheiding van fracties met de hoogst mogelijke kwaliteit.
- Gemeenten hebben een belangrijke verantwoordelijkheid voor het succes van nascheiding. Monitoring van de samenstelling van de fractie grijs huishoudelijk afval toont aan in hoeverre de gescheiden inzameling van de hiervoor genoemde fracties succesvol is en geeft een indruk van de “kwaliteit” van de fractie grijs huishoudelijk afval.
- Van dienstverlening naar grondstoffenmanagement. Voor zowel de nationale overheid als de gemeentelijke overheden dient het afvalstoffenbeleid te veranderen in een grondstoffenbeleid. Dus bij de uitvoering geldt grondstoffenmanagement in plaats van afvalstoffenmanagement. Niet het denken in het schuiven met tonnen afval (= kwantiteit), maar het denken in afzetmogelijkheden voor grondstoffen en het benutten van de calorische waarden van brandstoffen (= kwaliteit) dient de voorkeur te krijgen.

Nascheiding draagt niet veel bij aan de oplossing van de zwerfafvalproblematiek. Immers, zwerfafval ontstaat doordat men afval, buiten het reguliere inzamelingscircuit om, in de openbare ruimte weggooit. Nascheiding vindt plaats binnen het reguliere inzamelingscircuit.

Vanwege het ontbreken van deze relatie, bevelen wij aan om een aparte oplossing te zoeken voor de zwerfafvalproblematiek en dit vraagstuk te ontkoppelen van het vraagstuk van de optimale verwerking van het verpakkingsafval.

De overgang van de huidige structuur naar een andere structuur betekent dus een overgang van afvalstoffenmanagement naar grondstoffenmanagement. Een netwerk van nascheidingsinstallaties zorgt voor de afscheiding van grondstoffen en brandstoffen uit verpakkingsmaterialen. Ongeveer de helft van de verpakkingen in grijs huishoudelijk afval (ca 500.000 ton per jaar; situatie 2002) wordt dan hoog-

waardig toegepast. Met de nationale introductie van het concept nascheiding wordt dan in ieder geval de AVI-capaciteit van 500.000 ton per jaar bespaard. Door verdergaande afscheiding van verpakkingen en niet-verpakkingen wordt aanzienlijk meer AVI-capaciteit bespaard. Gezien het huidige tekort aan AVI-capaciteit wordt hiermede een gemeenschappelijke, maatschappelijke problematiek aangepakt. Door te investeren in een netwerk voor nascheiding wordt op investeringen in AVI's bespaard.

4.2 Aanbevelingen

Het netwerk van nascheidingsinstallaties kan complementair werken in relatie tot de bestaande AVI's. Gezien de grote hoeveelheid vrijkomend brandbaar afval in Nederland zijn zowel nascheidingsinstallaties als AVI's nodig om deze aangeboden hoeveelheid te verwerken.. Dus nascheiding kan naast verbranding functioneren. Het verdient aanbeveling om de ontwikkeling in de AVI-capaciteit in relatie tot de contractuele verplichtingen van de gemeenten nader in kaart te brengen. De ontwikkeling in de hoeveelheid en samenstelling van brandbare stromen dient in samenhang daarmee beschouwd te worden.

De gemeenten vormen een belangrijke stakeholder voor het sluiten van de kringlopen van verpakkingsmaterialen. Per regio van gemeenten en per gebied in Nederland (gekoppeld aan de stedelijkheidsklasse) dient in samenspraak bekeken te worden hoe het concept van nascheiding optimaal geïntroduceerd kan worden.

Aangezien het traject nascheiding duidelijk het grootste innovatiepotentieel kent, verdient het aanbeveling om met overheden en betrokken bedrijfsleven bijvoorbeeld een innovatieconvenant af te sluiten.

Bovendien is het aanbevelenswaardig om één nascheidingsinstallatie als een pilot te beschouwen, alwaar de beoogde innovaties als eerste getoetst worden. De OMRIN te Oudehaske-Heerenveen lijkt een geschikte kandidaat daarvoor.

Gezien de verantwoordelijkheid van de overheden voor het schoonhouden van de openbare ruimten en het gegeven dat het ontkoppelen van zwerfafvalbeleid en verpakkingenbeleid de voorkeur verdient, zal een andere aanpak voor de vermindering van de hoeveelheid zwerfafval nodig zijn. Voorgesteld wordt dat overheden en bedrijfsleven en afzenders/eigenaren van de andere zwerfafvalcomponenten (die de meerderheid vormen) gezamenlijk zoeken naar een aanpak voor deze vermindering en dat in een gezamenlijke afspraak vastleggen (bijvoorbeeld in de vorm van een zwerfafval convenant).

5. Referenties

- [1] EEG, 1994, Richtlijn 94/62/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 december 1994 betreffende verpakking en verpakkingsafval. Publicatieblad Nr. L 365 van 31/12/1994, p. 0010 - 0023
- [2] EC, 1997, 97/129/EG: Beschikking van de Commissie van 28 januari 1997 tot vaststelling van het identificatiesysteem voor verpakkingsmaterialen overeenkomstig Richtlijn 94/62/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende verpakking en verpakkingsafval. Publikatieblad nr L 050 van 20/02/1997, p. 0028 – 0031
- [3] EEG, 2004, Richtlijn 2004/12/EG van het Europees Parlement en de Raad van 11 februari 2004 tot wijziging van Richtlijn 94/62/EG betreffende verpakking en verpakkingsafval. Publikatieblad nr L 047 van 20/02/1997, p. 0026 – 0031
- [4] AOO, 2003, Samenstelling van gescheiden ingezameld oud papier/karton en glas uit huishoudens, Resultaten sorteeranalyses 2002, AOO 2003-17, juni 2003.
- [5] AOO, 2004, Monitoringrapportage huishoudelijk afval; Resultaten 2002; AOO rapport 2004-06
- [6] AOO, 2003, Samenstelling van het huishoudelijk restafval; Resultaten sorteeranalyses 2002; AOO rapport 2003-09
- [7] Commissie Verpakkingen, 2003, Jaarverslag 2002
- [8] Frischknecht, R., U. Bollens, et al., 1996, Ökoinventare von Energiesystemen, Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, 3rd Edition. Zürich/Villigen., ETH/PSI
- [9] Croezen, H.J. en Bergsma, G.C. Bergsma, 2000, Subcoal milieukundig beoordeeld. Nagescheiden huishoudelijk kunststofafval in een kolencentrale vergeleken met biomassa, vergassing, verwerking in cementoven en AVI. CE- Publicatienummer: 00.5498.21
- [10] Ligthart, T.N. en Ansems, A.M.M., 2003, Eco-efficiency van retoursystemen van gebruikte éénmalige kunststof koffiebekers. TNO-rapport 2003/453
- [11] <http://www.nuon.nl/nl/evenregelen/nota/nieuwejaarrekening.jsp?ComponentID=10403&SourcePageID=685>

-
- [12] Eggels, P.G., Ansems, A.M.M., Ven, B.L. van der, 2000, Eco-efficiency of recovery scenarios of plastic packaging. TNO-rapport 2000/127
- [13] Van Gaever, M., 2004, Beheer van verpakkingsafval in België. Presentatie Schiedam 14-04-2004.
- [14] Croezen, H.J. en Vroonhof, J.T.W., 2001, Milieuanalyse drankenkartons. Publicatienummer: 01.5824.17
- [15] Vroonhof, J., 2001, Hergebruik drankenkartons. Tot implementatie. Finale-concept 15 augustus 2001. Publicatienummer: 01.5824.18
- [16] Schöen, L.A.A., Beekes, M.L., Tubergen, J. van, Korevaar, C.H., 2000, Mechanical separation of mixed plastics from household waste and energy recovery in a pulverised coal-fired power station.
- [17] Vroonhof, J.T.W., Bergsma, G.C. en Ansems, A.M.M. (TNO), 2001, Verwerking kunststof verpakkingsafval uit huishoudens. Mogelijkheden en kosteneffectiviteit van vermindering milieu-impact. CE publicatie 01.5932.04
- [18] Ansems, Krajenbrink, Sas, en Vroonhof, 1996, Cold Box feed Preparation Routes, Report TNO-MEP R95/338, 31 May 1996.
- [19] VLCA, 2000, Achtergronddata voor de Bouw, een uitwerking in de vorm van een referentie, de VLCA database, TNO-MEP-rapport R2000/109
- [20] Frühwirth, W., Hutterer, H., Pilz, H., and Stoiber, H., 2000, Volkswirtschaftlicher Vergleich Von Einweg- Und Mehrwegsystemen. Für Ausgewählte Getränke- Und Gebindearten Einschließlich Der Beurteilung Der Erfassungs- Und Recyclingraten. GUA - Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH, Wien & IFIP - Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik, TU-Wien.
- [21] Peters, M. and Czymbek, F. 2002, Das Zwangspfand auf Einweggetränkeverpackungen - eine ökologisch-ökonomische Analyse. Arbeitsbericht Nr. 9 Universität zu Köln
- [22] Duin, R. van, Bergsma, G., Vroonhof, J. en Schouwenaars, M., 2004, Een breed inzamelplan voor drankverpakkingen; beter voor milieu en gemeenten, CE Publicatienummer: 04.8803.21; CE en B&G, Delft/ Emst
- [23] AOO, 2004, Nederlands Afval In Cijfers, Gegevens 2000-2003, Utrecht AOO 2004-07.

- [24] KG, 2005 Kunststofafval als reductiemiddel voor hoogovens. In: Kunststof en rubber, 8/2/2005, p. 28-29
- [25] FOSTPlus, 2004, Jaarverslag 2003; Facts and Figures; Brussel, België; www.fostplus.be
- [26] 1999, Afvalsturing Friesland versterkt marktpositie met eigen OMRIN; Gemeentereiniging & Afvalmanagement, 12/99, p. 16
- [27] 2005, NASKAS Project, Nascheiding en nuttige toepassing van kunststoffen en drankenkartons uit huishoudelijk restafval door middel van automatische sortering; voor VMK en EcoVerpakkingen; Rentech Consult BV, Spaubeek, januari 2005-03-10
- [28] 2004, Benchmark afvalscheiding levert schat aan gegevens op; Informatie bulletin Afval Informatief, januari 2004
- [29] 2002, Landelijke doelstelling afvalscheiding haalbaar als inspanning wordt verdeeld; Informatie bulletin Afval Informatief, september 2002
- [30] 2001, Energy from waste, fact sheets; ASSURE, Brussel, december 2001
- [31] Toekomstig afvalbeleid – Een eerste stap naar een nieuwe lange termijnvisie voor het afvalbeleid; VROM, Den Haag, juni 2003
- [32] AOO, 2004, Landelijk Afvalbeheer Plan 2002 – 2012, Sectorplan 4, Afval van onderhoud van openbare ruimten; AOO, Utrecht, 2004
- [33] Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 2002, Zwerfvuil; Via Natura 11, Rijkswaterstaat; 's-Gravenhage, februari 2002
- [34] AOO, 2003, Aanpak zwerfafval in omliggende landen – Stand van zaken 2003; AOO 2003 – 21, Utrecht, november 2003
- [35] Volkskrant, 2003, Spectaculaire afname van zwerfafval; Volkskrant, 19 november 2003
- [36] AOO, 2004, Analyse van nieuwe instrumenten voor preventie en afvalscheiding van huishoudelijk afval; AOO 2004-15; Utrecht, oktober 2004
- [37] 2004, Aanpak zwerfafval in omliggende landen zeer verschillend; Informatie bulletin Afval Informatief; januari 2004
- [38] 2005, Mondelinge mededelingen VAGRON, januari 2005

- [39] Houben, R. et al, 1999, Onderzoek naar de mogelijke toepassing van nieuwe afvalverwerkingstechnieken in de provincie Antwerpen. Onderzoek in opdracht van het beleidsoverleg rond de eindverwerking voor de provincie Antwerpen. 19 mei 1999

6. Lijst met afkortingen

| | |
|--------|--|
| AOO | Afvaloverlegorgaan |
| AVI | Afvalverbrandingsinstallatie |
| CBL | Centraal Bureau Levensmiddelenhandel |
| CV III | Convenant Verpakkingen III |
| DSD | Duales System Deutschland |
| Eq. | Equivalent. |
| F.a. | Finaal afval |
| FNLI | Federatie Nederlandse Levensmiddelenindustrie |
| GFT | Groente-, fruit- en tuinafval |
| HDPE | Polyethyleen van hoge dichtheid |
| KGA | Klein gevaarlijk afval |
| LAP | Landelijk afvalstoffenplan |
| LCA | Levenscyclusanalyse |
| LCC | Life cycle costing |
| NVRS | samenwerking tussen NVRD, VNG, Roteb en Stichting Natuur en Milieu |
| ONF | Organisch natte fractie |
| OVAM | Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest |
| PE | Polyethyleen |
| PET | Polyethyleenteraphtalaat |
| PMD | Plastics, Metalen Drinkenkartons |
| PP | Polypropyleen |
| PPF | Papier-Plastic-Fractie |
| RDF | Refuse Derived Fuel |
| VITO | Vlaams Instituut voor Technologische Ontwikkeling VITO |
| VNG | Vereniging van Nederlandse Gemeenten |
| VROM | Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu |

7. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

EcoVerpakkingen

Namen en functies van de projectmedewerkers:

A.M.M. Ansems

T.N. Ligthart

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

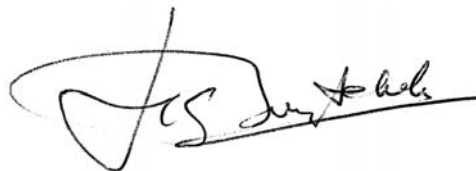
Januari – maart 2005

Ondertekening:



Ir. A.M.M. Ansems
projectleider

Goedgekeurd door:



Ir. H.S. Buijtenhek
hoofd expertiseteam

Bijlage 1 Detail balansen Traject 1 ‘Nascheiding’

De verdeling van de diversie afvalfracties per ton verpakkingsafval voor het traject 1 ‘Nascheiding’ over de verschillende routes zoals recycling, subcoal en AVI met daarbij de milieuaspecten en de kosten.

| | | | | | ton | CO ₂ (kg) | finaal afval (kton) | kosten (€) | |
|----------------------------|-----|---|------|--------------|-----------|----------------------|---------------------|--------------|-------|
| kunststoffen 457 | 89 | >> flessen/flacons | 26% | >> recycling | 0.109 | -180.04 | 1.99 | -3.55 | |
| | 368 | >> folies en rigids >> overige flessen/flacons | 32% | >> Subcoal | 0.135 | -65.74 | 0.37 | 17.09 | |
| | | >> flessen/flacons >> overige flessen/flacons | 42% | >> AVI | 0.175 | 286.06 | 10.93 | 28.86 | |
| papier en karton 378 | 102 | >> drankenkartons | 21% | >> recycling | 0.071 | -4.73 | 0.23 | 5.86 | |
| | 276 | >> papier en karton >> overige drankenkartons | 39% | >> Subcoal | 0.135 | -103.20 | 0.37 | 17.09 | |
| | | >> overig papier en karton >> overige drankenkartons | 36% | >> AVI | 0.124 | -68.49 | 1.08 | 20.39 | |
| | | | | 5% | >> AVI | 0.017 | -1.44 | 0.39 | 2.83 |
| ferro 95 | 95 | >> ferro verpakkingen | 80% | >> recycling | 0.069 | -139.62 | -11.54 | 3.62 | |
| | | >> overige ferro verpakkingen | 20% | >> AVI | 0.017 | -19.66 | 4.26 | 2.87 | |
| non-ferro 14 | 14 | >> nf verpakkingen | 80% | >> recycling | 0.010 | -127.89 | -21.12 | -2.26 | |
| | | >> overige nf verpakkingen | 20% | >> AVI | 0.003 | -9.85 | 1.63 | 0.23 | |
| glas 146 | 146 | >> alle glasverpakkingen | 100% | >> AVI | 0.134 | 9.48 | 134.06 | 22.07 | |
| | | | | | 1089 | 1089 | 1.000 | | |
| | | | | | recycling | 0.26 | -452.3 | -30.4 | 3.7 |
| | | | | | Subcoal | 0.27 | -168.9 | 0.7 | 34.2 |
| | | | | | AVI | 0.47 | 196.1 | 152.4 | 77.3 |
| | | | | | transport | | 63.2 | 0.1 | 106.5 |
| | | | | | 1 | -362.0 | 122.8 | 221.6 | |

Bijlage 2 Detail balansen Traject 2 ‘PMD-scheiding’

De verdeling van de diversie afvalfracties per ton verpakkingsafval voor het traject 2 ‘PMD-scheiding’ over de verschillende routes zoals recycling en AVI met daarbij de milieuaspecten en de kosten.

| | | | | ton | CO ₂ (kg) | finaal afval (kton) | kosten (€) | |
|-------------------------|--------|--|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| kunststoffen 457 | 89 >> | flessen/flacons in PMD | 14% >> | recycling 0.057 | -94.16 | 1.04 | 4.66 | |
| | 368 >> | flessen/flacons niet in PMD overig kunststof | 86% >> | AVI 0.362 | 583.99 | 21.71 | 39.84 | |
| papier en karton 378 | 102 >> | drankenkartons in PMD | 19% >> | recycling 0.066 | -5.92 | 0.04 | 12.89 | |
| | 276 >> | drankenkartons niet in PMD overig papier/karton | 8% >> 73% >> | AVI 0.028 AVI 0.253 | -3.05 -146.47 | 0.58 1.56 | 3.10 27.86 | |
| ferro 95 | >> | ferro in PMD | 70% >> | recycling 0.061 | -120.71 | -9.99 | 10.09 | |
| | 95 >> | overige ferro | 30% >> | AVI 0.026 | -30.10 | 6.32 | 2.21 | |
| non-ferro 14 | >> | non-ferro in PMD | 70% >> | recycling 0.009 | -112.09 | -18.47 | -0.97 | |
| | 14 >> | overige non-ferro | 30% >> | AVI 0.004 | -14.87 | 2.43 | 0.13 | |
| glas 146 | 146 >> | alle glasverpakkingen | 100% >> | AVI 0.134 | 6.30 | 133.85 | 14.72 | |
| 1089 | 1089 | | | 1.000 | | | | |
| | | | | recycling | 0.193 | -332.9 | -27.4 | 26.7 |
| | | | | Subcoal | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | AVI | 0.807 | 395.8 | 166.4 | 87.9 |
| | | | | transport | | 71.6 | 0.1 | 105.8 |
| | | | | 1.000 | 134.5 | 139.2 | 220.4 | |

Bijlage 3 Detail balansen Traject 3 ‘Retoursystemen’

De verdeling van de diversie afvalfracties per ton verpakkingsafval voor het traject 3 ‘Retoursystemen’ over de verschillende routes zoals recycling en AVI met daarbij de milieuaspecten en de kosten.

| | | | | ton | CO ₂ (kg) | finaal afval (kton) | kosten (€) | |
|-------------------------|-----|--|------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------|-------|
| kunststoffen 457 | 36 | >> flessen en flesjes via automaten | 7% | >> recycling 0.031 | -51.25 | 0.54 | 28.73 | |
| | 421 | >> overige flessen en flesjes overig kunststof | 0.4% | >> AVI 0.002 | 2.66 | 0.10 | 0.18 | |
| papier en karton 378 | 102 | >> alle drankkartons | 27% | >> AVI 0.094 | -10.15 | 1.92 | 10.34 | |
| | 276 | >> alle papier/kartonverp. | 73% | >> AVI 0.253 | -146.47 | 1.56 | 27.86 | |
| ferro 95 | 6 | >> drankenblikjes Fe via automaten | 6% | >> recycling 0.005 | -10.53 | -0.87 | 5.75 | |
| | 88 | >> overige drankenblikjes Fe overige ferroverpakk. | 0.3% | >> AVI 0.000 | -0.32 | 0.07 | 0.02 | |
| non-ferro 14 | 0.4 | >> drankenblikjes Al via automaten | 3% | >> recycling 0.000 | -4.20 | -0.69 | 0.27 | |
| | 13 | >> overige drankenblikjes Al overige nf-verpakk. | 97% | >> AVI 0.012 | -48.25 | 7.89 | 0.43 | |
| glas 146 | 146 | >> alle glasverpakkingen | 100% | >> AVI 0.134 | 6.30 | 133.85 | 14.72 | |
| | | | | 1089 | 1089 | 1.000 | | |
| | | | | recycling | 0.037 | -66.0 | -1.0 | 34.8 |
| | | | | Subcoal | 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | AVI | 0.869 | 333.5 | 188.3 | 103.0 |
| | | | | transport | | 29.1 | 0.0 | 88.7 |
| | | | | 0.906 | 296.6 | 187.3 | 226.5 | |

Bijlage 4 Detail balansen Traject 4 '100% AVI'

De verdeling van de diversie afvalfracties per ton verpakkingsafval voor het traject 4 '100% AVI' met daarbij de milieuaspecten en de kosten.

| | | | | 1.0 | | | |
|-------------------------|----------------------------|------|--------|------------|----------------------|---------------------|--------------|
| | | | | ton | CO ₂ (kg) | finaal afval (kton) | kosten (€) |
| kunststoffen 457 | >> alle kunststof | 100% | >> AVI | 0.419 | 676.27 | 25.14 | 46.13 |
| papier en karton 378 | >> alle papier/kartonverp. | 100% | >> AVI | 0.347 | -200.82 | 2.13 | 38.20 |
| ferro 95 | >> alle ferroverpakk. | 100% | >> AVI | 0.087 | -100.33 | 21.07 | 7.38 |
| non-ferro 14 | >> alle nf-verpakk. | 100% | >> AVI | 0.013 | -49.55 | 8.10 | 0.44 |
| glas 146 | >> alle glasverpakkingen | 100% | >> AVI | 0.134 | 6.30 | 133.85 | 14.72 |
| 1089 | | | | 1 | | | |
| | recycling | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Subcoal | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | AVI | | | 0.6 | 331.9 | 190.3 | 106.9 |
| | transport | | | | 27.6 | 0.0 | 91.4 |
| | | | | 0.6 | 359.5 | 190.3 | 198.2 |

Bijlage 5 Milieu- en kostenkennallen

| activiteit | Finaal | | kosten (€) | een- heid | bron |
|--|-------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------|
| | CO ₂ (kg) | eq. afval (kg) | | | |
| Transport | | | | | |
| consumenten transport | 0.272 | 0.000 | 0.280 | ton | [8] |
| Truck 16t ETH U-infra | 0.311 | 0.001 | 0.090 | tkm | [8], [10] |
| Truck 28t ETH U-infra | 0.167 | 0.000 | 0.050 | tkm | [8], [10] |
| Energie | | | | | |
| Elektriciteit NL | 0.238 | 0.026 | 0.029 | MJ | [8] |
| Inzameling | | | | | |
| Inzameling huisvuil naar AVI | 6.19 | 0.00 | 90 | ton hha | [12], [39] |
| ophalen PMD | | | 186 | ton | [13] |
| Reverse vending machine | 17.46 | 1.91 | 1036 | ton | [20] |
| Reverse vending machine | | | 1953 | ton | [21] |
| Voorbehandeling & recycling | | | | | |
| Bottle recycling | 93.5 | 19.0 | 0.0 | ton | [12], [18] |
| Bottle recycling bonus | -1762.8 | -3.4 | -110 | ton | [12], [18] |
| netto drankenkarton subcoal | -787 | 0.11 | 49 | ton | [14], [16] |
| netto kunststof subcoal | -510 | 0.10 | 49 | ton | [9], [16] |
| Drankenkarton verpulpen netto | -90 | 0.64 | 5 | | [14], [13] |
| sorteren PMD | 23.8 | 2.6 | 191 | ton | [18], [13] |
| opbrengst ferro | | | -25 | ton | [13] |
| opbrengst non-ferro | | | -300 | ton | [13] |
| opbrengst drankenkarton | | | 5 | ton | [13] |
| recycling ferro excl. transport | 0.1309 | 0.9 | 77 | ton | [18], [40] |
| bonus ferro | -2010 | -167 | -25 | ton | [13], [19] |
| recycling non-ferro | 522 | 26.4 | 77 | ton | [18], [40] |
| bonus non-ferro | -13169 | -2111 | -300 | ton | [13], [19] |
| AVI | | | | | |
| Kunststof in AVI netto | 1613 | 59.9 | 110 | ton | [19] |
| Ferro in AVI incl bonus | -1156 | 242.7 | 102 | ton | [19] |
| Alu in AVI incl. bonus | -3914 | 640.0 | 52 | ton | [19] |

| activiteit | Finaal | | | een- heid | bron |
|----------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|--------------|------------|
| | CO ₂ eq. (kg) | afval (kg) | kosten (€) | | |
| Papier en karton in AVI | -578.25 | 6.1 | 110 | ton | [19] |
| Drankenkarton in AVI netto | -108 | 20.4 | 110 | ton | [14], [19] |
| Glas in AVI netto | 47 | 1000.0 | 110 | ton | [19] |