

Arthur D Little

***Beoordeling van
nascheiding voor
afvalverwerking***

Vertrouwelijk

In opdracht van:

Stichting EcoVerpakkingen

7 december 2005

Arthur D. Little Benelux NV

Willemswerf – Boompjes 40

PO Box 540

3000 AM Rotterdam

The Netherlands

www.adlittle.com

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	1
1. Inleiding	8
1.1. Aanleiding	8
1.2. Opdracht	8
1.3. Aanpak.....	8
1.4. Indeling van rapport	9
2. Beoordeling van nascheiding volgens Arthur D. Little	10
2.1. Conclusie van Arthur D. Little.....	10
2.2. Nascheiding bij verruimde systeemgrens	10
2.3. Criterium: Techniek	12
2.4. Criterium: Milieu	14
2.4.1. <i>Conclusie milieu</i>	14
2.4.2. <i>AMvB doelstellingen</i>	14
2.4.3. <i>CO₂ en finaal afval</i>	16
2.4.4. <i>Zwerfafval</i>	17
2.5. Criterium: Economie.....	17
2.5.1. <i>Conclusie economie</i>	17
2.5.2. <i>Kosten</i>	18
2.5.3. <i>Opbrengsten / afzetmarkten</i>	20
2.5.4. <i>Scheiding en afzetmarkten per fractie</i>	21
2.6. Criterium: Innovatiemogelijkheden bij nascheiding.....	30
2.7. Criterium: Strategische overwegingen op lange termijn	32
2.8. Criterium: Voordelen voor stakeholders	35
3. Overwegingen bij invoering nascheiding.....	39
3.1. Invoeringsstrategie nascheiding.....	39
3.2. Invoeringsomvang (effect van invoering op AVI's).....	40
3.3. Invoeringsnelheid	42
3.4. Invoeringslocatie	42
3.5. Invoeringskosten	43
4. Algemene beschouwing van beschikbare rapporten over nascheiding	43
4.1. Algemene beschouwing van het TNO rapport.....	45
4.2. Algemene beschouwing van kanttekeningen van PWC	47

Appendices

- I. Overzicht gebruikte afkortingen en definities
- II. Overzicht gebruikte bronnen
- III. Aantal benodigde nascheidingsinstallaties
- IV. Gevoeligheidsanalyse voor AVI-tarieven
- V. Simulatie van verruiming van de systeemgrens
- VI. Simulatie van business case voor een nascheidingsinstallatie
- VII. Netto trajectkosten van de alternatieven

Dit document werd opgesteld door Arthur D. Little Benelux N.V. (verder "ADL") in opdracht van de Stichting EcoVerpakkingen onder voorwaarden die de aansprakelijkheid van ADL op specifieke wijze beperken. De conclusies van dit document zijn het resultaat van het professionele oordeel van ADL doch gebaseerd op materiaal en informatie die aan ADL werden verstrekt door de Stichting EcoVerpakkingen en anderen. Het gebruik van dit document door om het even welke derde partij, zo toegestaan door ADL, voor om het even welk doel, ontslaat dergelijke derde partij niet van de noodzaak om de gepaste zorgzaamheid aan de dag te leggen bij het verifiëren van de inhoud van dit document. Elk gebruik dat een derde partij van dit document maakt, of elk beroep daarop, of alle op basis daarvan te nemen beslissingen, vallen onder de uitsluitende verantwoordelijkheid van zulke derde partij. ADL aanvaardt geen enkele verplichting of aansprakelijkheid ten opzichte van zulke derde partij, en geen enkele verantwoordelijkheid voor mogelijk schade geleden door om het even welke derde partij ten gevolge van beslissingen of acties, ondernomen op basis van dit document.

Samenvatting

A Beoordeling van nascheiding

Arthur D. Little is van mening dat invoering van nascheiding het meest aantrekkelijke traject is ten opzichte van PMD- en retourtrajecten voor de verwerking van het gemengde Nederlandse huishoudelijke afval omdat het de volgende voordelen biedt:

- **Bewezen technologie.** Alle individuele nascheidingsstations zijn in de praktijk voldoende bewezen om als gehele installatie gefaseerd ingevoerd te kunnen worden.
- **Significante milieuwinst.** Nascheiding levert een besparing op van:
 - **CO₂-uitstoot:** een vermindering van 360 kg per ton verpakkingenafval. Ten opzichte van PMD- en retourtrajecten is dit een besparing van respectievelijk 500 kg en 660 kg per ton.
 - **Finaal afval:** een besparing van 20 kg (14%) en 65 kg (35%) per ton verpakkingenafval ten opzichte van PMD- en retourtraject respectievelijk.

De AMvB-normen [24] worden al bij invoering van 3 nascheidingsinstallaties¹ behaald, met uitzondering van de PET-normen, welke bijvoorbeeld in CO₂-uitstoot door extra materiaal recycling en nuttige toepassing van overige kunststof fracties gecompenseerd kunnen worden. Bij volledige invoering (18 nascheidingsinstallaties) kan er vrijwel even effectief aan de specifieke eisen voor PET-recycling uit de AMvB kan worden voldaan als bij een volledig retoursysteem met hoge retourpremies. In deze context is het aan te bevelen om na te gaan in hoeverre 3 nascheidingsinstallaties extra CO₂-uitstoot compenseren die veroorzaakt wordt door de afschaffing van de meermaligheid van grote PET-flessen.

Arthur D. Little adviseert om de specifieke PET-normen uit de AMvB te heroverwegen en desgewenst te vervangen voor milieutechnisch effectievere en kostenefficiëntere maatstaven. De PET-normen staan een level playing field voor verpakkingen in de weg en zijn weinig kostenefficiënt voor CO₂-besparing. Ze hebben slechts betrekking op een klein deel van de verpakkingenmassa en leiden daardoor tot deelstroom-optimalisatie in plaats van procesmatige oplossingen van de totale zwerfafvalstroom.

- **Relatief lage kosten en investeringen.** De netto trajectkosten van nascheiding zijn € 200 per ton, ~10% lager dan retour en PMD-trajecten. Hierbij is het totale gemengde Nederlandse huishoudelijke afval als systeemgrens gehanteerd. Tevens kunnen netto trajectkosten van nascheiding op termijn met zeker 5% omlaag door ervarings- en schaaffecten, marktontwikkeling en innovatie (zie Appendix VI). Hierdoor kan de winstgevendheid van individuele nascheidingsinstallaties met zeker 30% toenemen, of kunnen de afvalverwerkingkosten voor burgers beperkt worden.

¹ De combinatie huisvuilscheidingsinstallatie (HVS) met aangebouwde nascheidingsinstallatie wordt hierna aangeduid met 'nascheidingsinstallatie'

Naast de laagste netto trajectkosten vereist nascheiding ook veruit het geringste investeringsvolume omdat de installaties veel goedkoper zijn dan AVI's. De additionele investeringen voor verwerking van het huidige afvaloverschot van 1.500 kton² per jaar zijn daarom bij nascheiding ~60% lager dan bij alle alternatieve trajecten, die bij verwerking hoofdzakelijk van verbranding uitgaan. De investeringen bedragen bij nascheiding ~€230 miljoen en bij de andere trajecten ~€569 miljoen. Er valt dus €339 miljoen aan investeringen te besparen indien het huidige afvaloverschot met nascheiding wordt weggewerkt (ten opzichte van retour- en PMD-trajecten die op verbranding zijn gebaseerd).

Simulatie toont verder aan dat een nascheidingsinstallatie profitabel te exploiteren is, zelfs in de huidige situatie waar nog niet alle afzetmarkten optimaal ontwikkeld zijn.

- **Groot innovatiepotentieel.** De netto trajectkosten van nascheiding kunnen op termijn met naar schatting zeker 5% verlaagd worden door innovatie in:
 - *Afzetmarkten:* door het ontwikkelen van innovatieve toepassingen worden nieuwe afzetmogelijkheden voor afgescheiden fracties ontwikkeld. Hierdoor wordt tevens additionele milieuwinst behaald (bijvoorbeeld REDOP).
 - *Procestechnologie:* verbetering van nascheidingseffectiviteit en –efficiency. Hierdoor wordt tevens additionele milieuwinst behaald.
 - *Verpakkingen:* door toepassing van bijvoorbeeld RFID technologie kan de scheidingsefficiency worden vergroot.

Arthur D. Little acht het innovatiepotentieel daarom groter bij nascheiding dan bij alle andere trajecten, waar het zich beperkt tot AVI-optimalisatie.

Door nascheiding snel in te voeren kan Nederland bovendien een internationale positie als innovator op gemengd huishoudelijk afvalverwerkinggebied opbouwen en haar unieke kennis en patenten internationaal vermarkten.

- **Flexibiliteit in Nederlands afvalverwerkingpark** (beter risicomangement). Door op termijn een mix van AVI's en nascheidingsinstallaties te creëren ontstaat een park dat:
 - Flexibel met eventuele milieunormverzwaring om kan gaan
 - Flexibel eventuele internationale verschuivingen van afvalstromen (bijvoorbeeld naar Oost Europa) tegen beduidend lagere kosten kan opvangen. Een gemengd afvalverwerkingpark zoals bij nascheiding (bevat AVI's met hoge én nascheidingsinstallaties met lagere vaste kosten) laat een beter load-management toe.
 - Flexibel op innovaties in recyclingmarkten en in procestechnologie kan inspelen
 - Flexibel op toekomstige veranderingen in samenstelling van de verpakkingen- en overige afvalstromen kan inspelen

Bij keuze voor een retour- of PMD-trajecten zou een afvalverwerkingpark ontstaan dat eenzijdig uit AVI's bestaat. Dit is *volledig inflexibel* op de bovenstaande 4 punten waardoor op termijn economische en milieutechnische risico's ontstaan.

- **Voordelen voor alle stakeholders.** Mits zorgvuldig gepland, zal de invoering van nascheiding alle betrokken partijen uiteindelijk meer voordelen dan nadelen bieden.

² Exclusief geplande capaciteitsuitbreiding van AEB (500 kton per jaar) en Twence (180 kton per jaar)

Voor de **Rijksoverheid** (VROM/Algemene Zaken/EZ) biedt nascheiding de mogelijkheid om milieuwinst te behalen die qua CO₂-reductie duidelijk verder gaat dan de AMvB doelstellingen. Bovendien levert nascheiding de geringste hoeveelheid finaal afval. De netto trajectkosten zijn het laagste wat indirect de koopkracht van de burger in stand houdt. Nederland kan het huidige afvaloverschot snel afbouwen en wordt daarbij minder afhankelijk van het buitenland. Nederland bouwt een internationaal concurrerend afvalverwerkingpark op, dat in toekomst flexibel en tegen relatief lage kosten op eventueel scherpere milieunormen en internationale veranderingen in afvalstromen in kan spelen. Indien Nederland snel op deze innovatieve technologie inspeelt, kan het nog een internationale positie als technologieleider op nascheidingsgebied opbouwen en haar ervaring en eventuele patenten aan het buitenland vermarkten.

Gemeenten hoeven veel minder te investeren in de bouw van kostbare AVI-capaciteit, waardoor financiële middelen voor andere doeleinden kunnen worden aangewend. Door de lage systeemkosten kunnen de afvalstoffenheffingen voor de burgers zeker gelijk blijven en wellicht in sommige regio's dalen, vooral als op termijn van markt- en procesinnovaties kan worden geprofiteerd. De afvalstoffenheffingen zullen potentieel ook aan minder prijschommelingen onderhevig zijn omdat een beter risicomanagement bij nascheiding waarborgt dat effecten van verandering van samenstelling en/of hoeveelheid van (internationale) afvalstromen veel flexibeler op te vangen zijn.

Bij een zorgvuldige geplande en getimede invoering zullen er voor de gemeenten geen nadelen aan nascheiding kleven. Potentiële problemen met contractsituaties en bezettingsgraden bij betreffende AVI's dienen te worden meegewogen bij het aanwijzen van locaties en bij het maken van een tijdsplanning.

Voor **burgers/consumenten** biedt nascheiding bovenal veel gebruiksgemak: extra bronscheiding is niet nodig en statiegeld op PET wordt afgeschaft. Afvalstoffenheffingen hoeven niet te stijgen en kunnen toekomstig mogelijk omlaag, wat indirect een positief effect zou hebben op de koopkracht van burgers. Daarnaast is de burger natuurlijk sterk gebaat bij de substantiële milieuverbetering.

Producenten / importeurs hebben baat bij nascheiding omdat het als enige traject een level playing field voor verpakkingen waarborgt. Verder zijn de netto trajectkosten en de lange termijn risico's bij nascheiding het laagst hetgeen voor hen in de context van producentenverantwoordelijkheid van belang is. De lage netto trajectkosten vertalen zich indirect in behoud van concurrentiepositie.

Nascheiding biedt **afvalverwerkers** de mogelijkheid beter risicomanagement te bedrijven doordat zij hun productiepark flexibeler kunnen maken voor stroomveranderingen op de afvalmarkt (hoeveelheid en samenstelling). Bovendien kunnen zij hun opgedane ervaring met nascheiding internationaal vermarkten. Van belang is voor hen verder dat nascheiding economisch aantrekkelijk is, met een significante upside in de toekomst door verdere innovatie, ervaring- en schaalearde effecten. De bestaande AVI-capaciteit blijft voornamelijk uitstekend benut. Met nascheiding zijn ze in staat om met een 60% *lager* investeringsniveau *sneller* op verwerking van het lucratieve afvaloverschot in te spelen.

B Schaal van invoering

Arthur D. Little adviseert om na een zorgvuldige invoeringsplanning zo snel mogelijk tenminste **3 nascheidingsinstallaties** te bouwen, om de volgende redenen:

- **AMvB normen** worden gehaald (met uitzondering van de PET-normen, welke compenseerbaar zijn in CO₂-uitstoot door extra materiaal recycling en nuttige toepassing van overige kunststoffracties).
- **Kritieke massa** wordt bereikt die nodig is voor de ontwikkeling van afzetmarkten. Bij invoering van ~3 nascheidingsinstallaties ontstaan er schaafeffecten die de opwerking van sommige afgescheiden stromen economisch en markttechnisch aantrekkelijker maken. Dit geldt bijvoorbeeld voor polyolefinen, drankenkartons en Subcoal. Innovatief onderzoek is beter mogelijk indien 3 nascheiders de kosten delen.
- **Geen onderbezetting van AVI-capaciteit** want de bouw van 3 installaties heeft geen nadelige invloed op de AVI-bezettingsgraad vanwege het huidige afvaloverschot.
- Waarborgt een **representatief** beeld over de milieutechnische en economische mogelijkheden van nascheiding. Het is aan te bevelen om de nascheidingsinstallaties bij Vagron en Omrin tegelijk te bouwen om zo een representatief beeld te krijgen van de economische mogelijkheden van nascheiding.
- **Beheersbaar invoeringsproces.**
- **Snel** te realiseren om zo pro-actief op het afvaloverschot in te spelen en milieuwinst te boeken. De installaties kunnen in 2007/2008 werkzaam zijn. Spoedige invoering zal bovendien een dempend effect hebben op de huidige aangekondigde plannen voor nieuwbouw van binnenlandse en buitenlandse AVI's, waardoor toekomstige overcapaciteit vermeden wordt.
- Draagt bij aan een omslag van denken van een **verbrandingsfilosofie** naar een **recyclingfilosofie**.

Indien er minder dan 3 nascheidingsinstallaties gebouwd zouden worden ontstaan drie risico's: gebrek aan kritieke massa, mogelijk gebrek aan representativiteit van het beeld dat over nascheiding ontstaat en het feit dat mogelijk de AMvB normen niet worden gehaald. Als er meteen met de bouw van meer dan 3 nascheidingsinstallaties zou worden begonnen ontstaat er een te complexe situatie om de invoering accuraat te kunnen plannen. Hierdoor ontstaat dan het risico van onderbezetting bij AVI's en/of contractbreuk die in hoge kosten kan resulteren.

Het huidige overschot gemengd Nederlands huishoudelijk afval bedraagt ~1.500 kton per jaar. Door de bouw van 3 installaties ontstaat een nascheidingscapaciteit van 690 kton per jaar. Indien voor de 3 nascheidingsinstallaties gebruik wordt gemaakt van de beschikbare nascheidingscapaciteit van Vagron en Omrin wordt het afvaloverschot gereduceerd tot ~1.350 kton per jaar. De schaalgrootte van 3 nascheidingsinstallaties zal geen significante bedreiging vormen voor de winstgevendheid van AVI's. Indien relevante AVI's zich toeleggen om een deel van dit afvaloverschot te verbranden, kunnen zij op hun beurt een deel van 'hun' huishoudelijk afval door de nieuwe nascheidingsinstallaties laten verwerken (afval 'swap'). De huidige omvang van het afvaloverschot (en de bijbehorende attractieve 'spotmarkt'-poorttarieven van > € 115 per ton) in relatie tot de 3 nascheidingsinstallaties biedt naar verwachting ruime

mogelijkheden om door welgeplande 'swaps' te voorkomen dat er hoge kosten voor onderbezetting en contractbreuk ontstaan bij de AVI's. Uiteraard kan een deel van het afvaloverschot ook rechtstreeks op nascheidingsinstallaties worden verwerkt, volume-'swaps' met AVI's is een optie, geen noodzaak. Nader onderzoek is op dit gebied nog nodig ter verificatie van het potentieel.

Vanwege de vele voordelen van nascheiding is het aan te bevelen om, nadat de 3 installaties naar tevredenheid functioneren, zo snel mogelijk het resterende afvaloverschot weg te werken door uitbreiding naar ~8 nascheidingsinstallaties. Hiermee worden de AMvB-normen positief overschreden en wordt het overschot aan brandbaar afval geheel weggewerkt. Dit heeft een potentieel preventieve werking op verdere nieuwbouw van AVI's en heeft bij zorgvuldige invoeringsplanning naar verwachting niet of nauwelijks effect op de bezettingsgraad van de bestaande AVI's.

Op basis van toekomstige ontwikkelingen in afval- en afzetmarkten, milieunormen, technische innovaties en toekomstige ervaringen met de gebouwde nascheidingsinstallaties in Nederland kan op termijn besloten worden technisch afgeschreven AVI's te vervangen door nascheidingsinstallaties. Op deze wijze kan de schaalgrootte van nascheiding verder toenemen, waardoor niet alleen additionele milieuwinst bereikt wordt, maar tevens de winstgevendheid van nascheiding zal toenemen (c.q. de kosten van verwerking kunnen dalen) en de innovatie verder gestimuleerd zal worden. In het totaal zou er in Nederland op langere termijn maximaal behoefte zijn aan 18³ nascheidingsinstallaties (4.140 kton per jaar verwerkingscapaciteit ofwel 'volledige invoering'). In dat geval zou er tevens nog een AVI-capaciteit van 4.400 kton nodig zijn (dit is 85% van de huidige AVI-capaciteit van 5.200 kton per jaar) en zou het afvaloverschot van 1.500 kton per jaar in zijn geheel zijn weggewerkt.

C Invoeringsstrategie

Het huidige afvaloverschot creëert een unieke *window of opportunity* om 3 nascheidingsinstallaties snel en economisch verantwoord in te voeren zonder dat significante kosten door AVI-onderbezetting waarschijnlijk zijn. Dit kan echter alleen indien de invoering zorgvuldig wordt gepland.

In eerste instantie lijken Omrin en Vagron geschikte locaties voor realisatie van de 3 nascheidingsinstallaties, omdat daar reeds huisvuilscheidingsinstallaties staan waar op relatief korte termijn met relatief geringe investeringen (~€ 10 miljoen per locatie) een volledige nascheidingsinstallatie, inclusief PE/PP-opwerklijn en pelletiseringsinstallatie, gebouwd kan worden.

Echter, om deze reden zal er in principe ook minder van het afvaloverschot weggewerkt worden bij keuze van deze locaties (hoewel Vagron nu door het Duitse stortverbod tijdelijk PPF bij Essent/VAM te Wijster laat verbranden).

³ Aanneمة dat de hoeveelheid huishoudelijk afval (3.940 kton in 2002) constant blijft

Tevens moet de specifieke contractsituatie van de voor de regio relevante AVI's worden bekeken.

Voor een definitieve beslissing over de invoeringslocaties is daarom een zorgvuldige invoeringsplanning vereist. In een dergelijk invoeringsplan zal onder andere met de volgende zaken rekening moeten worden gehouden:

- **Invoeringssnelheid en -omvang:** bijvoorbeeld fasering van de 3 in te voeren installaties, looptijd van relevante AVI-contracten, kosten en risico's van 'contractbreuk', technische levensduur van relevante AVI's.
- **Invoeringslocaties:** bijvoorbeeld analyse van economische en milieutechnische attractiviteit, verbrandingsmogelijkheden op basis van thermische capaciteit, bezettingsgraad, mogelijkheden om internationaal afval te verbranden, reeds voorhanden installaties / vergunningen / ruimte, logistieke optimalisatie.
- **Doelstellingen en tijdsplan:** bijvoorbeeld afspraken over tijdsplan van implementatie en doelstellingen (en hoe deze te meten) op korte en langere termijn voor de nieuwe nascheidingsinstallaties

Zoals vermeld volstaat de additionele afvalverwerkingscapaciteit die ontstaat door de bouw van 3 nascheidingsinstallaties slechts om het huidige afvaloverschot te verkleinen tot ~1.350 kton per jaar, ervan uitgaande dat Vagron en Omrin tot deze 3 behoren. De nieuwe AVI-projecten van AEB en Twence reduceren het afvaloverschot verder tot ~667 kton per jaar. Daarnaast zijn er nog verdere AVI-capaciteitsuitbreidingen in de planning in zowel Nederland als Duitsland. Arthur D. Little acht het van belang dat het resterende overschot niet verder wordt verkleind door de 'automatische' nieuwbouw van AVI's, totdat algemeen duidelijkheid bestaat over de voordelen van nascheiding. Bij elke beslissing over uitbereiding van AVI-capaciteit dient derhalve het alternatief om een nascheidingsinstallatie te bouwen serieus te worden overwogen.

D Beschouwing voorhanden rapporten over nascheiding

Arthur D. Little heeft zich in het vormen van een mening mede gebaseerd op de rapporten van TNO en PWC. Arthur D. Little stelt vast dat beide rapporten concluderen dat nascheiding verreweg het beste scoort op milieutechnische criteria en dat de kosten van nascheiding vergelijkbaar of lager zijn dan die van de retour- en PMD-trajecten.

PWC maakt enkele kanttekeningen bij nascheiding die voornamelijk betrekking hebben op afzetmarktontwikkelingen en implementeerbaarheid. Naar de mening van Arthur D. Little zijn deze opmerkingen echter uiteindelijk niet steekhoudend genoeg om van nascheiding af te zien. Arthur D. Little classificeert daarom de mening van PWC als 'behoudend' ten opzichte van het traject nascheiding.

Simulatie van verlegging van de systeemgrens (van de TNO 'verpakkingenstroom' naar de 'totale Nederlandse gemengde huishoudelijke afvalstroom') toont aan dat de relatieve economische en milieutechnische voordelen van nascheiding ten opzichte van de PMD- en retourtrajecten verder toenemen.

E Afvalverwerkingsfilosofie

Het is van belang te benadrukken dat de keuze van een inzameltraject (retour/nascheiding/ PMD-traject of variant hierop) impliciet ook een keuze is voor de basisfilosofie van afvalverwerking: *verbranden of nuttig toepassen/recyclen*.

PMD- en retourtraject zijn meer gericht op de *verbrandingsfilosofie*, omdat bij deze trajecten beduidend grotere volumina afval verbrand *moeten* worden en er zodoende bovendien meer finaal afval ontstaat. PMD- en retourtraject kennen door de verbrandingsfocus weinig flexibiliteit om op eventueel scherpere toekomstige milieunormen in te spelen. Als de capaciteit van het Nederlandse AVI-park eenmaal is aangepast aan verwerking van het huidige afvaloverschot, dan zal er kostbare onderbezetting ontstaan indien er dan (bijvoorbeeld onder druk van milieunormverzwaring) alsnog nascheidingsinstallaties gebouwd moeten worden, of indien er door marktkrachten afval geëxporteerd zou gaan worden.

De *recyclingfilosofie* sluit beter aan bij nascheidingstrajecten omdat daar beduidend grotere volumina nuttig toegepast *kunnen* worden. De uitstoot van CO₂ is hier veel lager en de flexibiliteit is groter voor het opvangen van veranderingen in hoeveelheid of samenstelling van het afval.

PMD- en retourtrajecten laten geen economisch realistische combinatie met een nascheidingstraject toe, omdat dan dubbele kosten ontstaan en de filosofieën van deze trajecten fundamenteel verschillen.

F Rol van de Rijksoverheid

Het is van belang dat VROM een eenduidige basisfilosofie voor afvalverwerking op lange termijn communiceert. Momenteel kan hierover verwarring heersen omdat de (indirecte) communicatie vanuit VROM voor diverse partijen conflicterende boodschappen lijkt te bevatten.

Enerzijds wordt de recyclingfilosofie benadrukt (bijvoorbeeld hogere recyclingdoelen in AMvB), maar anderzijds kunnen bepaalde signalen als verbrandingsfilosofie worden geïnterpreteerd (bijvoorbeeld opheffing moratorium op verbranding in 2003, bevreedende specifieke PET-normen die een knipoo naar retourtrajecten lijken, beperkte huidige bijstook-limiet van biomassa-rijke Subcoal in elektriciteitscentrales). Zodra VROM een duidelijke filosofie heeft gecommuniceerd hebben de betrokken partijen duidelijkheid die ze beter in staat stelt om investeringen in afvalverwerkingsinstallaties en afzetmarkten te overwegen.

In het verleden hebben diverse initiatieven richting nuttige toepassing en recycling weinig ondersteuning van VROM gekregen. Vagron zocht tevergeefs steun bij de overheid toen aanloopproblemen met haar innovatieve biovergistingsinstallatie destijds tot financiële problemen leidde (bijvoorbeeld weigering tijdelijke ontheffing van stortbelasting).

Gezien de significante bijdrage die nascheiding aan het milieu en de innovatiestimulering in Nederland zal leveren, zou VROM kunnen overwegen deze innovatie te stimuleren door bedrijven die in nascheiding willen stappen te ondersteunen met kennis en eventueel met financiële middelen. Ook bedrijven die overwegen secundaire brandstoffen, digestaat of kunststof recyclaten af te nemen zouden ondersteund kunnen worden qua wetgeving (bijvoorbeeld het % biomassa dat in een kolencentrale mag worden verstoekt) en/of op financieel gebied.

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Begin 2005 heeft de Stichting EcoVerpakkingen (SEV) namens het Centraal Bureau Levensmiddelenhandel (CBL) en de Federatie Nederlandse Levensmiddelen Industrie (FNLI) een studie door TNO laten uitvoeren naar een structurele lange termijn oplossing voor verpakkingen in de afvalfase, gelet op de afloop van het Convenant Verpakkingen III eind 2005.

Omdat er van de kant van VROM en de VNG bedenkingen tegen het TNO rapport waren, hebben het ministerie van VROM (hierna: VROM), SenterNovem en SVM-PACT het consortium van CREM, IVAM en PWC (gezamenlijk hierna: PWC) opdracht gegeven om eveneens onderzoek naar de invulling van het lange termijn verpakkingbeleid in Nederland te doen. Als resultaat uit dit onderzoek is op 30 november 2005 de rapportage verschenen.

1.2. Opdracht

Gezien de ophef heeft Stichting EcoVerpakkingen (SEV) ter verificatie aan Arthur D. Little verzocht haar mening te geven over de aantrekkelijkheid van nascheiding als lange termijn oplossing voor de verwerking van het huishoudelijk afval. Hierbij was rekening te houden met al beschikbare rapporten (TNO rapport: *“Oplossingsrichtingen voor het beheer van huishoudelijk verpakkingenafval in Nederland”* en PWC rapport *“Onderzoek naar de invulling verpakkingenbeleid op lange termijn”*).

1.3. Aanpak

In samenspraak met de opdrachtgever heeft Arthur D. Little zich geconcentreerd op interpretatie van de beschikbare rapporten en desk research om de gehanteerde logica te verifiëren, waar relevant aangevuld met interviews om belangrijke aannames en data te controleren.

Onderzoek naar alternatieve trajecten voor de verwerking van het huishoudelijk afval valt buiten de reikwijdte van de studie.

Arthur D. Little heeft het traject nascheiding conform definitie uit de TNO studie als uitgangspunt genomen en heeft dit waar relevant met door TNO en PWC aangevoerde alternatieve trajecten vergeleken. In dit rapport wordt aan de volgende alternatieven gerefereerd:

- ‘Nascheidingstraject’ (conform definitie TNO, tevens Variant 1 van PWC)
- ‘Retourtraject’ (brengsysteem; conform definitie TNO, ~ vergelijkbaar met Variant 2 en 4 van PWC)
- ‘PMD-traject’ (haalsysteem; conform definitie TNO, ~ vergelijkbaar met Variant 3 van PWC)
- ‘Brengetraject’ (PWC introduceert deze variant waarin kunststof analoog aan glas in kunststof bakken gedeponeerd wordt door consumenten)

Nota bene. De varianten van PWC zijn gebaseerd op de trajecten uit het TNO-rapport, aangepast met extra kunststofinzameling en -sortering om aan de normen van de AMvB te kunnen voldoen.

Arthur D. Little heeft samen met TNO de berekeningen en aannames uit het TNO rapport geanalyseerd. Door de recente opleveringstermijn zijn de details, en berekeningen van PWC niet bekend. Dit rapport veronderstelt inhoudelijke kennis van het TNO en het voorlopige PWC rapport.

1.4. Indeling van rapport

In hoofdstuk 2 worden de alle voor- en nadelen van nascheiding ten opzichte van retour- en PMD-trajecten in detail besproken. Tevens adresseert het welke belangrijke strategische overwegingen er spelen op de lange termijn en op macro-economisch niveau.

Hoofdstuk 3 behandelt aspecten die voor de invoering van nascheiding in Nederland van belang zijn. In hoofdstuk 4 worden de rapporten van TNO en PWC op hoofdlijnen besproken.

Appendix I geeft een overzicht van de gehanteerde afkortingen; Appendix II vermeldt een overzicht van gebruikte bronnen. De Appendices III-VII tonen berekeningsdetails voor diverse scenario's.

2. Beoordeling van nascheiding volgens Arthur D. Little

2.1. Conclusie van Arthur D. Little

Arthur D. Little is van mening dat invoering van nascheiding het meest aantrekkelijke traject is voor de verwerking van het gemengde Nederlandse huishoudelijke afval vanwege de volgende aspecten:

Voordelen

- Bewezen technologie
- Significante milieuwinst
- Relatief lage kosten en investeringen
- Groot innovatiepotentieel
- Flexibiliteit in Nederlands afvalverwerkingpark
- Voordelen voor alle stakeholders

Nadelen

- De invoering zal eenmalig additioneel planningswerk vergen om oplossingen te vinden voor eventuele conflicten met bestaande AVI-contracten en om eventuele swaps met afvalstromen te plannen en te onderhandelen. Tevens zullen er nieuwe vergunningen moeten worden aangevraagd.
- Bij afschaffing van statiegeld op PET-flessen neemt de hoeveelheid zwerfafval mogelijk licht toe (toename aantal eenheden zwerfafval met 8% [10]). Arthur D. Little is echter van mening dat de zwerfafvaldiscussie een separate issue is die alleen effectief kan worden aangepakt indien voor een integrale benadering van de gehele productlevenscyclus van alle componenten in het zwerfafval gekozen wordt.

In de volgende hoofdstukken worden de bovengenoemde voor- en nadelen van nascheiding ten opzichte van retour- en PMD-trajecten in meer detail besproken. Allereerst wordt toegelicht wat de implicaties zijn voor de scores van nascheiding per criterium indien de systeemgrens uit het TNO rapport verruimd wordt van 'verpakkingenstroom' naar 'de gemengde huishoudelijke afvalstroom'.

2.2. Nascheiding bij verruimde systeemgrens

Indien nascheiding in Nederland wordt ingevoerd dan zal de inputstroom van de nascheidingsinstallatie uiteraard niet alleen uit verpakkingen bestaan, maar uit het gemengd huishoudelijk afval, eventueel in combinatie met bedrijfsafval. De vraag is dan of de voordelen van nascheiding zoals beschreven door TNO nog steeds standhouden.

De meest essentiële verandering bij verwerking van de gehele gemengde huishoudelijke afvalstroom ten opzichte van de door TNO gesimuleerde verpakkingenafvalstroom is dat de totale stroom gemengd huishoudelijk afval een grote ONF component bevat (40% op massabasis). Naast de 27,7% verpakkingen die door TNO als basis is genomen bestaat het gemengde huishoudelijke afval voor vooral uit ONF, kunststof, hout, papier en glas. Per criterium heeft dit de volgende invloed:

- **Technische haalbaarheid.** Hier zijn geen problemen te verwachten want alle nascheidingstations zijn of representatief getest, of al de facto operationeel bij de verwerking van gemengd huishoudelijk afval (Vagron, Pellenc/Frankrijk, MBRA Münster).
- **Milieu.** De potentiële milieuwinst van nascheiding ten opzichte van retour- en PMD- trajecten zal toenemen indien de input bestaat uit de gehele gemengde huishoudelijke afvalstroom.

Dit komt omdat de relatief grote ONF stroom (~40% van het gemengde huishoudelijk afval) bij nascheiding juist wordt afgescheiden in plaats van verbrand in een AVI. Er wordt vooral energie (CO₂) bespaard doordat onbrandbare fracties (zand, glas, grind, etc.) bij nascheiding uit het ONF gewassen worden en dus niet 'verbrand' (opgewarmd) worden in een AVI. De reststroom van 'gezuiverd' ONF kan verder gebruikt worden voor biogasopwekking in plaats van te worden verbrand in een AVI. Biogas kan gebruikt worden om elektriciteit op te wekken waarmee CO₂-uitstoot van fossiele brandstof voorkomen wordt.

De hoeveelheid finaal afval daalt ook significant (met minimaal 10% ten opzichte van bronscheidingstrajecten) en het percentage teruggewonnen metalen is bij nascheiding 8% hoger wat leidt tot een hoger materiaal recyclingpercentage. (zie Appendix V).

- **Economie.** Simulatie van de business case voor een nascheidingsinstallatie die gemengd huishoudelijk afval verwerkt (zie §2.5.2) laat zien dat er een duidelijke winstgevende business case voor nascheiding bestaat, zelfs als nog niet alle afzetmarkten volledig ontwikkeld zijn (zie Appendix VI). De drijvende krachten voor de positieve business case zijn de volgende:
 - zware, niet brandbare fracties uit het afval worden afgescheiden en nuttig toegepast of gerecycled in plaats van verbrand in een AVI. Dit vermijdt relatief veel tonnen (onbrandbaar!) afval die anders in een AVI zouden zijn beland.
 - Lichtere, waardevolle fracties uit het afval worden afgescheiden en nuttig toegepast of gerecycled in plaats van verbrand in een AVI.

De conservatief gesimuleerde business case laat zien dat een nascheidingsinstallatie jaarlijks € 4,6 miljoen operationeel resultaat (exclusief € 1,09 miljoen MEP subsidie) kan behalen op een investering van € 35 miljoen.

Simulatie van de opbrengsten per fractie bij verruiming van de systeemgrens (zie Appendix V) toont aan dat verwerking van de niet-verpakkingenfractie minimaal € 2 per ton goedkoper is dan verwerking van de verpakkingenstroom: de netto trajectkosten van nascheiding op het gemengd huishoudelijk afval van € 198 per ton zouden bij verwerking van uitsluitend verpakkingen op € 199,46 uitkomen (aannname: aandeel niet-verpakkingen in totale stroom is 73%).

Bij verruimde systeemgrens zal het grote ONF-aandeel in de afvalstroom voor een iets snellere doorzet zorgen, wat een gunstige invloed op de netto trajectkosten van bronscheidingstrajecten heeft. Dit effect wordt echter naar verwachting ruimschoots teniet gedaan door hogere storkosten voor de met minimaal 14% toegenomen hoeveelheid finaal afval.

- **Overige criteria.** Geen invloed

Arthur D. Little concludeert dat nascheiding op de totale Nederlandse huishoudelijke afvalstroom geen van de voordelen van het traject nascheiding (zoals genoemd door TNO) zal laten verdwijnen. In tegendeel, de milieutechnische en economische voordelen zullen in absoluut en relatief opzicht verder verbeteren ten opzichte van alternatieve bronscheidingstrajecten.

2.3. Criterium: Techniek

Nascheiding is een innovatieve filosofie. Vanwege dit innovatieve karakter kan nascheiding alleen geëvalueerd worden op basis van de werkzaamheid van de techniek bij individuele stations (scheidingsstappen) en niet op basis van een integraal trajectvoorbeeld. Er is nergens ter wereld ervaring met het gehele proces in één installatie op één locatie⁴.

De techniek van het nascheiden is voldoende bewezen om met de beoogde doelen in Nederland ingevoerd te worden:

- Effectieve en efficiënte werking is technologisch bewezen in tests en/of in dagelijks gebruik per individueel scheidingsstation (voor ONF, Metalen, PPF, drankenkartons, (HD)PE/PP en PET)
- Alle individuele scheidingsstations zijn met elkaar verbonden door een eenvoudige transportband, waardoor de onderlinge scheidingsstations probleemloos in een keten kunnen functioneren
- Alle tests zijn representatief voor de beoogde schaalgrootte (230 kton per jaar per installatie)
- Alle tests zijn uitgevoerd met representatief afval (gemengd huishoudelijk afval met gemiddelde Nederlandse samenstelling en eventueel aantrekkelijk bedrijfsafval)

Dit betekent dat een nascheidingsinstallatie technisch werkt en effectief en efficiënt het Nederlandse huishoudelijke afval kan nascheiden. Alleen bij de (externe) opwerking van *enkele* nagescheiden fracties tot specifieke economisch interessante grondstoffen zijn niet alle processtappen op grote schaal bewezen, omdat dit deels om innovatieve oplossingen gaat:

- Alle opwerkingsprocesstappen zijn echter wel op praktijkschaal succesvol getest. De technische kwesties die daar gerapporteerd werden zijn naar inschatting van Arthur D. Little oplosbaar.
- Vanwege uitblijvende innovatieprikkel in het huidige systeem wordt hier momenteel weinig onderzoek naar gedaan.
- Deze aandachtspunten hebben echter geen enkele invloed op het al dan niet technisch functioneren van een nascheidingsinstallatie.

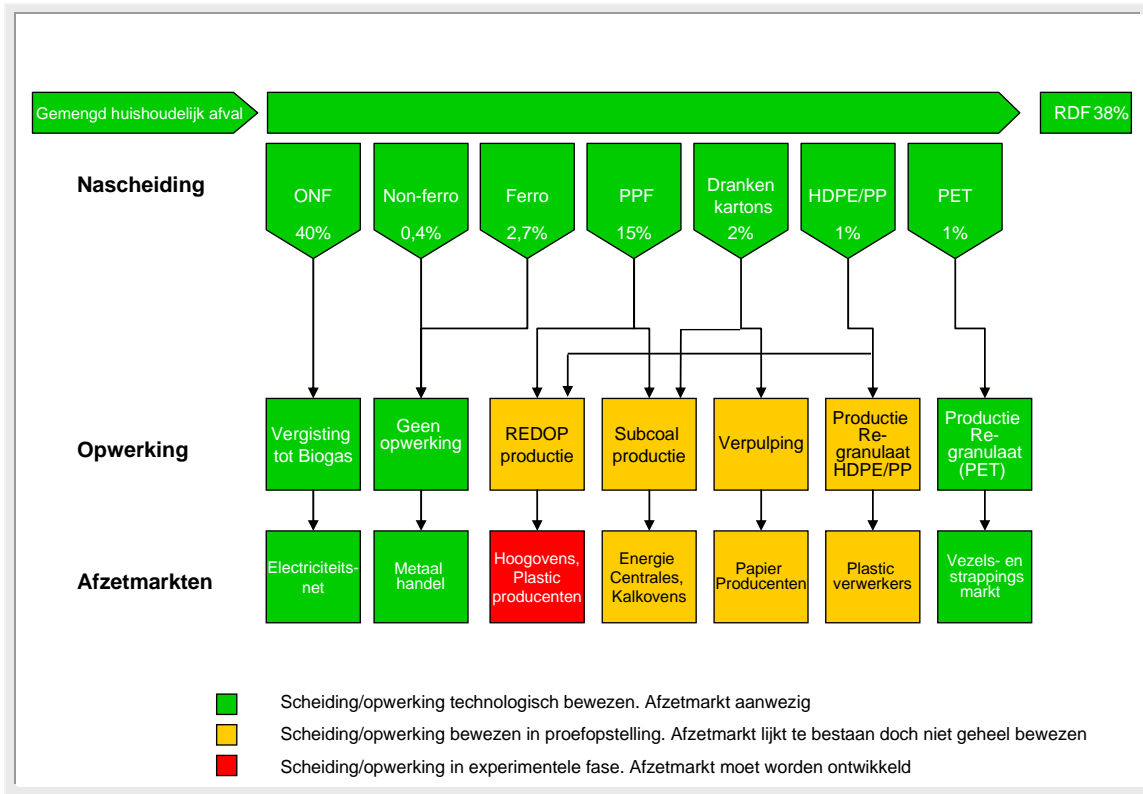
Figuur 1 geeft een vereenvoudigde weergave van het nascheidingsproces en illustreert dat:

- *Nascheiding* op zich technisch volledig bewezen is
- De *opwerkingsstappen* grotendeels technisch bewezen zijn
- Enkele *afzetmarkten* voor nascheidingsproducten nog verder ontwikkeld moeten worden (hoewel veel interesse aanwezig is)

De groene vlakken geven aan welke stappen technisch bewezen zijn en waar producten op bestaande markten worden afgezet. De gele vlakken geven aan dat het proces in een proefopstelling bewezen is of dat er een duidelijke markt voor lijkt te bestaan. Voor de rode vlakken geldt dat het proces experimenteel bewezen is en dat een afzetmarkt nog ontwikkeld moet worden, maar dat belangstelling groot is.

⁴ Zeer recent (sept. 2005) is er een nascheidingsinstallatie opgeleverd in Albacete, Spanje met een capaciteit van 100 kton (Bron: Ecoverpakkingen)

Figuur 1: Overzicht van knelpunten in het nascheidingstraject (vereenvoudigde weergave)



Nascheiding met automatische sortering is op industriële schaal getest met gemengd Nederlands huishoudelijk afval in de sorteerplant MBRA-Münster (100 kton restafval verwerkingscapaciteit per jaar) van de Duitse afvalverwerkingsfirma Rethmann (Remondis A.G.). Deze installatie verwerkt normaliter gemengd afval waaruit (door middel van bronscheiding) PMD-afval verwijderd is. Deze stroom is vergelijkbaar met die van Omrin en Vagron, waar na afscheiding van ONF gemiddeld 120 kton per jaar overblijft dat door de verschillende scheidingsstappen gaat. Bovendien is in september 2005 in Albacete, Spanje, een nascheidingsinstallatie gebouwd met een volume van 100 kton per jaar op basis van een capaciteit van 40 ton per uur. Potentieel kan deze installatie in continu bedrijf bij een 85%-bezettingsgraad ~300 kton per jaar verwerken.

Recycling is geen nieuwe markt. Voor metalen en PET bestaat een grote markt die een groei van het aanbod moeiteloos kan opvangen. Voor een aantal fracties die bij nascheiding kunnen worden afgescheiden zijn de markten in Nederland nog minder ontwikkeld. HDPE/PP en drankenkartons worden al jaren toegepast in het buitenland, verdere groei zal onder andere door een betere marktwerking en marktontwikkeling in Nederland tot stand kunnen komen.

Nederlandse en Europese wetgeving is overigens een beperkende factor voor toepassing van nascheidingsproducten op bepaalde markten. Zo is momenteel het gebruik van PET dat uit afval wordt nagescheiden voorlopig verboden voor voedseltoepassingen in een aantal Europese landen (Italië, België Spanje), terwijl het in andere landen wel weer is toegestaan. De opstelling van de (nationale) overheden ten opzichte van nascheidingsproducten is een belangrijke factor bij de invoering van nascheiding.

Nascheiding is gebaat bij een pragmatische opstelling waarbij niet naar afkomst van grondstoffen, maar naar de werkelijke kwaliteit van secundaire grondstoffen wordt gekeken.

In §2.5.3 wordt verder ingegaan op de afzetmarkten voor de verschillende stoffen.

2.4. Criterium: Milieu

2.4.1. Conclusie milieu

Arthur D. Little onderschrijft alle relevante conclusies en berekenmethodes uit de TNO studie.

De TNO studie toont aan dat nascheiding verreweg het meest positieve milieueffect heeft. PWC heeft dit in haar voorlopige rapport eveneens bekrachtigd.

Arthur D. Little onderschrijft voorts de conclusies van TNO dat nascheiding een CO₂-uitstoot van 362 kg per ton verpakkingenafval vermijdt. Ten opzichte van PMD- en retourtrajecten is dit een besparing van respectievelijk 496 kg en 658 kg per ton. Nascheiding reduceert de hoeveelheid finaal afval van 17 kg (14%) en 65 kg (35%) per ton verpakkingenafval ten opzichte van PMD- en retourtrajecten respectievelijk.

Door het totale gemengde Nederlandse huishoudelijke afval als systeemgrens te kiezen zullen de voordelen van nascheiding ten opzichte van beide alternatieve trajecten alleen maar toenemen.

De AMvB normen worden al bij 3 nascheidingsinstallaties behaald, met uitzondering van de PET-normen, welke bijvoorbeeld in CO₂-uitstoot door extra materiaal recycling en nuttige toepassing van overige kunststoffracties gecompenseerd kunnen worden.

Arthur D. Little ziet statiegeld niet als een effectieve en efficiënte oplossing voor het zwerfafvalprobleem. Deze kan alleen verkregen worden door het probleem *afzonderlijk* en *integraal* voor de gehele levensketen van alle componenten in het zwerfafval te behandelen.

In de volgende secties wordt nader ingegaan op het behalen van de AMvB doelstellingen, CO₂-winst en hoeveelheid finaal afval (en samenstelling ervan).

2.4.2. AMvB doelstellingen

Bij nascheiding op basis van NASKAS⁵ wordt de AMvB norm van 27% materiaalrecycling van kunststof verpakkingen al na de realisatie van 3 installaties behaald. Momenteel wordt 21% van de 523 kton per jaar kunststof verpakkingen hergebruikt. Om de 27% doelstelling voor materiaalrecycling te kunnen halen moet dan ~31 kton per jaar extra worden afgescheiden. Per installatie van 230 kton per jaar wordt 11 kton per jaar kunststof gerecycled. Hiervoor zijn krap 3 installaties nodig.

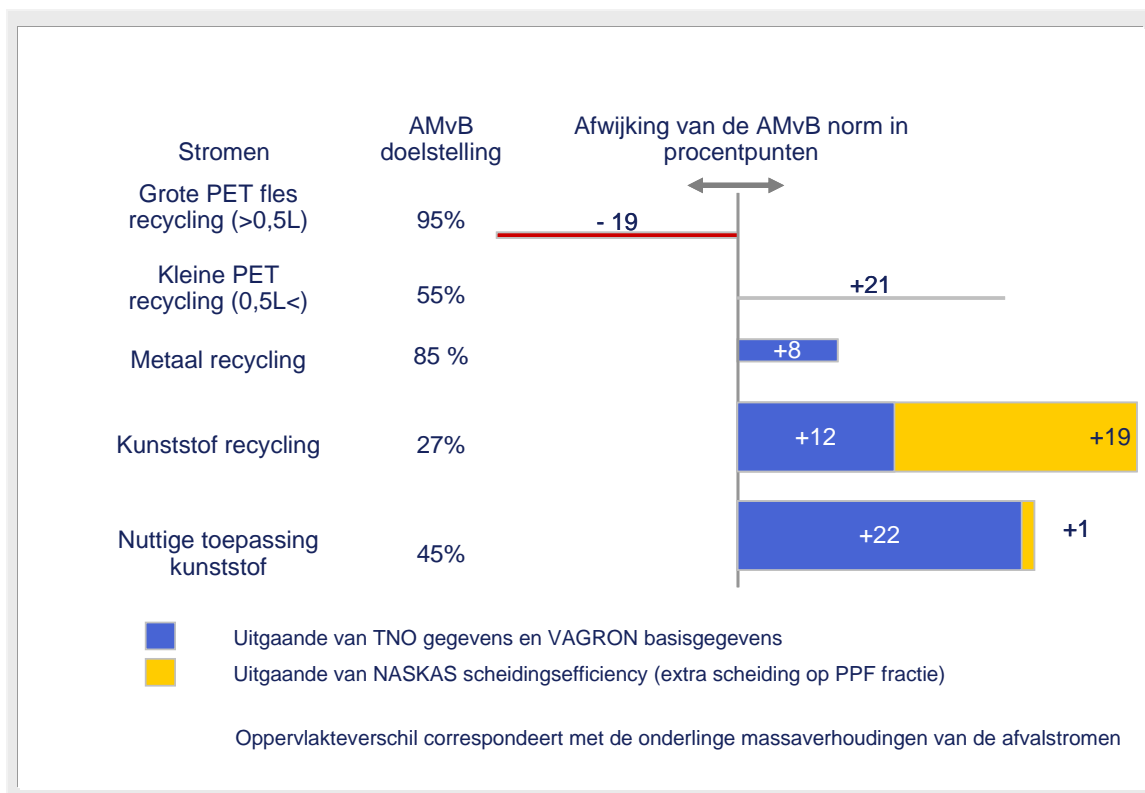
Bij representatieve praktijkproeven met nascheiding zijn scheidingspercentages van 94% behaald. Met kleine technische aanpassingen (zie hierna) is het naar verwachting mogelijk om de 95% PET-doelstelling te halen bij volledige landelijke invoering van nascheiding (18 installaties). De overige beschreven trajecten

⁵ Het NASKAS proces gaat in vergelijking met de conservatief gerekende TNO variant uit van extra afscheiding van kunststof

zullen zonder hoge retourpremie de doelstelling vermoedelijk niet halen omdat het retourpercentage dan niet hoog genoeg is. Dit geldt ook voor een PMD-systeem, omdat er PET-verlies zal zijn naar de gewone afvalzak (vergelijk FostPlus ervaring).

Op alle andere milieudoelen uit de AMvB scoort nascheiding beter dan de norm (zie Figuur 2) en tevens beduidend beter dan de alternatieve trajecten. De verklaring hiervoor is dat bij nascheiding op alle kunststoffracties afgescheiden wordt, terwijl bij bronscheiding slechts een selecte fractie afgescheiden wordt.

Figuur 2: Mate waarin nascheiding aan de AMvB-doelstelling voldoet (verschil in procentpunten met de norm bij 18 nascheidingsinstallaties)



TNO hanteert in haar rapport een (conservatief) nascheidingspercentage van 76% voor PET, drankenkartons en HDPE/PP. Op grond van dit scheidingspercentage is nascheiding bij volledige invoering (18 installaties) 19 procentpunten verwijderd van de doelstelling voor grote PET-flessen van 95%. In recente praktijkproeven zijn echter scheidingspercentages aangetoond die aanzienlijk hoger zijn: ruim 94%. Een tweetal technische aanpassingen kan de scheidingsefficiency echter verhogen tot of voorbij 95%. Als eerste kan (een gedeelte van) de stroom door een transportband opnieuw langs het PET-scheidingstation, worden gevoerd waardoor er een tweede scheiding plaatsvindt op de stroom. De tweede mogelijkheid is het aanbrengen van een tweede scheidingstation. Dergelijke investeringen moeten tegen de baten worden afgewogen, maar kunnen uit hoofde van scheidingseffectiviteit (zuiverheid nagescheiden fractie) nodig zijn. Extra terugwinning van bijvoorbeeld 10% van een verhoudingsgewijs kleine volumestroom

weegt wellicht niet op tegen de winst die met dezelfde investering op een andere stroom gehaald kan worden (zoals overige kunststoffen). Figuur 1 illustreert dat PET een kleine stroom is binnen het afval. Het behalen van de 27% kunststof doelstelling geeft in absolute zin grotere CO₂-winst en sterkere reductie van finaal afval.

De AMvB-doelstelling voor metalen is 85% materiaalhergebruik. Bij nascheiding wordt op metalen een hogere scheidingsefficiëntie gehaald van respectievelijk 95% voor ferro-metalen en 80% voor non-ferro metalen. Het gewogen gemiddelde hergebruikpercentage komt daarmee op 92,9%.

Voor kunststoffen worden de AMvB-percentages ruim gehaald. Uitgaande van informatie van TNO en Commissie Verpakkingen wordt het kunststof hergebruikpercentage met 12 procentpunten overschreden. NASKAS (waarbij een extra scheiding op de PPF-fractie plaatsvindt) maakt een verdere verhoging van het hergebruikpercentage met 19 procentpunten tot 58% mogelijk.

2.4.3. CO₂ en finaal afval

Het nascheidingstraject levert volgens Arthur D. Little de volgende milieuvoordelen:

- **Substantieel lagere CO₂-uitstoot.** De goede score op dit criterium komt vooral doordat er meer materiaal hergebruik is, meer afval nuttig wordt toegepast (in plaats van verbrand) en doordat er minder transportbewegingen voor de inzamelstructuur vereist zijn.
- **Minder finaal afval.** Doordat er meer afval nuttig wordt toegepast (in plaats van verbrand) ontstaat er tevens minder finaal afval dat gestort moet worden.

Zowel TNO als PWC hebben dezelfde visie.

TNO concludeert dat 'nascheiding veruit de laagste uitstoot in CO₂-equivalenten kent⁶'. Nascheiding vermijdt een uitstoot van 362 kg per ton verpakkingsafval. Ten opzichte van het PMD traject is dit een besparing van 496kg per ton verpakkingsafval.

PWC bevestigt de aantrekkelijkheid van nascheiding wat betreft vermindering van CO₂-uitstoot. Nascheiding levert een 50% lagere CO₂-uitstoot dan het PMD-traject (278 kton versus 559 kton per jaar).

Volgens TNO levert nascheiding voorts ten opzichte van een PMD-traject een afname van 14% (17kg) finaal afval per ton verpakkingenafval. PWC berekent dat er bij nascheiding 40% minder finaal afval vrij komt dan bij een PMD-traject (13,5 kton versus 21,7 kton per jaar).

De voordelen van nascheiding betreffende CO₂-uitstoot en finaal afval zijn door TNO en PWC becijferd met de verpakkingenfractie als systeemgrens. Het huishoudelijke afval bestaat ook voor 72% uit een niet-verpakkingenfractie. Simulatie toont aan dat nascheiding ook deze niet-verpakkingenfractie veel milieuvriendelijker verwerkt dan retour- en PMD-trajecten: zowel de CO₂-uitstoot als het volume finaal afval zijn substantieel lager. Dit milieuvoordeel ontstaat doordat wordt voorkomen dat grote fracties onbrandbaar afval (zand, grof inert materiaal en digestaat) naar een AVI gaan. Deze stoffen verbranden (bijna) niet en komen grotendeels in slakken terecht als ze in een AVI worden verbrand. Bij nascheiding worden deze fracties afgescheiden om als bouwstof te worden benut. Zand en grof inert vallen onder het bouwstoffenbesluit als categorie-1 bouwstof. Digestaat, het restproduct bij vergisting, is minder toxisch dan AVI-slakken en kan als categorie-2 bouwstof worden afgezet. Momenteel wordt digestaat afgezet als

⁶ Berekenmethode op basis van vermeden gebruik van fossiele brandstoffen

component voor Hydrostab (toepassing als stortplaatsafdekking, echter de markt voor dit product is beperkt).

2.4.4. Zwerfafval

Zwerfafval heeft een signaalfunctie en is lange tijd gebruikt om aandacht te vragen in de discussie over milieuvraagstukken. Het vormt echter in vergelijking met bijvoorbeeld CO₂-emissie een geringe feitelijke bedreiging voor het broeikas-effect. De discussie over zwerfafval dient daarom in de juiste verhouding gezien te worden.

Nascheiding biedt weliswaar geen directe oplossing voor het zwerfafvalprobleem, het biedt wél de grootste absolute milieubijdrage in reductie van CO₂-uitstoot. Doordat nascheiding relatief de laagste systeemkosten heeft, zouden er eventueel fondsen vrijgemaakt kunnen worden voor algemene zwerfafvalpreventie. Dergelijke initiatieven hebben als bijkomend voordeel dat zij gericht zijn op alle soorten zwerfafval - niet alleen de PET-flessen.

Zwerfafval is ketenprobleem; het kan alleen effectief worden aangepakt als er voor een integrale benadering gekozen wordt. Momenteel wordt er bij zwerfafvalpreventie uitsluitend geconcentreerd op het einde van de keten: alle aandacht en resources richten zich op het opvoeden van de consument.

Om het probleem echter grondig aan te pakken dient er ook aandacht aan het begin van de keten besteed te worden: de producent. Er is op dit moment geen enkele prikkel voor producenten om door middel van productinnovatie het zwerfafvalprobleem te bestrijden (bijvoorbeeld biologisch afbreekbare kauwgom/sigarettenpeuken/verpakkingen).

Indien de zwerfafvaldiscussie aan de verbrandings-/nascheidingsdiscussie wordt gekoppeld bestaat het gevaar dat het zwerfafvalprobleem wederom te eenzijdig benaderd gaat worden. Om die reden ziet Arthur D. Little de discussie van zwerfafval als een afzonderlijk te behandelen onderwerp.

2.5. Criterium: Economie

2.5.1. Conclusie economie

De trajectkosten voor nascheiding liggen minimaal 10% lager dan de trajectkosten van de bronscheidingstrajecten. De netto trajectkosten van nascheiding liggen op € 198 per ton, en bedragen € 221 en € 223 per ton voor de PMD- en retourtrajecten respectievelijk (Basis: Appendix VI en VII). Tevens kunnen de nascheidingskosten op termijn verder omlaag door ervarings- en schaaffecten, marktontwikkeling en innovatie.

Nascheiding maakt bovendien een aanzienlijke besparing op het investeringsvolume mogelijk. Om het huidige afvaloverschot van 1.500 kton te verwerken is voor het nascheidingstraject een 60% lager investeringsvolume nodig dan bij bronscheidingstrajecten.

Hoewel er nog duidelijk ontwikkelingspotentieel ligt in enkele afzetmarkten, is een nascheidingsinstallatie ook zonder dit potentieel en zonder subsidies profitabel te exploiteren.

In de volgende paragrafen worden de netto trajectkosten, de mogelijke opbrengsten en de investeringen nader toegelicht.

2.5.2. Kosten

De trajectkosten voor nascheiding liggen lager dan de kosten voor de bronscheidingstrajecten. De (conservatief gerekende) business case voor nascheiding is hierbij als uitgangspunt genomen. In Tabel 1 zijn de totale netto trajectkosten en de bijbehorende kosten per ton per traject weergegeven. Een uitwerking van de netto trajectkosten is te vinden in Appendix VII. Er is uitgegaan van 4.000 kton Nederlands gemengd huishoudelijk afval per jaar.

Tabel 1: Overzicht van netto trajectkosten per ton gemengd huishoudelijk afval in Nederland

	Totale nettotraject kosten	Kosten per ton
Nascheidingstraject	€ 790 miljoen	€ 198
PMD-traject	€ 884 miljoen	€ 221
Retourtraject	€ 894 miljoen	€ 223

De trajectkosten laten ten opzichte van de berekeningen van TNO een relatief voordeel van ~10% zien. Een aantal fundamentele verschillen met de TNO berekening zijn:

- Verlegging van de systeemgrens van het verpakkingenafval naar de gehele stroom gemengd Nederlands huishoudelijk afval
- AVI-tarief van € 100 per ton⁷, op grond van nieuwe cijfers die in juni 2005 werden gepubliceerd.
- Verdeling van kosten van nascheidingsinstallaties over de gehele afvalstroom

Met betrekking tot het laatste punt geldt dat door de systeemgrens te verleggen de kosten van de nascheidingsinstallatie worden toegerekend aan de gehele afvalstroom. Bij de TNO- berekening van de trajectkosten van de verpakkingenfractie zijn delen van de kosten voor een nascheidingsinstallatie niet verbijzonderd naar de verpakkingenfractie, wat resulteerde in relatief hoge trajectkosten voor nascheiding (conservatieve benadering). Als gevolg van de drie bovengenoemde verschillende aannames liggen de kosten van het nascheidingstraject lager dan in het TNO rapport en zijn de relatieve kosten van nascheiding lager dan alle alternatieve bronscheidingstrajecten.

De rapportage van PWC geeft eveneens aan dat nascheiding de laagste kosten van de drie trajecten kent.

De potentiële winstgevendheid van een nascheidingsinstallatie kan benaderd worden door simulatie van de business case. Uitgangspunt voor de business case vormt een bestaande huisvuilscheidingsinstallatie zoals Vagron of Omrin, aangevuld met scheidingsstations om PET, HDPE/PP en drankenkartons⁸ af te scheiden. Verder zijn werkelijk gemeten gegevens van deze huisvuilscheidingsinstallaties (waarvan vele stappen goed vergelijkbaar zijn met een potentiële nieuwe nascheidingsinstallatie), het TNO rapport, de

⁷ In relatieve zin is dit ten favore (relatief lagere kosten ten opzichte van nascheiding) voor bronscheidingstrajecten die voor een groter gedeelte uitgaan van verbranding in een AVI.

NASKAS testresultaten en de gerealiseerde actuele marktprijzen voor afzet van gerecyclede fracties als input gebruikt voor deze simulatie.

Uit Tabel 2 blijkt dat een nascheidingsinstallatie op basis van gerealiseerde actuele marktprijzen en kosten duidelijk winstgevend kan werken, zelfs zonder rekening te houden met eventuele MEP subsidies.

Tabel 2: *Business case voor nascheiding*

Opbrengsten		In miljoen €	
Ingangsstroom	230 kton	€ 100/ton	23
Uitgangsstroom met positieve opbrengst	48,7 kton		1,3
Uitgangsstroom met negatieve opbrengst	145,3 kton		-13,3
Energie	11,2m KWh	€ 0,035/KWh	0,4
Kosten		In miljoen €	
Personeel			1,8
Onderhoud			0,6
Afschrijvingen			2,9
Overige lasten			1,5
Operationeel resultaat (EBIT)		4,6	
Extra MEP subsidie		1,1	

De operationele winst (EBIT) bedraagt potentieel ~€ 4,6 miljoen per jaar. Met de aanvullende MEP subsidie van € 1,1 miljoen [23] stijgt het resultaat tot € 5,7 miljoen per jaar bij een investering van € 35 miljoen.

De berekeningen zijn conservatief op de volgende punten. Bij de positieve uitgangsstromen is voor HDPE/PP een relatief lage prijs van € 77 per ton uit 2003 in België gehanteerd [16]. Door olieprijsstijgingen is het tarief momenteel gestegen tot € 115 per ton [3]. Voor digestaat is uitgegaan van verbranding (€ -100 per ton AVI-tarief) in plaats van de huidige toepassing als Hydrostab (€ -45 per ton). Aan de kostenkant is er uitgegaan van relatief hoge afschrijvingen: als afschrijvingsperiode is 10 jaar voor installaties (2/3) en 20 jaar voor gebouwen (1/3)⁹. De scheidingsinstallatie van Omrin heeft € 32 miljoen gekost en die van Vagron destijds € 50 miljoen. De investering bij Vagron was destijds zo hoog omdat de installaties aanvankelijk problemen gekend hebben, waardoor additionele investeringen nodig bleken. Dergelijke extra investeringen waren voor de nieuwere installatie bij Omrin niet nodig. Arthur D. Little acht een investering van € 35 miljoen daarom representatief voor een nieuw te bouwen nascheidingsinstallatie.

De hoeveelheid kunststof die als materiaal hergebruikt zal worden is voorzichtig geschat. Op basis van de uitkomsten van de NASKAS test bij MBRA in Münster is een verhoogd materiaalhergebruik van 5% te verwachten ten opzichte van 1,5% in bovenstaande business case berekening. Hierdoor zal het

⁸ Vagron beschikt al over een station voor de afscheiding van drankkartons

⁹ Bij Vagron vormen de installaties en de gebouwen ieder 50% van de totale investering

bedrijfsresultaat verder kunnen verbeteren. Een gedetailleerdere uitwerking van de business case is te vinden in de Appendix VI.

Naar de mening van Arthur D. Little kunnen de netto trajectkosten van nascheiding in de toekomst door innovatie verder gereduceerd worden met minimaal 5%. Met name de volgende innovaties zullen in deze context belangrijke drijfveren zijn:

- **Efficiëntere en effectievere nascheidingstations** die hogere afscheiding tegen lagere kosten mogelijk maken. RFID kan hier potentieel een belangrijke rol spelen.
- **Efficiëntere en effectievere opwerkingsinstallaties**, bijvoorbeeld dechloreringsinstallatie voor REDOP, wasinstallaties, biovergisting.
- **Nieuwe toepassingen voor recyclaten**, bijvoorbeeld REDOP als nieuwe toepassing voor de kunststof uit de PPF-fractie in hoogovens.

Deregulering en aanpassing van regelgeving aan de behoefte voor verbeterde incentives voor CO₂-besparing (bijvoorbeeld verruiming van het toegestane bijstook-percentages voor biomassa in kolencentrales) zullen de netto trajectkosten van nascheiding op termijn verder laten dalen.

2.5.3. Opbrengsten / afzetmarkten

Nascheiding is economisch aantrekkelijk, zelfs als niet alle potentieel na te scheiden fracties kunnen worden afgezet (zie business case in Appendix VI). De ontwikkelingen voor de individuele afzetmarkten van de nagescheiden fracties zijn echter veelbelovend (zowel economisch als ecologisch). Arthur D. Little acht daarom de afzet van deze fractie in de toekomst realistisch. Hierdoor zal de winstgevendheid van een nascheidingsinstallatie significant kunnen toenemen, of de netto trajectkosten kunnen verder afnemen.

Een nascheidingsinstallatie kan twee typen nagescheiden producten leveren: secundaire **brandstoffen** (biogas, REDOP en Subcoal) en **grondstoffen** (PE/PP recycklaat, REDOP, PET recycklaat, aluminium, blik). In het eerste geval wordt gesproken over nuttige toepassing, in het tweede over materiaalhergebruik. Echter, in alle gevallen levert de nascheidingsinstallatie niet het finale verkoopbare product, maar een 'halffabrikaat'. De nagescheiden fracties moeten meestal elders worden opgewerkt. Voor een kwantitatief overzicht van de outputstromen van een nascheidingsinstallatie (zie Figuur 2).

Onder de huidige marktomstandigheden kan er onmiddellijk begonnen worden met de nascheiding van de fracties (HD)PE/PP, PET, ONF en metalen. Technisch vormt nascheiding van deze fracties geen probleem, daar een nascheidingsinstallatie flexibel kan worden ingesteld met betrekking tot welke fracties in welke hoeveelheden worden afgescheiden. Mocht de markt voor bepaalde afgescheiden producten nog niet volledig ontwikkeld zijn of ineens dalen dan kan de nascheider (tijdelijk) andere producten afscheiden en/of opwerken. Afhankelijk van de marktomstandigheden kan een operator de nascheidingsinstallatie dus bijvoorbeeld minder van bepaalde fracties laten afscheiden zodat er dan meer verwerkt wordt als Subcoal of naar een AVI moet gaan (maar altijd *minder* dan bij bronscheidingstrajecten). Een dergelijke afregeling zal wel consequenties voor de hoogte van het bedrijfsresultaat van de nascheider hebben. Het poorttarief van een AVI is namelijk in de regel ongunstiger is dan de netto kosten/opbrengsten van nagescheiden en vermarktte producten.

Naar verwachting zullen de afzetmarkten voor nascheidingsproducten zich sneller ontwikkelen als er enkele nascheidingsinstallaties in Nederland gebouwd zullen zijn. Doordat er op deze manier een kritieke massa wordt bereikt kunnen de nascheidingsinstallaties ook zelf initiatieven ontplooiën om hun afzetmarkten te optimaliseren (en het milieu verder te verbeteren). Als voorbeeld kan aan gezamenlijke

investering in opwerkingsinstallaties gedacht worden. Initiatieven als secundaire brandstof voor kolencentrales (Subcoal) en REDOP-opwerking vereisen een minimum input niveau per jaar. Voor REDOP bedraagt het minimum volume bijvoorbeeld ~150 kton korrels per jaar om een attractieve business case te bewerkstelligen.

2.5.4. Scheiding en afzetmarkten per fractie

Nascheiding levert een aantal bruikbare grondstoffen en brandstoffen en een onbruikbare, brandbare restfractie, RDF. In de onderstaande paragrafen worden achtereenvolgens de afscheiding van de fracties, de opwerking en de markt voor grond- en brandstoffen besproken.

2.5.4.1 ONF – De organisch natte fractie (ONF) wordt als eerste uit het afval afgescheiden door middel van een trommelzeef. Vagron verwerkt het afval van de provincie Groningen. De helft van de huishoudens in de stad Groningen scheidt GFT niet meer apart af [34]. Bij Vagron heeft de resulterende toename van de ONF fractie in het gemengd huishoudelijk afval (De benaming voor GFT in gemengd huishoudelijk afval) niet tot problemen geleid. De stad Groningen wordt door het RIVM ingedeeld in de hoogste stedelijkheidscategorie en behoort daarmee tot een van de tien meest stedelijke gemeentes in Nederland [37].

Uit de ONF fractie wordt bij Omrin en Vagron met succes biogas geproduceerd. Na wassing en afscheiding van inert materiaal zoals zand en ander inert materiaal wordt het ONF vergist. Nederland heeft voor vergisting een vergevorderde techniek geïnstalleerd en unieke kennis beschikbaar. Zoals uit de onderstaande figuur (Figuur 3) blijkt, zijn alle stappen in dit proces al bewezen op een schaal van 230 kton per jaar.

Figuur 3: Scheiding, opwerking en afzet van ONF/Biogas



Biogas dient voor gebruik gereinigd te worden omdat het naast methaan ook andere gassen bevat. Biogas wordt in een zuigermotor verbrand om energie op te wekken. De opgewekte energie wordt geleverd aan het net en komt in aanmerking voor MEP-subsidie. Andere stromen in het ONF zoals grof inert (stenen en glas) en zand zijn te gebruiken als ophoogmiddel in de (wegen)bouw. Digestaat, dat qua structuur en samenstelling vergelijkbaar is met compost, wordt momenteel als 'Hydrostab' afgezet. Het valt niet onder het besluit overige organische meststoffen (BOOM) en is als bouwstof categorie-2 gekwalificeerd. Nader onderzoek zou eventuele andere toepassingen als bouwstof kunnen identificeren.

Naar verwachting kan de performance van de ONF verwerking door technische innovaties nog substantieel verbeteren (Bron: TNO). Hiervoor is een kritieke massa van nascheidingsinstallaties van belang.

2.5.4.2 Metalen – De metalen worden afgescheiden door middel van magneten en Eddy-current scheidingsmiddelen. Van de ferro-metalen wordt ~95% teruggewonnen bij nascheiding en bij non-ferro is dit ~80%. Zowel voor ferro als non-ferro wordt bij terugwinning uit AVI-slakken, die ontstaan uit het verbrandingsproces, een lager percentage teruggewonnen van respectievelijk 80% en 30% (Bron: Stichting kringloop blik, 2005). Zoals uit Figuur 4 blijkt, is metaal goed af te scheiden, vereist het verder geen opwerking en is het zonder problemen op de markt af te zetten.

Figuur 4: Scheiding, opwerking en afzet van metalen



De opgevangen ferro en non-ferro worden aan de metalenhandel verkocht en daar opgewerkt.

- De prijzen waar TNO vanuit is gegaan in haar berekeningen voor ferro en non-ferro zijn € 25 per ton en € 300 per ton.
- De huidige marktprijzen liggen op resp. € 45 per ton en € 500 per ton. (Bron: Vagron)
- De afgescheiden volumes zijn klein in vergelijking met andere stromen uit bijvoorbeeld autowrakken; alle metalen kunnen derhalve probleemloos worden afgezet.

2.5.4.3 PPF - De papier/plastics fractie (PPF, ~15% van het gemengd huishoudelijk afval) wordt al jaren succesvol afgescheiden uit de afvalfractie door middel van windzifting bij Vagron, Omrin en Essent/VAM.

PPF wordt afgezet aan cementovens. Momenteel is er een invoerverbod in Duitsland als gevolg van het in juni 2005 ingegane stortverbod voor brandbaar afval in Duitsland hierdoor worden hoge poorttarieven gevraagd door verbranders in Duitsland en wordt het afval nu goedkoper in Nederlandse AVI's verbrand. Uit de PPF fracties kan door middel van opwerking Subcoal of REDOP worden geproduceerd. Deze processen zijn beide succesvol getest.

Eerst wordt de Subcoal route besproken, zie ook Figuur 5 en vervolgens de REDOP route.

Om **Subcoal** effectief te kunnen gebruiken is het van belang dat er minder dan 0,2% chloor in zit om de ketel van de elektriciteitscentrales te behoeden voor corrosie. Na de afscheiding van de PPF-fractie kan

door middel van NIR scheiding van PVC (de belangrijkste bron van chloor) het chloorgehalte van de PPF-fractie van 0,3% dalen naar 0,1%.

Figuur 5: Scheiding, opwerking en afzet van PPF (Subcoal)



De opwerking tot Subcoal is een eenvoudig bewezen proces waarbij de PPF-fractie wordt gepelletiseerd. Bij gebruik worden de pellets vervolgens gemicroniseerd en met poederkool in de verbrandingskamers gespoten.

Op korte termijn zijn er afzetproblemen. De marktpotentie als secundaire brandstof is echter groot vanwege de hoge calorische waarde (vergelijkbaar en zelfs hoger dan bepaalde soorten steenkool) en het relatief hoge biomassapercentage van meer dan 50%. Op dit moment ziet de marktsituatie er als volgt uit per segment:

- Cementovens mogen tot 40% van hun brandstofbehoefte dekken met afval zonder dat ze een rookgas reiniging hoeven te installeren. Het huidige aanbod overtreft de vraag als gevolg van het Duitse stortverbod waardoor de marktprijzen in dit segment laag zijn (negatieve prijs van ~€ 85 per ton) Subcoal concurreert hier met alle andere vormen van brandstof zoals beendermeel, kippenmest en houtresten.
- Kalkovens kunnen Subcoal ook inzetten als brandstof en zijn bereid een positieve prijs te betalen (~10 € per ton). Deze markt is echter relatief klein (met een aantal spelers met afname van ongeveer 30 kton per jaar.)
- Elektriciteitscentrales (alleen kolengestookte) kunnen een deel van hun brandstofbehoefte dekken met Subcoal. Hoewel zeer positief getest, gebruiken kolencentrales nog geen Subcoal. E.ON heeft momenteel een investering in een ultrarotor en overige installaties in

overweging genomen om Subcoal in haar centrale in te voeren. Subcoal is voor deze applicatie zeer geschikt omdat het een hoog biomassa gehalte en een laag chloorgehalte (~0,1%) heeft, bij een calorische waarde die dicht bij steenkool ligt. Vanwege het hoge biomassa gehalte komt het in aanmerking voor MEP subsidie. In het geval dat alle uit Nederlands huishoudelijk afval potentieel na te scheiden PPF in de vorm van Subcoal in kolencentrales als brandstof gebruikt wordt kan dit 6% van de in totaal 9.400 kton steenkool [13] vervangen die per jaar in Nederland gebruikt wordt. Door herziening van de wettelijke volumebeperkingen om Subcoal in elektriciteitscentrales te verbranden kan deze potentieel attractieve markt nog verder gestimuleerd worden. Momenteel zijn er concrete bouwplannen voor nieuwe kolen/biomassa centrales (onder andere op de Maasvlakte) waardoor de potentiële markt voor Subcoal verder zal groeien [17].

Een aantal nieuwe toepassingen voor PPF zijn momenteel in ontwikkeling. **REDOP** (REDuction of iron Ore by Plastics) is een proces waarbij erts door middel van plastic recyclaatkorrels verwerkt wordt tot ruw ijzer in een hoogoven, zie

Figuur 6. REDOP korrels worden opgewerkt uit de PPF- fractie en uit HDPE/PP-fracties. Doel van de opwerking is om korrels van homogene grootte te krijgen met een laag chloorgehalte (<0,15%). De afscheiding van PPF en HDPE/PP is een bewezen techniek. De techniek om REDOP korrels te produceren is in een pilot aangetoond. Gedurende de pilot is door DSM Chemelot ongeveer 1 ton REDOP geproduceerd om het dechloreringsproces te bewijzen, waarna de korrel met succes in een hoogoven is toegepast. Om de REDOP markt te ontwikkelen is het noodzakelijk een productie-installatie van ~150 kton per jaar te bouwen. Hiervoor is uiteraard een regelmatige toevoer van een grotere hoeveelheid PPF nodig [25], die op basis van huishoudelijk afval ~10 nascheidingsinstallaties vereist (door bijmengen van bedrijfsafval kan de vereiste schaalgrootte eerder bereikt worden). De investeringen in een dergelijke fabriek kunnen naar verwachting gemakkelijk door langjarige contracten worden afgezekerd.

Figuur 6: Scheiding, opwerking en afzet van PPF (REDOP)



REDOP heeft diverse potentieel aantrekkelijke afzetmogelijkheden. Zoals reeds aangeduid, is REDOP ten eerste afzetbaar bij hoogovens en energiecentrales tegen lange termijn contracten. Een voorzichtige schatting van de markt is minimaal 120 kton per jaar via langjarige contracten. REDOP is daarnaast afzetbaar in de plastics industrie waar een hogere prijs te realiseren is (~€ 115 per ton). De derde mogelijkheid is de afzet aan kolencentrales.

2.5.4.4 Drankenkartons. Drankenkartons worden succesvol afgescheiden uit de afvalfractie door middel van Near Infrared (NIR) bij Vagron op een inputschaal van 230 kton per jaar. Hierbij is een scheidingspercentage aangetoond van 94% voor de aanwezige drankenkartons. Vooral de papiervezels uit drankenkartons zijn zeer hoogwaardig en daarom aantrekkelijk voor hergebruik.

De opwerking van drankenkartons is een bewezen techniek (zie Figuur 7):

- De vezels in drankenkartons zijn van goede kwaliteit (lange vezels)
- Drankenkartons kunnen worden verwerkt in papierfabrieken tot 3 nuttige fracties: papiervezel, PE en Aluminium
- In Finland, Duitsland en Spanje is er al ervaring met dit proces op industriële schaal [31]

De markt voor drankenkarton recycling laat een sterke groei zien:

- Er wordt per jaar 300 kton drankkartons gerecycled in Europa door conventionele papierfabrieken. [30]
- Drankenkarton recycling heeft een gemiddelde jaarlijkse groei van 12% laten zien
- Door volledige nascheiding in Nederland zou gefaseerd 75 kton extra drankenkartons op de markt komen, dit komt neer op een groei van 25% (van de huidige markt).
- Opbrengsten worden geschat op €5 per ton. (Bron: Vagron)

Figuur 7: Scheiding, opwerking en afzet van drankenkartons



2.5.4.5 PET - Voor PET is in totaal een scheidingspercentage van 95% gehaald bij de omgebouwde drankenkarton-scheider van Vagron (het massavolume van het experiment bedroeg 400 ton, zie ook Figuur 8). Verdere optimalisatie van de scheidingsefficiëntie lijkt mogelijk gezien voorlopige resultaten van een proef bij Pellenc (Bron: Ecoverpakkingen).

De secundaire PET markt heeft de volgende kenmerken:

- De totale Europese markt voor secundair PET bedraagt 665 kton per jaar met een gemiddeld verwachte groei van 8,5%.^[36] De vraag overtreft daarmee het aanbod.
- In 2010 is de verwachte omvang van de markt meer dan 1.000 kton per jaar. Groei wordt gedreven door een groter, kwalitatief beter en constanter aanbod van secundair PET.
- Indien nascheiding volledig ingevoerd wordt (18 installaties), zou dit leiden tot een aanbodstoename van 42,5 kton secundair PET per jaar, hetgeen een stijging van het Europese secundair PET-aanbod inhoud van 6,3%.

Secundair PET wordt in verschillende markten afgezet, zoals vezels, folie, strapping, flessen (non-food), flessen (food). De vezelmarkt vormt de voornaamste toepassing. PET wordt in Nederland ondermeer bij Rethmann-Plano (deel van Remondis A.G.) en Wellman International verwerkt tot vezels. Wellman is de op een na grootste PET vezel fabrikant in de VS, en produceert in Europa 80 kton PET waarvan ruim 50% afkomstig is uit secundair PET. De markt voor secundair PET is een Europese/internationale markt, de prijs is gerelateerd aan de olieprijs.

Tot op heden is secundair PET in Europa in beperkte mate ingezet voor voedseltoepassingen. Bij verpakkingstoepassingen voor voedsel uit secundaire grondstof is de migratie van stoffen uit de verpakking naar het voedsel een belangrijk aandachtspunt in verband met voedselveiligheid. Een recente test van migratie in nagescheiden Nederlands PET-materiaal heeft aangetoond dat het vergelijkbare migratie-waarden kent¹⁰ als typisch *post consumer recycled* PET uit de Europese markt (vooral PET afkomstig uit bronscheidingstrajecten in Duitsland en België). Het Nederlandse nagescheiden PET-materiaal zal daarom gebruikt kunnen worden in dezelfde toepassingen als het huidige nagescheiden PET uit bronscheidingstrajecten. Echter de uiteindelijke mogelijkheden voor voedseltoepassingen van secundair PET zullen afhangen van het beleid van nationale en Europese toezichhouders. Voor non-food toepassingen zijn er op dit vlak weinig beperkingen te verwachten.

Figuur 8: Scheiding, opwerking en afzet van PET



2.5.4.6 HDPE/PP. Voor HDPE/PP is op grond van het NASKAS rapport een scheidingspercentage van 70-80% mogelijk. In Figuur 9 is de afscheiding, opwerking en markt voor PET schematisch weergegeven.

¹⁰ Bron: Rapport Fraunhofer Institut

Figuur 9: Scheiding, opwerking en afzet van HDPE/PP



Het opwerken van de nagescheiden stoffen is deels bewezen en deels kleinschalig getest. HDPE/PE kan tot een re-granulaat verwerkt worden of opgewerkt worden tot Subcoal. Subcoal is op kleine schaal getest. HDPE/PP granulaat is in het kader van het NASKAS project aangeboden aan plastic recyclers en verwerkt tot maalgoed. Bij het NASKAS project was er sprake van een stank bij het materiaal, waardoor het minder geschikt is voor verdere verwerking. Door een extra warme wassing toe te passen of het wasproces aan te passen kan naar verwachting dit probleem verholpen worden [26]

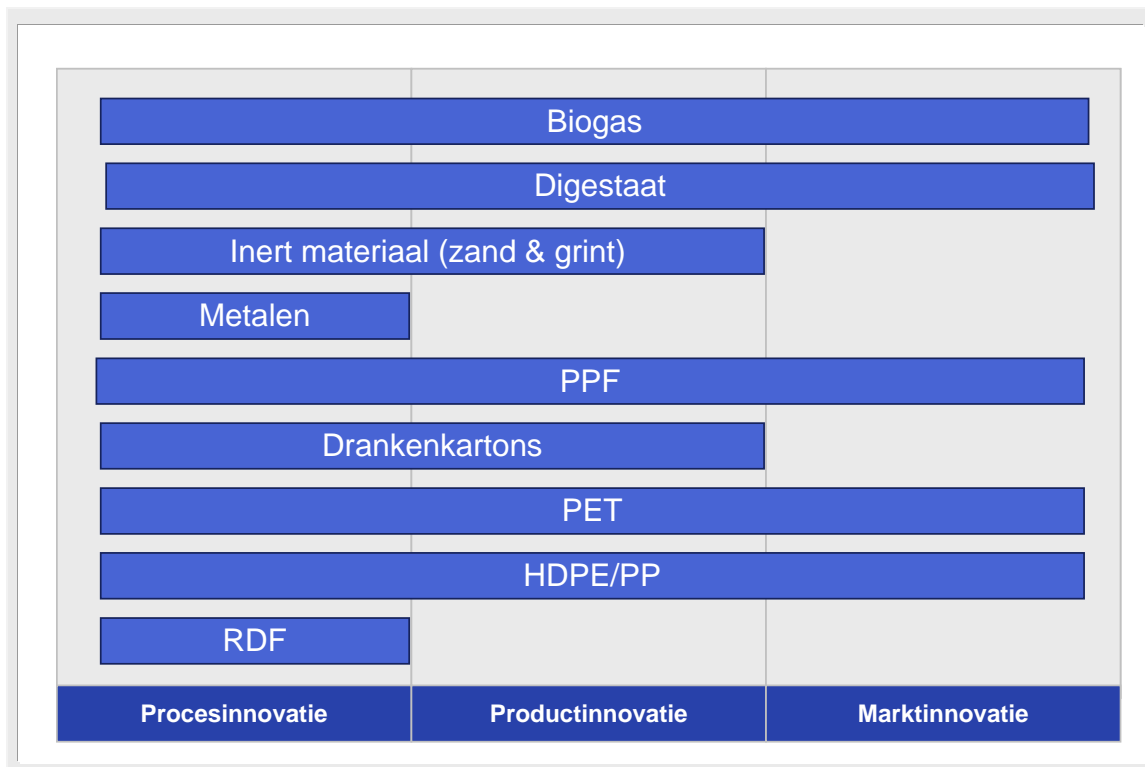
Een afzetbeperking is niet te verwachten voor de te recyclen materialen omdat de HDPE/PP fracties zijn op te werken tot een "mixed plastic fractie" die afgezet kan worden aan producenten van verpakkingen, plastic constructiemateriaal, emmers, kuipen en buizen [14][15]. Deze markt is groeiend. Als gevolg van de gestegen olieprijs is te verwachten dat de prijzen momenteel hoger liggen dan in het recente verleden (€77 per ton in 2003 [16]).

2.6. Criterium: Innovatiemogelijkheden bij nascheiding

Een belangrijk kenmerk van nascheiding is dat het traject nog volop innovatiepotentieel biedt dat een verdere positieve uitwerking op de scores bij de criteria kosten en milieu zal hebben. De innovatiemogelijkheden zijn onder te verdelen in drie gebieden: procesinnovatie, productinnovatie en marktinnovatie.

Bij procesinnovatie gaat het om innovaties in het scheidingsproces of het afval opwerkingsproces. Productinnovatie gaat het om de verbeteringen van de producten die bij nascheiding vrijkomen of ontwikkeling van nieuwe opwerkmethode en geheel nieuwe producten te creëren. Marktinnovatie behelst het zoeken en betreden van nieuwe afzetmarkten voor de fracties. In het onderstaande figuur (Figuur 10) wordt aangegeven op welk niveau er volgens Arthur D. Little in de verschillende materiaalstromen innovaties te verwachten zijn in de komende 10 jaar. Innovaties kunnen in een aantal gevallen meerdere niveaus betreffen: procesinnovatie kan bijvoorbeeld aanzetten tot productinnovatie.

Figuur 10: Innovatiemogelijkheden bij afvalstromen



Biogas – Innovaties met betrekking tot biogas zijn mogelijk op alle drie niveaus.

Procesinnovaties: De productie van biogas uit ONF-afval is een relatief jong proces waarbij naar verwachting diverse mogelijkheden aanwezig zijn om door middel van innovatie de opbrengsten te verhogen. Te denken valt hierbij aan het toevoeren van vuile was stromen (van bijvoorbeeld PET) aan het proces om het input volume te verhogen (en daarmee ook de output).

Productinnovaties: Biogas op zich is een vervuild gas, productinnovaties kunnen zich richten op het opwerken van dit product tot een hoogwaardiger en beter brandbaar gas. Tevens kunnen de vervuilingen zoals CO₂ uit het gas opgewerkt worden. CO₂ is afzetbaar aan tuinders. Op relatief kleine schaal (Essent/VAM Wijster) wordt biogas nu al 'gescrubt' waarbij vervuilingen worden verwijderd en het schone gas in het aardgasnetwerk gepompt wordt.

Marktinnovatie: Biogas kan afgezet worden op nieuwe markten als (hernieuwbare) brandstof voor bijvoorbeeld auto's en vrachtwagens [29]. Momenteel is dit nog niet economisch aantrekkelijk omdat toepassing op grotere schaal nog ontbreekt.

Digestaat – Digestaat is toe te passen als onderdeel in 'Hydrostab' voor de afdichting van stortplaatsen. Er is een moratorium op storten waardoor de verwachting is dat deze markt niet verder zal groeien. Verdere toepassingen en markten worden gezocht, maar ontbreken momenteel ondanks het feit dat digestaat als categorie-2 bouwstof onder het bouwstoffenbesluit valt. Door middel van procesinnovatie kan de kwaliteit van digestaat worden verbeterd en zouden mogelijk de aanwezige vezels kunnen worden teruggewonnen (productinnovatie).

Inert materiaal – het zand en grove inerte materiaal dat wordt afgescheiden kan als grondstof gebruikt in de (wegen)bouw. Innovatie concentreert zich op procesinnovatie (schonere afscheiding) waardoor het ook in beeld zou kunnen komen voor andere toepassingen (productinnovatie) zoals toevoeging voor hoogwaardig beton.

Metalen – Bij nascheiding kan door middel van innovatie en optimalisatie in het scheidingsproces nog enige procentpunten stijging in het terugwinpercentage gehaald worden.

PPF – De scheiding van PPF is een bewezen proces dat al jaren draait. Door procesinnovatie kan via extra NIR-scheiding van plastic en papier plaatsvinden waardoor PVC kan worden verwijderd en het chloorgehalte van de fractie daalt van ~0,3% tot 0,1%. Productinnovatie vindt op dit moment tevens plaats: bijvoorbeeld met Subcoal en REDOP. De productinnovatie kan tot verdere marktinnovatie leiden. REDOP kan ook aan kunststof fabrikanten worden afgezet, en het papier kan aan de papierindustrie afgezet kunnen worden.

Drankenkartons – Voor drankenkartons zijn vooral op het proces- en productniveau innovaties te verwachten. Zowel de nascheiding als het opwerken van drankenkartons zijn nog relatief jonge processen. Als gevolg hiervan is er ook productinnovatie te verwachten omdat de grondstof in andere producten verwerkt wordt.

PET – PET toepassingen bij recycling zijn sterk afhankelijk van de kwaliteit van het materiaal, waardoor er vooral procesinnovatie en productinnovatie te verwachten is. Het behalen van hogere scheidingspercentages en verbeterde materiaalzuivering en opwerking zijn de voornaamste drijfveren. Marktinnovatie is volop gaande waarbij de toepassing in voedselverpakkingen een interessante markt lijkt.

HDPE/PP – Voor HDPE/PP is innovatie te verwachten op ieder niveau. Hogere afscheidingspercentages zijn te verwachten omdat het proces nog relatief jong is. Tevens vindt er momenteel volop product- en marktinnovatie plaats. In de VS en Groot-Brittannië wordt bijvoorbeeld in toenemende mate bouw materiaal uit plastic vervaardigd, zoals dakpannen, tegels, planken als houtvervanging en composiet uit hout en plastics. Deze materialen kennen tal van voordelen. Een dak van plastic dakpannen is lichter en sterker dan klassieke dakpannen, waardoor er bijvoorbeeld overheen gelopen kan worden. Van PE en houtvezel-afval wordt door AERT in de VS een composiet gemaakt [33]. Voordelen zijn ongevoeligheid voor rot, insecten

en ander ongedierte. In Duitsland en Frankrijk is ook uitgebreide ervaring met de toepassing van HDPE/PP als secundaire grondstof (Bron: TNO).

RDF – De RDF is de rest fractie die overblijft en naar een AVI gaat. Bij nascheiding zijn hier de fracties waar het meeste aan verdiend kan worden al uitgehaald. Voor iedere extra ton die additioneel uit deze stroom gehaald wordt zijn de marginale opbrengsten per ton negatief bij de huidige stand van techniek en markten. Bij stijgende AVI-kosten wordt het echter interessanter om nieuwe fracties te gaan afscheiden, of om de scheidingspercentages te verhogen. De focus bij innovaties op de RDF stroom ligt vooral op ontwikkeling van kosteneffectieve methoden om een groter gedeelte van deze stroom af te scheiden. Op termijn zullen potentieel hogere AVI-tarieven en prijzen voor grondstoffen een belangrijke drijfveer zijn voor het verkleinen van deze stroom en procesinnovatie stimuleren.

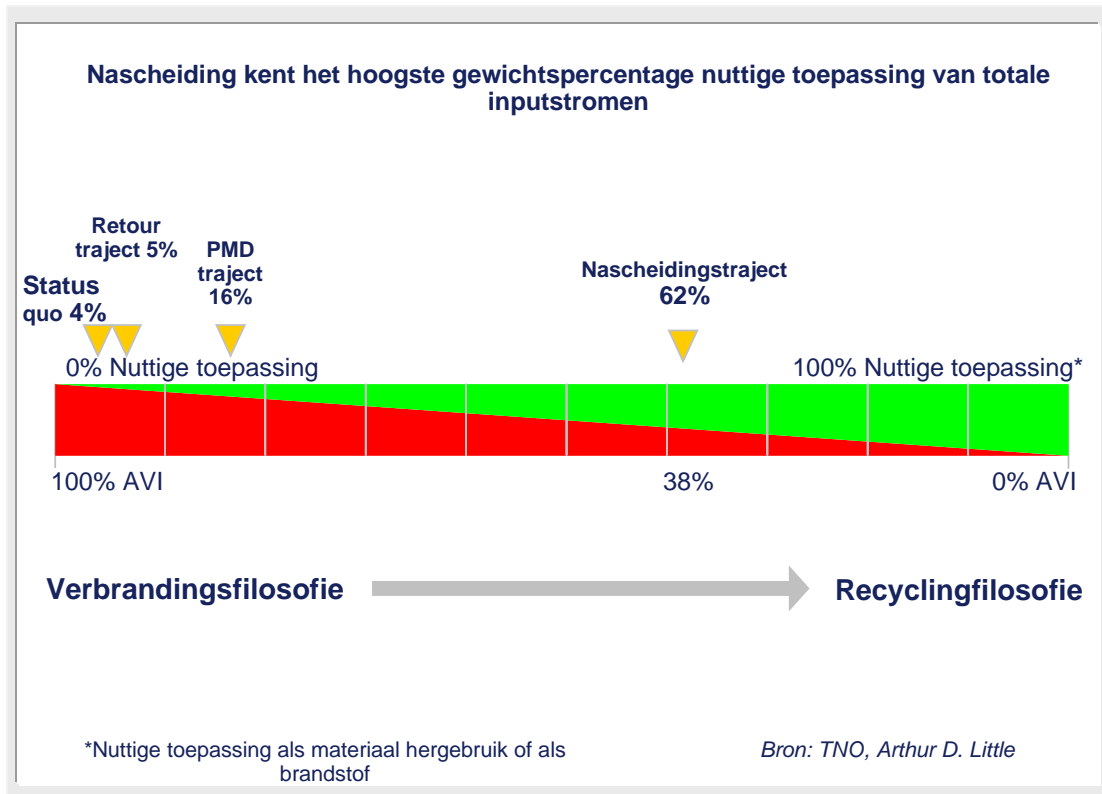
Potentiele productinnovaties als RFID (Radio Frequency IDentification) hebben een effect voor meerdere materiaalstromen. RFID zou in de toekomst in combinatie met NIR nog specifiekere en nauwkeurigere afscheidingsmogelijkheden kunnen bieden. Bij bronscheidingstrajecten is het innovatiepotentieel beduidend beperkter omdat de gebruikte technieken al jaren internationaal zijn beproefd. In AVI-technologie zit zeker ook nog enig ontwikkelingspotentieel, maar dat richt zich uitsluitend op het verbranden in plaats van recycling waardoor het milieu effect beperkt zal zijn in absolute termen.

Door nascheiding snel in te voeren kan Nederland bovendien een internationale positie als innovator op huisvuilverwerkingsgebied opbouwen. Momenteel is er al internationale belangstelling voor de know-how die Nederlandse bedrijven en instellingen hebben op nascheidingsgebied. Deze deels unieke kennis en eventuele bijbehorende patenten kunnen internationaal vermarkt worden (bijvoorbeeld Subcoal).

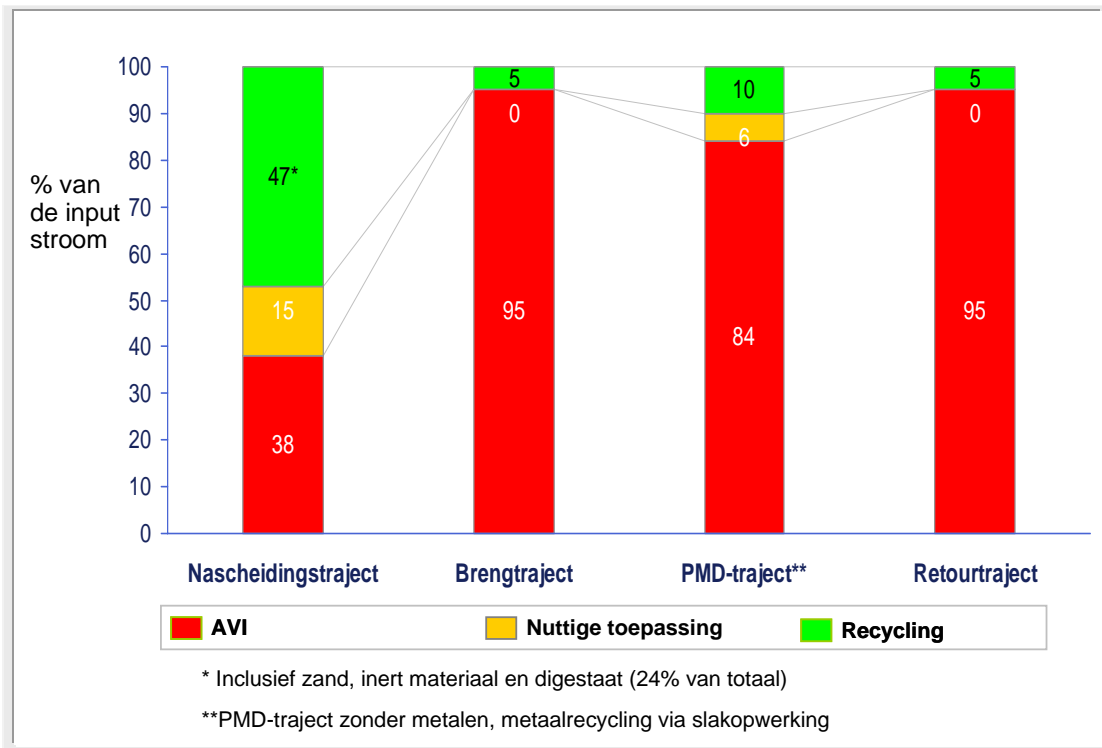
2.7. Criterium: Strategische overwegingen op lange termijn

De keuze van een inzameltraject (nascheiding of een van de bronscheidingstrajecten) is impliciet ook een keuze is voor de basisfilosofie van afvalverwerking: *verbranden of nuttig toepassen/recyclen*. Alle door TNO en PWC besproken alternatieve trajecten zijn op het continuüm te plaatsen van enerzijds 100% verbranden tot anderzijds 100% nuttig hergebruik (zie Figuur 11).

Figuur 11: Conceptuele indeling van afvalverwerkingstrajecten



Figuur 12: Overzicht van bestemmingen van de output per traject



Bronscheidingstrajecten zijn relatief sterk gericht op de **verbrandingsfilosofie**, omdat bij deze trajecten beduidend grotere volumina afval verbrand moeten worden (zie Figuur 12) en er zodoende meer finaal afval ontstaat. Bronscheidingstrajecten kennen zodoende weinig flexibiliteit om aan eventueel scherpere toekomstige milieunormen te voldoen of op innovaties in te spelen. Als de capaciteit van het Nederlandse AVI-park eenmaal is aangepast aan verwerking van het huidige afvaloverschot, dan zal er kostbare onderbezetting ontstaan indien er dan (bijvoorbeeld onder druk van milieunormverzwaring) alsnog nascheidingsinstallaties gebouwd moeten worden.

De **recyclingsfilosofie** sluit beter aan bij nascheidingstrajecten omdat daar beduidend grotere volumina nuttig toegepast kunnen worden. De uitstoot van CO₂ is hier veel lager en er is beduidend minder finaal afval.

De noodzaak voor een keuze van een afvalverwerkingfilosofie wordt versterkt door een tweetal ontwikkelingen:

1. Het Besluit beheer verpakkingen en papier en karton van 7 april 2005 waarin producentenverantwoordelijkheid en strengere milieunormen worden afgekondigd.
2. Het tekort aan afvalverwerkingscapaciteit in Nederland: momenteel wordt er 1.500 kton per jaar afval gestort sinds het Duitse stortverbod in kracht is getreden (schattingen lopen uiteen van 1.000 tot 3.000 kton per jaar). Het afvaloverschot betreft hoofdzakelijk bedrijfsafval.

Deze ontwikkelingen bieden een unieke kans om het Nederlandse 'afvalverwerkingpark' flexibeler in te richten voor de toekomst. Er kunnen bij het huidige afvaloverschot op de markt enkele nascheidingsinstallaties gebouwd worden zonder dat de bezetting van AVI's ernstig gevaar zal lopen. Voorwaarde hiervoor is echter wel dat de invoeringsstrategie van nascheiding zorgvuldig gepland wordt (onder andere rekening houdend met contractsituaties, specifieke thermische capaciteiten van AVI's en logistieke optimalisatie; zie ook hoofdstuk 3 'Overwegingen bij invoering nascheiding'). In dat geval kunnen de Nederlandse AVI's het tot nu toe geëxporteerde (bedrijfs-)afval tegen aantrekkelijke tarieven zelf gaan verbranden, terwijl een deel van het gemengd huishoudelijk afval in de nieuwe nascheidingsinstallaties wordt verwerkt. Hierdoor wordt niet alleen het milieu ontlast (minder CO₂ en finaal afval), maar ontstaan tevens potentieel extra inkomsten voor eigenaren van zowel de betrokken AVI's als de nascheidingsinstallaties.

Betrokkenheid van de overheid is van groot belang. Zonder duidelijke communicatie van een basisfilosofie door VROM zullen alle betrokken partijen huiverig blijven om de grote noodzakelijke investeringen te doen. Momenteel lijkt de overheid (onbewust?) de verbrandingsfilosofie te ondersteunen:

- Het moratorium op bouw van AVI's is in 2003 opgeheven
- De hoge specifieke 95% recyclingeis voor grote PET-flessen in de AMvB is vermoedelijk alleen te benaderen met hoge retourpremies¹¹ (retoursysteem vereist in het totaal hogere verbrandingsvolumina dan nascheidingsstelsel)
- Wettelijke mogelijkheden voor kolencentrales om secundaire brandstoffen (opgewerkt uit afval) bij te stoken zijn beperkt tot 5% van het volume. In omliggende landen liggen deze percentages beduidend hoger, hetgeen meer mogelijkheden schept voor nuttige toepassing.

PMD- en retourtrajecten laten geen economisch realistische combinatie met een nascheidingstraject toe, omdat dan dubbele kosten ontstaan en de filosofieën van deze trajecten fundamenteel verschillen.

2.8. Criterium: Voordelen voor stakeholders

Mits zorgvuldig gepland, zal de invoering van nascheiding aan alle betrokken partijen uiteindelijk meer voordelen dan nadelen te bieden. Hieronder volgt een overzicht van de voornaamste voor- en nadelen van het traject nascheiding per stakeholder.

Stakeholder:

Voor-/nadelen van nascheiding:

VROM/Algemene Zaken/EZ

- **Milieu:** de AMvB doelstellingen worden ruimschoots behaald (met uitzondering van de PET normen, die benaderd kunnen worden) en verder verbeterpotentieel is aanwezig. Nascheiding levert significante CO₂ vermindering op en heeft het geringste volume aan finaal afval. De huidige storting van afval, ontstaan door het stortverbod per 1 juni 2005 in Duitsland, kan sneller gereduceerd worden door nascheiding, omdat nieuwbouw van AVI's in de regel langer zal duren.
- **Innovatie:** Nederland kan een positie als wereldwijde technologieleider op nascheidingsgebied opbouwen en ervaring en evt. patenten aan het buitenland vermarkten.
- **Flexibiliteit:** door nascheiding in te voeren ontstaat een evenwichtige mix in het 'afvalverwerkingpark' van Nederland; zo kan flexibeler en goedkoper op eventuele toekomstige verzwaring van milieunormen of op eventuele internationale verschuivingen van afvalstromen ingespeeld worden. Het risico op hoge kosten door onverwachte onderbezettingproblemen bij AVI's neemt af.
- **Financieel:** De laagste netto trajectkosten van nascheiding beschermen indirect de koopkracht van de burger en de concurrentiepositie van het bedrijfsleven.
- **Nadelen:** het innovatieve proces is nog vrij onbekend en daarom lastiger te verkopen aan alle stakeholders

¹¹ Nascheiding zal bij volledige invoering en optimalisatie wellicht het streef percentage kunnen benaderen.

VNG

- **Financieel:** Gemeenten hoeven minder te investeren in de bouw van kostbare AVI-capaciteit. Het risico voor onderbezetting bij AVI's is kleiner omdat (goedkopere) nascheidingsinstallaties bij plotselinge aanbod reducties als eerste afgeregeld kunnen worden tegen lagere kosten. (onderbezetting kan mogelijk worden veroorzaakt door verandering van internationale afvalstromen door Europese marktkrachten).

Gemeenten kunnen door participatie in nascheidingsinstallaties inkomsten genereren. Door de laagste systeemkosten kunnen de afvalstoffenheffingen voor de burgers zeker gelijk blijven en wellicht in sommige regio's dalen, met name als op termijn de afzetmarkten zich verder ontwikkelen. Zelfs als de afzetmarkten zich onverwacht langzaam zouden ontwikkelen zijn nascheidingsinstallaties toch al profitabel te exploiteren.

De afvalstoffenheffingen zullen potentieel ook minder aan prijsschommelingen onderhavig zijn omdat een beter risicomangement bij nascheiding waarborgt dat effecten van verandering van samenstelling en/of hoeveelheid van (internationale) afvalstromen veel flexibeler op te vangen zijn.

- **Nadelen:** sommige gemeenten hebben lopende contracten met AVI's die wellicht opengebroken moeten worden of waar boeteclausules in zitten. Per contract zal bekeken moeten worden welke kosten hierdoor ontstaan en hoe dit gefinancierd kan worden. Bij zorgvuldige planning van de invoering zullen deze kosten echter naar verwachting gering zijn. Tevens zullen gemeenten nieuwe vergunningen moeten aanvragen voor nascheiding, wat extra werk inhoudt.

Burgers/ Consumenten

- **Gebruiksgemak:** burgers hoeven niet aan extra bronscheiding te doen, statiegeld op PET kan worden afgeschaft. Burgers kunnen zich richten op goede scheiding van glas, papier en, voor zover relevant, GFT. Door goede voorlichting kan het milieubewustzijn bij de burger gestimuleerd worden

Producenten/ Importeurs /Bedrijfsleven

- **Financieel:** Afvalstoffenheffingen hoeven niet te stijgen en kunnen mogelijk op termijn mogelijk omlaag door innovatie- en ervaringseffecten. De lage netto trajectkosten vertalen zich indirect terug in behoud van koopkracht.
 - **Milieu:** Door substantieel lagere CO₂ uitstoot en kleiner volume finaal afval ontstaat een beter milieu.
 - **Nadelen:** Een minderheid zal zich storen aan het verlies van de signaalfunctie van statiegeld
 - **Level playing field** voor verpakkingen, vrijheid van verpakkingenkeuze
 - **Financieel:** De netto trajectkosten en de lange termijn risico's zijn bij nascheiding het laagste hetgeen in de context van producentenverantwoordelijkheid van belang is. De lage netto trajectkosten vertalen zich indirect terug in behoud van concurrentiepositie.
- Omdat het snel is in te voeren helpt nascheiding snel bij het afbouwen van het (dure) afvaloverschot.
- Tevens kan de afvalverwerkingsbranche op termijn profiteren van de opbrengsten die uit de internationale vermarkting van nascheidingstechnologie, -ervaring en innovatieve recyclingproducten kunnen voortvloeien.
- **Innovatie:** nascheiding levert een economische stimulans op om nieuwe recyclingmarkten te ontwikkelen. Nederland kan zijn ervaring met nascheiding verder uitbouwen en internationaal vermarkten.
 - **Nadelen:** geen. Weliswaar zijn bepaalde investeringen in retourinstallaties niet meer nodig, maar deze kosten worden gecompenseerd door bijvoorbeeld extra vrije verkoopoppervlakte en minder personeel in de winkels.

Afvalverwerkers

- **Flexibiliteit:** Nascheiding biedt afvalverwerkers de mogelijkheid beter risicomanagement te bedrijven doordat zij hun productiepark flexibeler kunnen maken voor stroomveranderingen op de afvalmarkt (hoeveelheid en samenstelling).
- **Innovatie:** er is een economische stimulans om nieuwe recyclingmarkten te ontwikkelen en om nascheiding- en opwerkingsystemen verder te perfectioneren. Nederland kan zijn ervaring met nascheiding verder uitbouwen en internationaal vermarkten.
- **Financieel:** nascheiden is economisch aantrekkelijk met een significante upside in de toekomst door verdere innovatie, ervaring- en schaaffecten. De bestaande AVI-capaciteit blijft vooralsnog uitstekend benut en dure uitbreiding van AVI-capaciteit is niet nodig. Met nascheiding kan met een 60% *lager* investeringsniveau *sneller* op verwerking van het lucratieve afvaloverschot in worden gespeeld.
- **Nadelen:** sommige aflopende contracten met gemeenten zullen wellicht niet verlengd worden.

3. Overwegingen bij invoering nascheiding

3.1. Invoeringsstrategie nascheiding

Eén nascheidingsinstallatie levert al een significante bijdrage aan het milieu. In het totaal zullen ~3 nascheidingsinstallaties nodig zijn om aan de AMvB normen te voldoen (behoudens de PET-normen); bij 4 installaties zullen alle normen (behoudens PET) in positieve zin overschreden worden, en is de absolute CO₂ winst al iets hoger dan de AMvB normen (inclusief PET-normen).

Arthur D. Little is van mening dat het Nederlandse afvalverwerkingpark op korte termijn aangevuld dient te worden met 3 nascheidingsinstallaties om de AMvB targets te behalen (behoudens de PET-normen). Hierdoor ontstaat een nascheidingscapaciteit van 690 kton afval per jaar.

Deze schaalgrootte zal geen significante bedreiging vormen voor de winstgevendheid van AVI's vanwege het huidige afvaloverschot van ~1.500 kton per jaar. Indien relevante AVI's zich toeleggen om een deel van dit voornamelijk uit bedrijfsafval bestaande afvaloverschot te verbranden, kunnen zij op hun beurt een deel van 'hun' huishoudelijk afval door de nieuwe nascheidingsinstallaties laten verwerken (afval 'swap'; dit is niet per se aantrekkelijk, want diverse bedrijfsafvalstromen zijn ook voor nascheiding interessant). De huidige omvang van het afvaloverschot (en de bijbehorende attractieve 'spotmarkt'-poorttarieven) in relatie tot de 3 nascheidingsinstallaties biedt naar verwachting ruime mogelijkheden om door welgeplande 'swaps' te voorkomen dat er hoge kosten voor onderbezetting en contractbreuk ontstaan bij de AVI's. Dergelijke swaps hebben een licht verhogend effect op de verbrandingswaarde van het afval dat naar de AVI's gaat waardoor de doorzet bij sommige AVI's iets lager kan zijn (kan door tariefstelling gecompenseerd worden). Als onderdeel van de invoeringsstrategie zal de exacte impact van deze swaps op bezettings- en contractsituaties van de relevante AVI's nader onderzocht moeten worden.

Bij bepaling van de invoeringstrategie van nascheiding is Arthur D. Little hoofdzakelijk uitgegaan van het behalen van de AMvB-doelstellingen waarvoor 3 installaties nodig zijn¹². Vanwege de vele voordelen van nascheiding is het aan te bevelen om, nadat de 3 installaties naar tevredenheid functioneren, zo snel mogelijk het resterende afvaloverschot weg te werken door uitbreiding naar ~8 nascheidingsinstallaties. Hiermee worden de AMvB-normen positief overschreden en wordt het overschot aan brandbaar afval geheel weggewerkt. Dit heeft een potentieel preventieve werking op verdere nieuwbouw van AVI's (in het binnenland en eventueel ook in het buitenland) en heeft bij zorgvuldige invoeringsplanning naar verwachting niet of nauwelijks effect op de bezettingsgraad van de bestaande AVI's.

Op basis van toekomstige ontwikkelingen in afval- en afzetmarkten, milieunormen en technische innovatie kan op langere termijn besloten worden technisch afgeschreven AVI's te vervangen door nascheidingsinstallaties. Het is aannemelijk dat verschillende gemeentelijke AVI-contracten komen te vervallen op het moment dat de betreffende AVI vervangen dient te worden. Op dat moment kan in plaats van een nieuwe AVI een aantal nascheidingsinstallaties worden gebouwd met een capaciteit die de uit dienst genomen AVI compenseert. Op deze wijze kan de schaalgrootte van nascheiding toenemen, waardoor niet alleen additionele milieuwinst bereikt wordt, maar tevens de winstgevendheid van nascheiding zal toenemen en de innovatie verder gestimuleerd zal worden. In het totaal zou er in Nederland op langere termijn maximaal plaats zijn voor 18 nascheidingsinstallaties; in dat geval zou er

¹² Ervan uitgaande dat de PET recycling eis onhaalbaar is in ieder scenario en opnieuw geformuleerd wordt.

tevens een AVI verbrandingscapaciteit van 4.400 kton nodig zijn (dit is 85% van de huidige 5.200 kton AVI-capaciteit; berekeningsbasis: 6.700 kton brandbaar Nederlands afval, waarvan 4.000 kton huishoudelijk, nascheidingsefficiënties conform TNO rapport). Bij deze berekening is het aanbod van 6.700 kton brandbaar Nederlands afval constant aangenomen; indien het dit op die termijn significant zou stijgen, kan er meer AVI capaciteit behouden blijven en zijn er eventueel nog meer nascheidingsinstallaties vereist.

Bij dit aanbevolen afvalverwerkingpark kan niet volledig aan de beide specifieke eisen voor PET recycling uit de AMvB kan worden voldaan. Naar de mening van Arthur D. Little zou alleen een volledig retoursysteem met hoge retourpremies deze hoge eisen kunnen halen. De PET-normen betreffen slechts een klein deel van de verpakkingenmassa, staan een level playing field voor verpakkingen in de weg en zijn voor CO₂ besparing weinig kostenefficiënt. Arthur D. Little beveelt aan om deze PET normen te heroverwegen en desgewenst te vervangen voor milieutechnisch effectievere en kostenefficiëntere normen. In deze context is het aan te bevelen om na te gaan in hoeverre 3 nascheidingsinstallaties al compensatie qua CO₂-milieudruk bieden voor de afschaffing van de meermaligheid van grote PET-flessen.

Bij de invoering van nascheiding zal een aantal aspecten aandacht verdienen om te voorkomen dat er onnodige kosten ontstaan. Het gaat hierbij om:

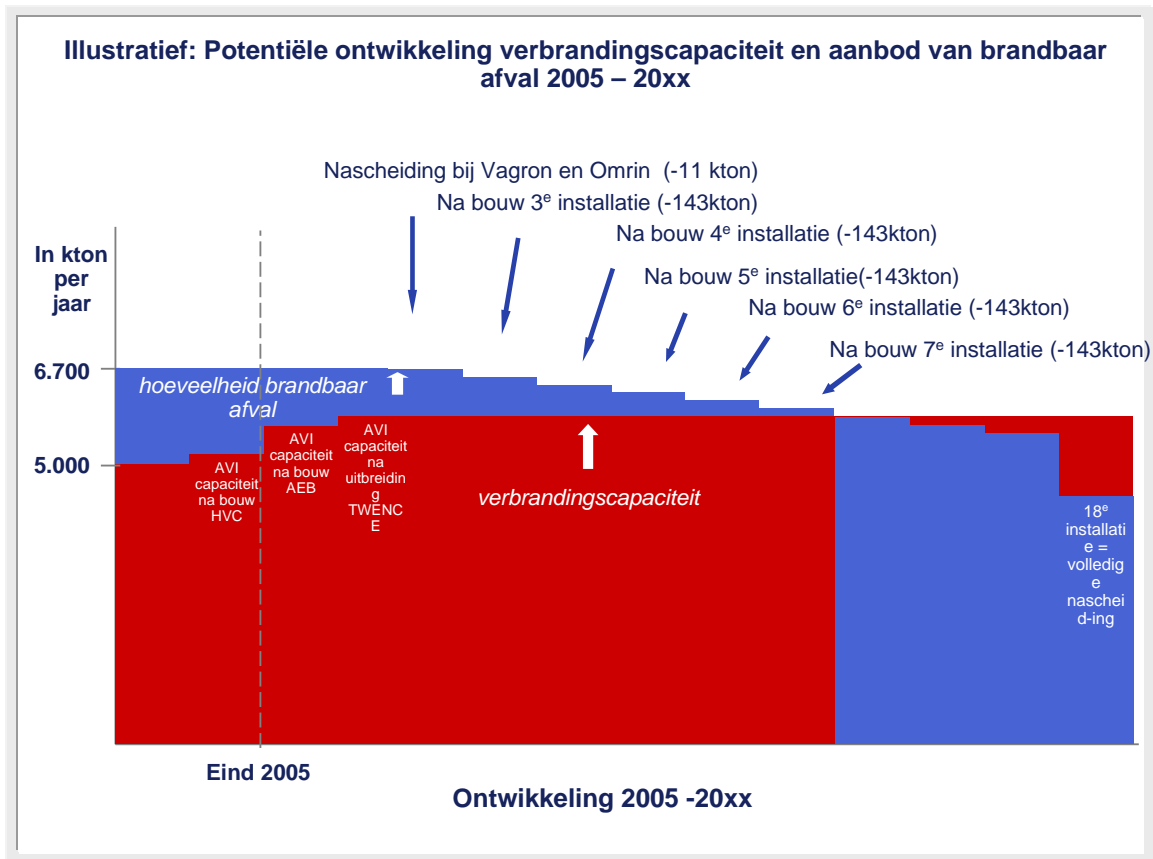
- Invoeringsomvang
- Invoeringsnelheid (timing)
- Invoeringslocatie
- Invoeringskosten

In de volgende paragrafen wordt er nader op deze aspecten ingegaan.

3.2. Invoeringsomvang (effect van invoering op AVI's)

Er is momenteel een overschot aan brandbaar afval van ~1.500 kton per jaar dat gestort wordt. Figuur 13 geeft de totale verbrandingscapaciteit ('vraag') en de hoeveelheid brandbaar afval ('aanbod') weer bij invoering van nascheiding, rekening houdend met de huidige bouwplannen voor nieuwe AVI's.

Figuur 13: Simulatie van de ontwikkeling verbrandingscapaciteit en brandbaar afval 2005-20xx



Aannames:

- Het huidige brandbaar afvaloverschot bedraagt 1.500 kton per jaar
- Er is geen groei in de totale hoeveelheid afval (nominaal constant afvalaanbod)
- Bij invoering nascheiding bij Vagron en Omrin neemt per installatie de afvoer naar een AVI met ~ 5,5 kton per jaar af. (Bron: Herberekening gegevens NASKAS rapport [26])
- Bij een nieuwe installatie neemt de afvalstroom naar een AVI met 143 kton per jaar af (Op basis van business case, zie appendix VI)

De figuur toont dat pas na de invoering van de 8^e nascheidingsinstallatie de hoeveelheid brandbaar afval kleiner wordt dan de AVI-verbrandingscapaciteit. De verwachting is dat de beperkingen door gemeentelijke AVI-contracten voor de eerste 3 nascheidingsinstallaties geen probleem zullen vormen omdat het aanbod van brandbaar afval momenteel voldoende is. Ook voor opschaling naar ~8 installaties zijn per saldo geen al te grote problemen te verwachten om dezelfde reden. Hierbij is verder aan te tekenen dat het waarschijnlijk is dat de totale hoeveelheid afval ook zal toenemen, wat in de bovenstaande simulatie niet is verwerkt. Dit is een conservatief scenario, want de verwachte toename van de hoeveelheid afval zal ongeveer de helft zal bedragen van de groei van het bruto binnenlands product [28]. Tevens zijn er bronnen die het huidige afvaloverschot hoger schatten dan 1.500 kton per jaar; dit zal eveneens potentiële problemen met de AVI-bezettingsgraad beperken.

Daarom is het aan te bevelen om daarna door te groeien naar de bouw van ~8 nascheidingsinstallaties waarmee de AMvB-normen positief worden overschreden en het overschot aan brandbaar afval geheel

3.3. Invoeringsnelheid

De snelheid waarmee nascheiding kan worden ingevoerd wordt beperkt door een aantal factoren waaronder de omvang van het afvaloverschot, verlening van vergunningen, afwikkeling van bestaande contractrelaties en de technische levensduur van AVI's.

Nascheiding kan het snelst worden ingevoerd bij de bestaande huisvuilscheidingsinstallaties van Omrin en Vagron. Er zijn relatief kleine aanpassingen nodig bij deze installaties om nascheiding te kunnen invoeren. Op grond van de contractsituatie van de gemeenten met de AVI's is te verwachten dat voor een deel van de gemeenten levering aan een nascheidingsinstallatie op korte termijn geen probleem hoeft te zijn. In *'onderzoek naar de contractsituatie van huishoudelijk restafval'* van AOO wordt aangegeven dat de contracten van gemeenten met ruim 7,5 miljoen inwoners een laag risico profiel hebben. De vergunningen en AVI-contractrelaties zullen voor de eerste installaties daarom geen probleem vormen, zodat deze installaties in 2007/2008 operationeel kunnen zijn. Daarnaast zou op korte termijn door studie een derde locatie moeten worden bepaald waar nascheiding snel kan worden gerealiseerd.

Verdere opschaling tot ~8 installaties is ten eerste afhankelijk van de snelheid waarmee vergunningen voor de bouw door de (lokale) overheden worden afgegeven. Ten tweede kunnen bestaande contractrelaties van gemeenten in enkele specifieke gevallen een probleem vormen. Gezien het feit dat er in deze opschalingfase nog steeds sprake is van een overschot aan brandbaar afval zijn er mogelijkheden tot afval 'swaps' om deze potentiële problemen te beperken. Om optimaal op het afvaloverschot in te spelen is het aan te bevelen om, nadat de eerste 3 installaties goed functioneren, zo snel als de omstandigheden het toelaten naar deze fase toe te groeien.

De contractsituatie van de gemeenten zal een groter probleem vormen voor verdere invoering van nascheiding als het brandbaar afvaloverschot van 1.500 kton per jaar weggewerkt is. Volledige landelijke invoering (18 installaties) zal daarom afhankelijk zijn van de snelheid waarmee gemeentelijke contracten vervallen (of de kosten die bij contractbreuk ontstaan), van de resterende technische levensduur van relevante AVI's en mogelijke groei van de afvalstroom. Volledige landelijke invoering zal naar verwachting alleen op lange termijn kunnen gebeuren.

3.4. Invoeringslocatie

De locatie voor invoering van de nascheidingsinstallaties hangt af van een aantal criteria. Criteria zijn onder andere een leveringsgebied met voldoende aanvoer (~230 kton op jaarbasis) en relatief korte transportafstanden. De afwezigheid van een AVI in de directe omgeving van een nascheidingsinstallatie zal een gunstige invloed op de totale systeemkosten hebben omdat er minder afval uit het leveringsgebied naar de AVI getransporteerd dient te worden. Gezien de huidige verspreiding van AVI's over Nederland komen Limburg en in mindere mate delen van Noord-Brabant en Zeeland hiervoor in principe in aanmerking. Ook ligging nabij de grens kan in de context van potentiële toekomstige handelsstromen interessant zijn.

3.5. Invoeringskosten

Het verschil in investeringen tussen nascheiding en bronscheidingstrajecten is aanzienlijk. De investeringen voor de gehele verwerking van 1 kton huishoudelijk afval zijn bij nascheiding ~€270.000 (~40%) lager dan bij verwerking in een AVI. Bij investering in nascheiding zal altijd nog een gedeelte (37%)¹³ van het afval verbrand moeten worden in een AVI: parallel aan een nascheidingsinstallatie moet dus ook deels in AVI-capaciteitsuitbreiding worden geïnvesteerd (indien geen bestaande capaciteit). Het verschil in investeringsbehoefte wordt groter als het huidige afvaloverschot is weggewerkt omdat er dan geen AVI-capaciteit meer hoeft te worden bijgebouwd. De opbouw van nascheiding zal echter in twee fases plaatsvinden: fase 1 betreft voorziet de bouw van de eerste 3 installaties, fase 2 betreft doorgroei om het volledige afvaloverschot weg te werken en fase 3 is volledige invoering op langere termijn. Hieronder wordt per fase het benodigde investeringsvolume tussen nascheiding en bronscheiding met elkaar vergeleken. In de berekening is aangenomen dat het brandbaar afval overschot momenteel 1.500 kton per jaar is en dat de capaciteitsuitbreiding van AEB en TWENCE gezamenlijk 680 kton¹⁴ per jaar betreft.

Fase 1: 3 nascheidingsinstallaties

Als er 3 installaties worden ingevoerd, zal er 690 kton afval per jaar nagescheiden en 667 kton¹⁵ afval per jaar additioneel verbrand moeten worden om het afvaloverschot weg te werken (ervan uitgaande dat AEB en TWENCE operationeel zijn). De investeringen in dit scenario bestaan uit nascheidingsinstallaties en AVI's. Om 3 nascheidingsinstallaties te bouwen is een investering van €55 miljoen nodig. Vagron en Omrin kunnen ieder voor €10 miljoen worden aangepast [26] en één nieuwe installatie kost €35 miljoen. Om de 687 kton per jaar weg te werken is nieuwe verbrandingscapaciteit nodig. De kosten voor de bouw van 667 kton verbrandingscapaciteit kunnen worden geschat aan de hand van de recente aanbouw van de hoog rendement AVI van AEB. De investering voor deze AVI met een capaciteit van 500 kton per jaar bedraagt €340 miljoen [1]. Om 667 kton te verwerken zal dus minimaal een investering van €454 miljoen nodig zijn (aanname: proportionele evenredige investering). De totale investering voor nascheiding en de verwerking van het afvaloverschot komt hiermee op €509 miljoen.

Het alternatief, een bronscheidingsstelsel in combinatie met verbranden het restafval vergt een investering van €569 - €619 miljoen. Een deel van het afval wordt aan de bron afgescheiden en verder verwerkt. De verwachting van PWC [22] is dat er 37% van de kunststof (19% van totaal) in de vorm van flacons worden brongescheiden. Dit zou resulteren in een afname van 7% van het grijze afval. De rest van het afval wordt in een AVI verbrand.

Om de ingezamelde kunststoffractie te kunnen scheiden zullen op grond van de ervaringen in België ~10 installaties nodig zijn om het Nederlandse kunststofafval te verwerken [18, 35]. De kosten per installatie worden geschat op €5 - €10 miljoen (Bron: Rentech). Het totale investeringsvolume voor de installaties komt daarmee op €50 - €100 miljoen. Bovenop deze investering komen aanvullende investeringen voor de aparte inzameling(structuur).

Van de 820 kton afval zal 7%, ofwel 57 kton worden brongescheiden. Er zal dus nog 763 kton afval verbrand moeten worden waarmee een investering van €519 miljoen gemoeid is. De totale investeringskosten voor bronscheidingstrajecten komen op €569 - €619 miljoen, waarbij nog geen rekening is gehouden met extra organisatorische en transportkosten.

¹³ Digestaat wordt niet verbrand maar verwerkt tot Hydrostab of als bouwstof toegepast

¹⁴ 6.700 kton brandbaar afval, 5.200 kton verbrandingscapaciteit. Door bouw AEB (500kton) en TWENCE (180kton) wordt verbrandingstekort 820 kton

¹⁵ Verbrandingstekort van 820 kton neemt door aanpassing Vagron en Omrin met 10 kton af en door bouw nieuwe installatie nog eens met 143 kton.

Nascheiding met 3 installaties biedt ten opzichte van een bronscheidingstraject een investeringsreductie van € 60 miljoen (12%). Dit financieringsvoordeel loopt op als er meer nascheidingsinstallaties worden gebouwd en er relatief minder dure verbrandingscapaciteit moet worden bijgebouwd. Dit wordt goed geïllustreerd aan de hand van het volgende scenario waarbij 8 installaties worden gebouwd.

Fase 2: 8 nascheidingsinstallaties ('afvaloverschot weggewerkt')

Als er 8 nascheidingsinstallaties worden gebouwd zal dit in combinatie met de (geplande) uitbreiding van AEB en TWENCE voldoende zijn het brandbaar afval overschot weg te werken. Het vereiste investeringsvolume is dan ~60% lager omdat er géén verdere uitbreiding van de verbrandingscapaciteit hoeft plaats te vinden.

Nascheiding heeft een veel kleinere behoefte aan kapitaal (€ 230 miljoen) dan de investering in nieuwe verbrandingscapaciteit (AVI's). Om het huidige overschot¹⁶ van 820 kton aan brandbaar afval weg te werken zijn ~8 nascheidingsinstallaties nodig¹⁷. De twee reeds bestaande installaties (Vagron en Omrin) kunnen worden gemodificeerd à € 10 miljoen per installatie. In totaal zal er een financieringsbehoefte zijn voor circa € 230 miljoen¹⁸ om het brandbare afvaloverschot van 820 kton weg te werken (conservatieve berekening).

De verwerking van de 820 kton per jaar door middel van een bronscheidingstraject vergt een investering van minimaal € 569 miljoen.

Investering in nascheiding bespaart € 339 miljoen (~60% lagere investering) ten opzichte van bronscheiding met een volledig AVI-verwerkingspark voor de afbouw van het huidige afvaloverschot.

Fase 3: 18 nascheidingsinstallaties ('volledige invoering')

De financiële vergelijking is voor deze fase niet te maken zonder uitgebreide analyse van de resterende technische levensduur en de benodigde vervangingsinvesteringen van de huidige verbrandingscapaciteit. Invoering van 18 nascheidingsinstallaties gaat namelijk uit van de verkleining (op termijn) van deze huidige verbrandingscapaciteit.

¹⁶ De uitbreiding van AEB vermindert het overschot van 1500 kton per jaar met 500 kton per jaar, en er van uitgaande dat de uitbreiding van TWENCE (180kton) doorgaat
¹⁷ 1 installatie geeft een vermindering van 143 kton brandbaar afval per jaar (conservatieve inschatting)

¹⁸ 6 nieuwe installaties á €35 miljoen en 2 aangepaste á €10 miljoen. In de praktijk kunnen de investeringen voor nascheiding hoger uitvallen als investeringen voor mogelijke aanpassingen aan enkele AVI's worden meegenomen. Deze investeringen kunnen noodzakelijk zijn in verband met een lichte verhoging van de calorische waarde van de afvalstroom.

4. Algemene beschouwing van beschikbare rapporten over nascheiding

4.1. Algemene beschouwing van het TNO rapport

In maart 2005 heeft TNO het rapport “Oplossingsrichtingen voor het beheer van huishoudelijk verpakkingenafval in Nederland” gepresenteerd waar het volgende wordt geconcludeerd:

‘Wat betreft de aspecten broeikasemissie, eco-efficiency (broeikasemissie versus integrale kosten), technische performance en met name het innovatiepotentieel en het gemak voor burger/consument scoort het systeem van nascheiding veruit het beste.’

Naar de mening van Arthur D. Little zijn de conclusies uit het rapport van TNO logisch en degelijk onderbouwd. Het TNO rapport geeft op alle hoofdlijnen de reële conclusies ten aanzien van de attractiviteit van de onderzochte trajecten. Deze conclusies dienen echter wel in de juiste context te worden geïnterpreteerd, omdat TNO de trajecten heeft gesimuleerd op basis van uitsluitend de *verpakkingenstroom* in het gemengd huishoudelijk afval.

Om op landelijk niveau conclusies te kunnen trekken over de effecten van invoering van nascheiding is het TNO rapport derhalve een goede indicator, maar moet het TNO model herberekend worden op basis van de *totale Nederlandse huishoudelijke afvalstroom*. De simulatie in (zie § 3.4 en Appendix V) simuleert dat de *relatieve* voordelen van nascheiding ook bij deze uitgebreidere systeemgrens stand houden en dat de *relatieve* milieutechnische voordelen significant toe zullen nemen, met name omdat niet of minimaal brandbare fracties (zand, inert materiaal, digestaat en water), die 24%¹⁹ van het totale afval vormen buiten de AVI worden gehouden.

Samen met TNO heeft Arthur D. Little alle berekeningen geanalyseerd en zijn gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. De meeste aannames in het TNO rapport zijn reëel tot conservatief ten opzichte van het traject nascheiding. Dit betreft zowel aannames betreffende inzamel- en verwerkingskosten, alsmede marktprijzen. Hieronder volgt een bespreking van belangrijke TNO-aannames die uit zicht van Arthur D. Little optimistisch of conservatief zijn:

- **AVI-tarief**

Licht optimistisch; het door TNO in maart 2005 gehanteerde AVI-poort tarief van € 110 per ton voor bestaande lange termijn contracten is iets hoger dan het recent bekend geworden gemiddelde tarief van circa € 103 per ton [4] maar tevens lager dan diverse actuele ‘spot’-contracten (bijvoorbeeld Essent/VAM/ € 145 per ton, HVC Alkmaar € 115 per ton).

¹⁹ Het inerte materiaal, zand en digestaat is ongeveer 24%.

- **Trajectkosten voor nascheiding**

Conservatief; de trajectkosten voor nascheiding zijn in het TNO rapport in januari 2005 behoudend berekend. Een actuele scherpe berekening op basis van actuele marktprijzen en kosten brengt de trajectkosten op € 152 per ton ten opzichte van € 222 per ton in het TNO rapport . Het verschil ligt ondermeer in de kosten van de scheidingsinstallatie²⁰ van Omlin.

- **Scheidingsefficiency**

Conservatief; de scheidingsefficiency is door TNO geschat op circa 76%. Recente proeven hebben scheidingseffectiviteit aangetoond die boven 90% liggen. De efficiencies zijn behaald zowel voor PET, drankenkartons als HDPE/PP

- **Extra afscheiding kunststof bij NASKAS**

Conservatief; bij toepassing van een installatie op basis van het NASKAS proces is het mogelijk meer kunststof af te scheiden. TNO heeft de extra kunststof opbrengsten die mogelijk zijn bij NASKAS niet meegerekend.

- **Biogasinstallatie**

Conservatief; TNO heeft in haar berekeningen de kosten voor de *gehele* nascheidingsinstallatie meegenomen voor de verpakkingenfractie. Voor de verwerking van strikt de verpakkingen is echter geen vergistinginstallatie nodig; de kosten hiervan hoeven daarom niet toegerekend te worden aan de verpakkingenfractie (~€47 per ton).

- **Afzetprijs metalen**

Conservatief; de prijzen voor ferro en non-ferro metalen liggen momenteel significant hoger op respectievelijk € 45 per ton en € 500 per ton (TNO hanteert voor ferro € 25 per ton, voor non-ferro € 300 per ton).

- **Afzetprijs PET**

Conservatief; sinds begin 2005 zijn de olieprijsen met 10% gestegen. De prijs voor secundair PET is direct afhankelijk van de olieprijs (TNO hanteert € 115 per ton)

- **Afzetprijs Drankenkartons**

Conservatief; volgens Vagron is er een licht positieve prijs van € 5 per ton te behalen (Bron: Vagron), terwijl TNO met een negatieve prijs van € - 5 per ton heeft gerekend.

- **Afzetprijs Subcoal**

Reëel; voor de studie heeft TNO *kosten* van €50 per ton gehanteerd met als aanname dat in de toekomst PPF als Subcoal inderdaad kolen kan vervangen. In de toekomst is een positieve prijs te verwachten.

²⁰ De scheidingsinstallatie bij Omlin heeft een minder gekost (circa €32 miljoen vs. €50 miljoen) dan die van Vagron vanwege ervaringseffecten

Gevoeligheidsanalyses tonen aan dat de weinige *kern*variabelen die naar de mening van Arthur D. Little licht 'optimistisch' waren geschat (AVI-tarieven) ook bij veel hogere of lagere waarden geen significante andere *relatieve* einduitkomst voor de trajecten opleveren. Simulaties op het TNO model met actuele marktprijzen voor metalen en polyolefinen (recente invloed van olieprijs en afvalmarktsituatie) illustreren dat de totale netto trajectkosten per ton van nascheiding met 5% dalen. Hoewel dit een momentopname is, laat het zien dat de *relatieve* economische attractiviteit van nascheiding toeneemt bij structureel gunstige afzetmarktomstandigheden (als gevolg van ontwikkelingen in olieprijs, schaalvergroting en innovaties bij afzettoepassingen), die op termijn zeker te verwachten zijn.

De AMvB van VROM is in de loop van 2005 bekend geworden. De bronscheidingstrajecten zoals door TNO beschreven zullen de AMvB normen dan ook niet halen. Extra maatregelen om meer kunststof in te zamelen zijn daarom niet meegenomen. Het effect van dergelijke maatregelen is dat de relatieve kosten van bronscheiding ten opzichte van nascheiding zullen stijgen. Door niet verder gemodelleerde effecten als innovatie en afzetmarktontwikkeling zal het relatieve kostenvoordeel van nascheiding ten opzichte van retour en PMD-trajecten op termijn verder toenemen.

4.2. Algemene beschouwing van kanttekeningen van PWC

Samenvattend concludeert Arthur D. Little dat PWC in haar rapportage de voordelen van nascheiding zoals genoemd in het TNO rapport in grote lijnen bekrachtigt. PWC bevestigt de belangrijkste conclusie dat nascheiding tegen de laagste kosten een oplossing biedt voor de verwerking van het Nederlandse gemengd huishoudelijk afval. PWC geeft daarnaast vele kanttekeningen, vooral over aannames met betrekking tot kostencalculaties, gehanteerde systeemgrenzen, implementeerbaarheid en de afzetmarkten.

Arthur D. Little onderschrijft de opmerkingen van PWC met betrekking tot de systeemgrenzen. Alleen de totale systeemkosten kunnen een relevante maatstaf zijn om de economische aantrekkelijkheid van een traject te beoordelen, omdat alle stakeholders (inclusief de overheid) uiteindelijk indirect de burgers en/of consument voor de kosten zullen laten opdraaien.

De meeste kanttekeningen van PWC betreffen echter verschillende aannames voor gehanteerde waarden voor de kostenberekeningen. Gevoeligheidsanalyses op alle *belangrijke* variabelen tonen echter aan dat de uitkomsten van het TNO rapport volledig stand houden bij berekening met eventueel afwijkende PWC aannames (AVI-tarieven), en dat het relatieve kostenvoordeel voor nascheiding toeneemt.

Opmerkingen over afzetmarkten voor kunststoffen, continuering van GFT inzameling, CO₂-berekeningen, contractsituaties en desinvesteringen bij AVI's vinden volgens Arthur D. Little vanuit een te behoudende optiek plaats. Ze vormen deels relevante context voor zorgvuldige implementatieplanning, maar zijn zoals hiervoor aangegeven geen significante barrières die een technisch, economisch en ecologisch verantwoorde invoering van nascheiding in de weg staan.

Arthur D. Little is daarom van mening dat PWC het traject nascheiding in haar rapport conservatief beoordeeld heeft.

- De afwijkende aannames die PWC hanteert hebben geen significante invloed op de einduitkomst bij de berekening van de netto trajectkosten.
- De kanttekeningen van PWC op milieugebied betreffen voornamelijk een herberekening van absolute waarden van de milieu kengetallen het grote relatieve milieu voordeel voor nascheiding houdt onverminderd stand.

- Belangrijke innovatiemogelijkheden op markt en technisch gebied, financieringsoverwegingen, lange termijn strategische overwegingen en risicomanagement krijgen te weinig gewicht.

PWC bevestigt de belangrijkste conclusie dat de TNO berekeningen vanuit een behoudende optiek hebben plaatsgevonden en komt tot de conclusie dat nascheiding tegen de laagste kosten ingevoerd kan worden.

Een belangrijke aanname die het relatieve kostenverschil met de TNO studie verklaard is dat PWC uit gaat van een extra inzameling van kunststof om de AMvB norm te kunnen behalen. De extra inzameling van kunststof brengt inzamelings- en verwerkingskosten met zich mee. De inzameling leidt tot extra logistieke stromen en de verkregen kunststof fractie moet in een installatie verder worden gesorteerd. Hiermee zijn aanzienlijke kosten verbonden (zie § 2.5.2). Naar de mening van Arthur D. Little zouden de retour- en PMD-trajectkosten in dit geval hoger dan bij nascheiding moeten liggen. Uit de rapportage van PWC blijkt dat dit inderdaad het geval is.

Een belangrijke beperking bij bronscheidingstrajecten is dat een groot gedeelte van het kunststof afval in folie vorm voorkomt. Het gaat hierbij om 43% (Bron: TNO) van het kunststof afval. Bij een breng-, retour- en in mindere mate bij een PMD-traject zal de folie bij het grijze afval terecht komen. Dit gedeelte komt daarmee niet in aanmerking voor recycling. Het behalen van hoge hergebruikpercentages op de kunststof fractie wordt daarmee alleen mogelijk indien een hoog percentage van het niet-folie afval wordt ingezameld. Bronscheiding kent daarmee een systeem beperking die een kunststof hergebruikpercentage van meer dan 57% in de weg staat.

Appendices

Appendix I: Overzicht gebruikte afkortingen en definities

Afkortingen

AVI	-	Afval Verbrandingsinstallatie
AMvB	-	Algemene Maatregel van Bestuur
EBIT	-	Earnings before interest and tax (resultaat voor rente en belastingen)
GFT	-	Groente, Fruit en Tuinafval
HDPE	-	High density polyethyleen
HDPP	-	High density polypropyleen
HVS	-	Huisvuilscheidingsinstallatie
KF&F	-	Kunststof flessen en flacons
KCA	-	Klein chemisch afval
LAP	-	Landelijk afvalbeheerplan
ONF	-	Organisch natte fractie
NIR	-	Near infra-red
PE	-	Polyethyleen
PET	-	Polyethleen- tereftalaat
PMD	-	Plastics, Metals and Drink cartons
PPF	-	Papier plastic fractie
PVC	-	Polyvinylchloride
REDOP-		Reduction of iron ore by plastics
RFID	-	Radio frequency identification
RDF	-	Refuse derived fuel; de reststroom die naar een AVI gevoerd wordt
Subcoal-		Substituut voor steenkool

Definities

- Breng traject** - Een door PWC beschreven traject waarbij op een wijze analoog aan het 'glasbak systeem' op bepaalde plaatsen verzamel containers worden geplaatst waar de consument bepaalde deelstromen in kan deponeren. Het overige afval wordt in grijze zakken of containers aangeboden.
- Bronscheiding**- Het proces waarbij bepaalde afvalstromen aan de bron door de consumenten worden gescheiden en apart worden aangeboden aan de afvalverwerkinginstantie
- Nascheiding** - Het proces waarbij gemengd huishoudelijk afval in een huisvuilscheidingsinstallatie die uitgebreid is met scheidingsstations voor PET, drankenkartons en HDPE/PP, in verschillende deelstromen wordt gescheiden
- NASKAS** - Nascheiding van kunststoffen door automatische sortering. NASKAS is een vorm van nascheiding waarbij met een gewijzigde lay-out van de installatie hoger nascheidingspercentages op kunststoffen worden gehaald. Belangrijkste reden voor de hoge percentages is een extra nascheiding op de PPF fractie waardoor meer kunststof wordt gerecycled. Een bijkomend voordeel van NASKAS is dat PVC achterblijft in de RDF stroom en naar een AVI wordt vervoerd.
- Netto trajectkosten** - De som van alle inzamelings-, verwerkings- en verwijderingskosten voor het gehele afvalverwerkingstraject minus alle opbrengsten van afgescheiden fracties. Deze kosten zullen indirect door de Nederlandse samenleving gedragen worden.
- PMD-traject** - 'Plastic, Metalen en Drankenkarton' traject waarbij deze drie stromen in een aparte afvalzak worden gedeponereerd door de consumenten die de zak vervolgens op gezette tijden aanbiedt aan de afvalverwerkinginstantie. Ook wel 'haal traject' genoemd door PWC. Het overige afval wordt in grijze zakken of containers aangeboden.
- Polyolefinen** - (HD)PE/PP, PET en andere polymeren
- Retour traject** - Traject waarbij door middel van statiegeld PET flessen worden ingezameld via inzamelpunten. Het overige afval wordt in grijze zakken en containers aangeboden door de consument.

Appendix II: Overzicht gebruikte bronnen

Literatuuroverzicht

- [1] AEB, 2004, *Jaarverslag 2004*, Gemeente Amsterdam, Afval Energie. Bedrijf. Amsterdam
- [2] ACE. 2005. *11.5 billion beverage cartons recycled Europe-wide in 2004*. News release. ACE: the Alliance for Beverage Cartons and the Environment. Brussel. 8 September 2005
- [3] Ansems, A.M.M., Ligthart, T.N., 2005, *Oplossingsrichtingen voor het beheer van huishoudelijk verpakkingenafval in Nederland*. TNO Ruimte en Infrastructuur. Apeldoorn.
- [4] AOO. 2005. *Uitvoering afvalbeheer: Afvalstoffenheffingen 2005*. Utrecht. (AOO; 2005-06)
- [5] AOO, 2004, *Monitoring rapportage huishoudelijk afval; Resultaten 2002*; Utrecht (AOO rapport 2004-06)
- [6] AOO, 2003, *Samenstelling van het huishoudelijk restafval; Resultaten sorteeranalyses 2002*; AOO rapport 2003-09
- [7] AOO. 2003. *De afvalmarkt: Nederland en omliggende landen*. Utrecht. (AOO; 2003-04)
- [8] AOO. 2002. *Milieueffect rapport Landelijk Afvalbeheerplan; Achtergronddocument A28 Uitwerking "capaciteit verbranden"*. Utrecht.
- [9] AOO. 1999. *Financiële gevolgen van herstructurering van de gemeentelijke relaties met AVI's*. Utrecht. [AOO; nr. 99-10]
- [10] CE. 2001. *Inzamel- en beloningsystemen ter vermindering van zwerfafval; drie concepten voor een aanpak*. Delft
- [11] Commissie verpakkingen. 2004. *Jaarverslag 2003*, Commissie verpakkingen. Utrecht.
- [12] De Gelderlander, 2005, *"Massale import Duits afval vanaf 2006."* De Gelderlander. 28-04-2005
- [13] ECN, 2000, *Mee-/Bijstook potentieel Biomassa in. Kolencentrales en aardgasgestookte installaties. Bepaling van de Milieutechnische- en Financieel-economische Haalbaarheid*. ECN. Petten. [ECN-C--00-103]
- [14] Enviro Consulting Ltd.. 2003. *Survey of Applications, Markets & Growth Opportunities for Recycled Plastics in the UK: The Waste & Resources Action Programme*. Banbury.
- [15] Enviro Consulting Ltd.. 2002. *Potential Markets for Recovered plastics*. London.
- [16] FOSTpost 7. 2003. *Informatieblad voor de gemeenten, de intercommunales en de operatoren*. Nr.7. Brussel. Maart 2003
- [17] Het Financieele Dagblad. 2005. *Productie van stroom naar forse inhaalslag*. Het Financieele Dagblad. 21-11-2005

[18] Het Nieuwsblad. 2003. *Vanheede investeert miljoen euro in volautomatische sorteerlijn PMD*. Het Nieuwsblad. 5/12/2003

[19] PETCORE. 2005. *European PET bottle recycling continues its upward trend*. PETCORE. Brussel, 15 July 2005

[20] Pfeiffer, A. E. , Lange, T. J. de., 2003. *Kosten duurzame elektriciteit: Afvalverbrandingsinstallaties*. KEMA/ECN. Petten. [ECN-C—03-074/E]

[21] Prognos, 2003, *Zukunft der Abfallwirtschaft. Ausgangslage, Prognosen, Szenarien und Marktentwicklungen 2006 / 2012. Branchenreport „Entsorgungswirtschaft 2003* Berlin, Köln. In: Pfeiffer, A. E. Lange, T. J. de, 2003, *Kosten duurzame elektriciteit: Afvalverbrandingsinstallaties*. KEMA/ECN, Petten. [ECN-C—03-074/E]

[22] PriceWaterhouseCoopers (2005) *Onderzoek naar de invulling verpakkingenbeleid op lange termijn; conceptrapportage-3*. Utrecht

[23] Sambeek, E.J.W. van, et al. 2004. *Onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties. Advies ten behoeve van de vaststelling van de MEP-subsidies voor de periode juli tot en met december 2006 en 2007*. KEMA/ECN. Petten [ECN-C--04-101]

[24] Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden. 2005. *Besluit van 24 maart 2005, houdende regels voor verpakkingen, verpakkingenafval, papier en karton* (Besluit beheer verpakkingen en papier en karton Jaargang 2005) Den Haag.

[25] Shoen, L.A.A., Linden, F. van der, Bakker, T.. 2005. *Praktijkexperiment van het REDOP Project fase 3 (RED-F3/REN 0504)*. Rentech consult. Spaubeek

[26] Shoen, L.A.A.. 2005. *Naskas Project, Rapport NASK-F2/REN0501*. Rentech consult, Spaubeek,

[27] Stichting Kringloop Blik. 2005. *Blikdossier; Feiten en wetenswaardigheden over de kringloop van blik*. Stichting Kringloop Blik. Zoetermeer.

[28] VROM, 2004. *Landelijk afvalbeheerplan (LAP) 2002-2012; Beleidskader, Sectorplannen en Capaciteitsplannen*. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer Den Haag.

[29] FostPlus Partner. 2003. *Viermaandelijks Informatiemagazine voor FostPlus leden* Nr. 28. FostPlus. Brussel. Juni 2003

Elektronische bronnen

[29] Businessweek: http://www.businessweek.com/magazine/content/05_26/b3939424.htm [Bekeken op 29/11/2005]

[30] Drankenkartons: <http://www.ace.be> [Bekeken op: 31/10/05]

[31] Drankenkarton: <http://www.corenso.com> [Bekeken op: 31/10/05]

[32] Drankenkartons: <http://www.drinkscartons.com> [Bekeken op: 31/10/05]

[33]Toepassing plastics als bouwstof: <http://www.aertinc.com> [Bekeken op: 1/11/2005]

[34] Gemeente Groningen: <http://www.groningen.nl/functies/pagfunctie.cfm?parameter=1248> [Bekeken op: 2/11/2005]

[35] PMD scheiding: <http://www.indaver.be/PMD.75.0.html> [Bekeken op: 2/11/2005]

[36] PET: <http://www.petcore.org> [Bekeken op: 31/10/05]

[37] RIVM: http://www.rivm.nl/vtv/object_map/o1433n21780.html [Bekeken op: 2/11/2005]

Appendix III: Aantal benodigde nascheidingsinstallaties

Momenteel wordt 21% van de kunststof verpakkingen (108 kton van 523 kton) als materiaal hergebruikt [11]. Om 27% (139 kton) materiaal hergebruik te halen is er een extra hoeveelheid hergebruik nodig van 31 kton. Op grond van het NASKAS rapport wordt er per nascheidingsinstallatie van 200 kton, 9.6 kton plastic gescheiden voor hergebruik. Per beoogde installatie van 230 kton wordt dus $(230/200) \cdot 9,6 = 11,04$ kton hergebruikt. Om de 31 kton te halen zijn dus: $31/11,04 = 2,80$ installaties nodig. Er zijn dus minimaal 3 installaties van 230 kton nodig om op of boven de 27% hergebruik kunststof verpakkingen te komen.

Bij volledige invoering (18 installaties) wordt er een equivalent van 58% van de totale kunststofstroom in gemengd huishoudelijk afval hergebruikt. In Tabel 3 is weergegeven wat de verwerkingscapaciteit is met een verschillend aantal nascheidingsinstallaties. Tevens is de AVI-capaciteit gegeven die nodig is bij dat aantal nascheiders.

Tabel 3: Effecten van invoering van verschillende aantallen nascheidingsinstallaties

Nascheiders		Benodigde AVI capaciteit	Opmerking
Aantal	kton	kton	
3	690	6.537	AMvB met uitzondering van PET behaald
4	920	6.394	AMvB met uitzondering van PET ruim behaald
7	1.610	5.965	AMvB met uitzondering van PET ruim behaald en brandbaar afvaloverschot weggewerkt
13	2.990	5.393	AMvB wordt behaald, en aan lage 55% PET doelstelling voldaan
18	3.940*	4.392	Volledige nascheiding, alle doelen zijn behaald. PET recycling 76%**.

*18 installaties kunnen $18 \cdot 230$ kton = 4.140 kton per jaar nascheiden. In 2002 was er echter maar 3.940 kton afval. Met 18 installaties is dus een stijging van de hoeveelheid afval met 5% op te vangen.

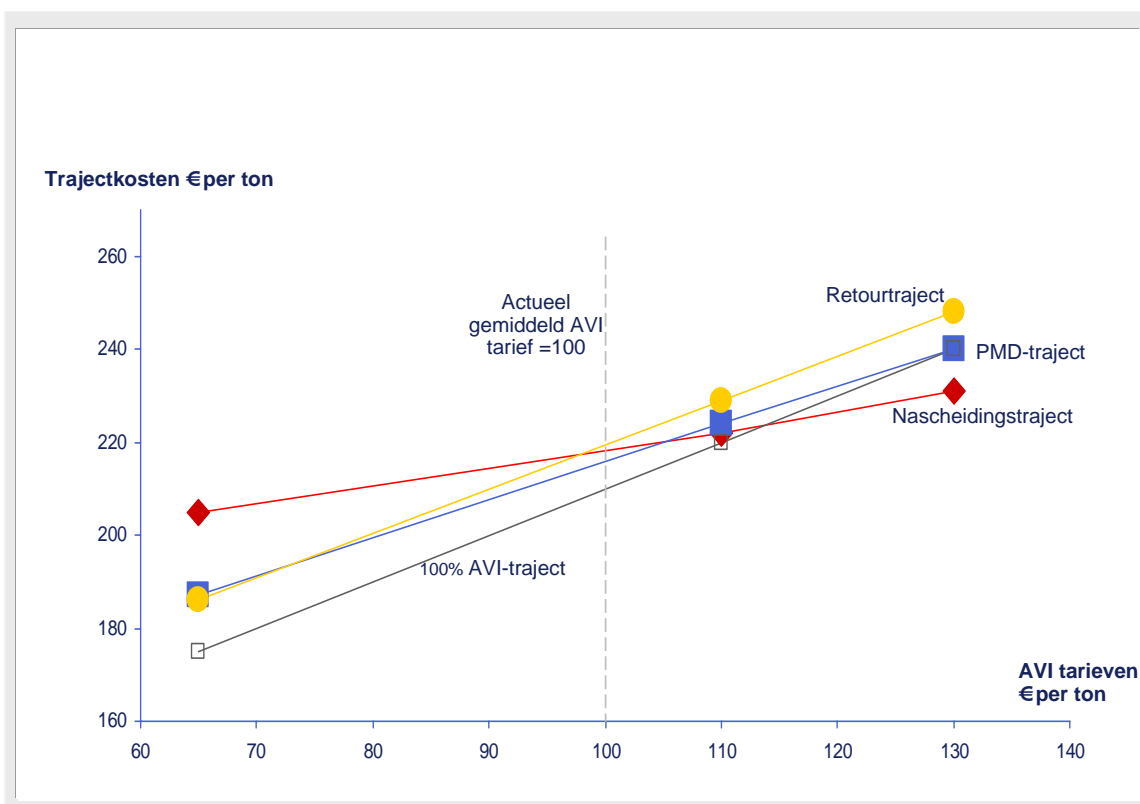
**Uitgaande van het conservatieve scheidingspercentage van 76% van TNO.

Appendix IV: Gevoeligheidsanalyse voor AVI-tarieven

TNO heeft de netto trajectkosten voor nascheiding (€ 222 per ton) berekend bij een AVI-poorttarief van € 110 per ton. Om de sensitiviteit van de netto trajectkosten te kunnen beoordelen bij verschillende AVI-tarieven zijn de kosten tevens uitgerekend voor een AVI-tarief van € 65 per ton en van € 130 per ton. Bij een AVI-tarief van € 65 per ton worden de trajectkosten € 205 per ton en bij een tarief van € 130 per ton worden ze € 231 per ton. De trajectkosten tonen een lineair verband met de AVI-tarieven en voor iedere euro stijging van het AVI-tarief wordt het traject € 0,40 duurder (dit correspondeert met de massa fractie verpakkingen die naar een AVI gaat).

De andere door TNO beschreven trajecten tonen een grotere gevoeligheid met betrekking tot schommelingen in het AVI-poorttarief. Deze trajecten gaan voor een groter gedeelte uit van AVI-verbranding (tussen de 80-100%) en daardoor werken de kosten stijgingen/dalingen sterker door (€ 0,80 - € 1,00 per euro AVI-tariefstijging). Figuur 14 illustreert de relatie tussen de verschillende trajecten en de AVI-tarieven.

Figuur 14: Relatie tussen netto trajectkosten en AV-poorttarieven



TNO is in haar berekeningen uitgegaan van een poorttarief van € 110 per ton. Recente gegevens van AOO [4] geven een gemiddeld tarief aan van ~€ 100 per ton. Op grond hiervan bedragen de actuele kosten voor nascheiding € 219 per ton. Het laagste tarief in Nederland ligt momenteel op ~€ 65 per ton (AEB; op basis van lange termijn contracten voor aandeelhouders) en het hoogste ligt momenteel op € 141 per ton (ARN).

In de onderstaande tabel zijn de kosten voor alle alternatieven verwerkt bij het actuele AVI-tarief, een laag AVI-tarief en een 'hoog' tarief²¹.

Tabel 4 Netto trajectkosten

Traject	Kostenstijging per €AVI tarief stijging	TNO: AVI-tarief €110/ton	Actueel: €100/ton	Laagste AVI-tarief €65/ton	Hoogste AVI-tarief €141/ton
Nascheiding	0,40	222	219,00	205	235,40
PMD	0,82	224	215,70	187	251,80
Retour	0,95	229	219,30	186	261,00

Arthur D. Little schat in dat op dat op middel/lange termijn de AVI-tarieven gelijk zullen blijven of licht zullen stijgen waardoor de netto trajectkosten voor alle alternatieven mogelijk iets zullen toenemen. De trajectkosten van nascheiding zullen relatief minder sterk stijgen omdat het traject relatief minder gevoelig is voor AVI-tariefsveranderingen.

Het is niet aannemelijk dat AVI-tarieven in de toekomst zullen dalen. Arthur D. Little volgt de redenering van ECN, die zes drivers [20] identificeert die een effect kunnen hebben op de AVI-tarieven:

1. Techniekontwikkeling: Weinig
2. Schaalgrootte: Kostendalend effect
3. Levensduur: Neutraal effect
4. Europese verschillen in milieuregelgeving: Neutraal effect
5. Verwerkingscapaciteit: Kostenstijgend effect
6. Tarieven in omringende landen: Kostenstijgend effect

De verwachting is dat het netto effect van de zes drivers een (licht) kostenstijgend effect heeft op de AVI-tarieven.

²¹ Momenteel wordt voor afval dat niet onder contract staat dit soort hoge prijzen gevraagd(130-150 E/ton)

Appendix V: Simulatie van verruiming van de systeemgrens

De onderstaande tabel toont de effecten van verruiming van de systeemgrens bij nascheiding (van het TNO rapport) met *verpakkingen*stroom als basis naar het totale gemengde huishoudelijke afval (exclusief grofvuil). Uit de onderstaande tabel blijkt dat de relatieve attractiviteit van nascheiding ten opzichte van de bronscheidingstrajecten behouden blijft als het TNO rapport geëxtrapoleerd wordt naar de totale hoeveelheid gemengd huishoudelijk afval. Bij verruimde systeemgrens wordt bij nascheiding nog steeds verhoudingsgewijs veel gerecycled en nuttig toegepast. Uit de niet-verpakkingenfractie worden vooral ONF, papier/karton, kunststof en metalen gerecycled. Extra beschreven is hier de bouwstof. Hier gaat het om een drietal fracties die uit de ONF was- en scheidingstappen komen: Zand, grof inert (glas) en digestaat. Er is onderscheid gemaakt tussen recycling en bouwstof; in de laatste categorie vallen zand, inert materiaal en digestaat, die als bouwstof hergebruikt kunnen worden. De brongegevens in de onderstaande tabel zijn afkomstig van AOO en aan de hand van de TNO-cijfers is geëxtrapoleerd.

Tabel 5 Massafracties in de verpakkingen en de niet-verpakkingenstroom

Massaverdeling	Huishoudelijk afval ¹		Verpakkingenfractie in huishoudelijk afval ¹					Overig huishoudelijk afval					
	kton	%	kton	Recycling	Brandstof	AVI	%	kton	Recycling	Bouwstof ⁴	Brandstof	AVI	%
				kton	kton	kton			kton	kton	kton	kton	
ONF	1418	36,0	0				0,0	1418 ⁵	407	851	160 ⁶		36,0
Oud papier en karton	1087	28,0	378	79	147	155	9,6	709	149		276	291	18,4
Kunststoffen	559	14,0	457	119	146	192	11,6	102	27		33	43	2,4
Glas	158	4,0	146			73	3,7	12	6	73 ³		6	0,3
Ferro	146	3,7	95	76		19	2,4	51	41			10	1,3
non ferro	31	0,8	14	11		3	0,4	17	14			3	0,4
Textiel	122	3,1	0				0,0	122				122	3,1
KCA	9	0,2	0				0,0	9				9	0,2
overig	433	11,0	0				0,0	433				433	11,0
	3963	100	1089	285	294	441	28	2874	643	924	469	917	73

		Recycling	Brandstof	AVI	bouwstof
Verpakkingenfractie	%	28	29	43	
Niet-verpakkingendeel	%	22	31	16	31
Totale huishoudelijke restafval	%	23	31	34	12

1. Bron:[4] [5]
2. Bron: [6]
3. Aanname dat 50% van het verpakkingenglas in de afgescheiden ONF-fractie terecht komt
4. Een bouwstof is een stof die onder het bouwstoffenbesluit valt

- De split bij ONF in recycling, brandstof, bouwstof en AVI is gedaan aan de hand van de scheiding zoals Vagron deze momenteel uitvoert.
- Het betreft hier Biogas

In Tabel 6 is op grond van de massafracties uit Tabel 5, de opbrengsten/kosten per ton uitgerekend voor de verpakkingen en de niet-verpakkingen stroom. Het gaat hier alleen om de opbrengsten dan wel de kosten (verwijderingskosten) die per afvalfractie gemaakt moeten worden bij nascheiding. Uit de tabel blijkt dat de opbrengsten uit de niet-verpakkingenfractie €2 per ton hoger zijn dan de verpakkingenfractie (€59 versus €61 per ton op basis van conservatieve aannames). De conclusie van de extrapolatie naar de totale hoeveelheid gemengd huishoudelijk afval is dat de netto-trajectkosten per ton voor nascheiding licht dalen.

Tabel 6 Opbrengsten/ Kostenberekening per ton van de verpakkingen- en de niet-verpakkingenstroom

Kosten/ opbrengsten	Recycling	Brandstof	AVI	Massafractie 27,7%				Massafractie 72,3%					
	€	€	€	Recycling	Brandstof	AVI	mln €	Recycling	Bouwstof	brandstof	AVI	mln €	
GFT		-65	-100						-16272 ⁷	5895		-10	
Papier/karton	5	-65	-100	397	-9587	-15506	-24,7	744		-17968	-29061	-46	
Kunststoffen	77	-65	-100	9145	-9501	-19186	-20	2046		-2126	-4292	-4	
Glas		-65	-100			-7280	-7	0	0		-620	-1	
Ferro	45	-65	-100	3406		-1892	2	1850			-1028	1	
non ferro	500	-65	-100	5520		-276	5	6880			-344	7	
Textiel		-65	-100								-12200	-12	
KCA		-65	-100								-900 ⁸	-1	
overig		-65	-100								-43300 ⁹	-43	
				Totaal				-45				Totaal	-111

Gate fee nascheider (per ton)	100
Kosten (per ton)	-41
Netto opbrengsten verpakkingen (per ton)	59

Gate fee nascheider (per ton)	100
Kosten (per ton)	-39
Netto opbrengsten niet-verpakkingen (per ton)	61

- Het gaat hier om het digestaat dat voor €45 per ton wordt gebruikt in Hydrostab of tegen dit tarief wordt gestort
- Textiel kan bij nascheiding worden verwijderd d.m.v. een ballistische scheider en als component naar de Subcoal-fractie gaan [26], de kosten er ton vallen hierdoor lager uit.
- De fractie 'overig' bevat gedeeltelijke zand, grint en ander inert materiaal dat bij nascheiding niet naar de AVI zal gaan, maar als bouwstof verwerkt kan worden.

Appendix VI: Simulatie van de business case voor een nascheidingsinstallatie

De business case is berekend op basis van een nieuw te bouwen installatie inclusief scheiding van PET, drankenkartons en HDPE/PP op basis van de huidige Vagron en Omrin installaties (zie Tabel 6). Op grond van de door TNO becijferde nascheidingsefficiëntie en gegevens over de samenstelling van huishoudelijk afval van AOO is het aantal kton per afgescheiden fractie berekend. De prijzen/kosten per afgezette fractie zijn vastgesteld aan de hand van gegevens van Vagron, Omrin en TNO.

Bij een herberekening op basis van gegevens uit het NASKAS rapport is vooral de hoeveelheid afgescheiden HDPE/PP en overige kunststoffen hoger. In het NASKAS rapport wordt uitgegaan van nog een scheidingsstap op de afgescheiden PPF fractie. De business case hanteert een conservatieve berekening van kosten en opbrengsten.

De opbrengsten zijn conservatief geschat omdat er vanuit is gegaan dat digestaat verbrand wordt in plaats van gebruik in 'Hydrostab' zoals nu het geval is. Verder zijn de extra afscheiding van kunststof (zoals bij NASKAS het geval is) en subsidie opbrengsten (MEP) niet meegenomen.

Tevens zullen de werkelijke afschrijvingen voor de bouw van de nascheidingsinstallatie waarschijnlijk lager zullen liggen. Er is gerekend met een investering van €35 miljoen (basis: Omrin). Momenteel wordt bij Vagron de installatie (50% van de investering) over 10 jaar afgeschreven en de gebouwen(overige 50%) over 20 jaar. In de onderstaande berekening is 2/3 over 10 jaar afgeschreven en 1/3 over 20 jaar.

Tabel 7: Business case nascheidingsinstallatie

Opbrengsten op grond van in- en uitgangstromen bij een nascheidingsinstallatie				Opmerking
	kton	€/ton	€n	
Ingangsstroom	A	B	A*B*1000	
Gemengd huishoudelijk afval	230,00	100	23	Poort tarief € 100
Uitgangsstroom				
PET	2,42	115	0,28	
Drankenkartons	3,91	5	0,02	
HDPE/PP	3,39	77	0,26	
Ferro metalen	6,11	45	0,27	
Non-Ferro metalen	0,89	500	0,45	>Uitgangspunt: FostPlus prijzen voor HDPE/PP in 2002, door olieprijsstijging ligt de huidige prijs hoger
Zand en Grof inert	32,00	0	0,00	
Digestaat	23,00	-100	-2,30	>In de praktijk afzet als Hydrostab tegen €-45 per ton
PPF	35,00	-65	-2,28	>Aanname dat de energiecentrales 0 € per ton betalen voor Subcoal, in werkelijkheid zal er een positieve prijs zijn te verwachten
RDF	87,28	-100	-8,73	
Biogas	10,40			
Totale uitstroom (ton)	204,40		10,98	Opbrengsten afval vóór energie, kosten en subsidies

	mIn KWh	€KWh	
Energie ex-gebruik	11.2	0,035	0,39

Opbrengsten	Eenheid		€m
Omzet afvalverwerking			10,98
Omzet Energie	kwh		0,39
Overige opbrengsten			0
Totale opbrengsten			11,37

Kosten			
Personele lasten	35FTE's	50000	1,75
Onderhoudslasten			0,6
Grond en hulpstoffen			0,2
Afvalwater			0,6
Huren en Pachten			0
Nascheidingsinstallatie	35mln €	35	>De totale investeringsom zal in de praktijk lager zijn
Installaties	10 jaar	33,3	2,3
Gebouwen etc.	20 jaar	16,7	0,6
Overige lasten			0,7
Totale lasten			6,77

>In de praktijk wordt 50% van de installatie over 10 jaar afgeschreven en de andere helft over 20 jaar

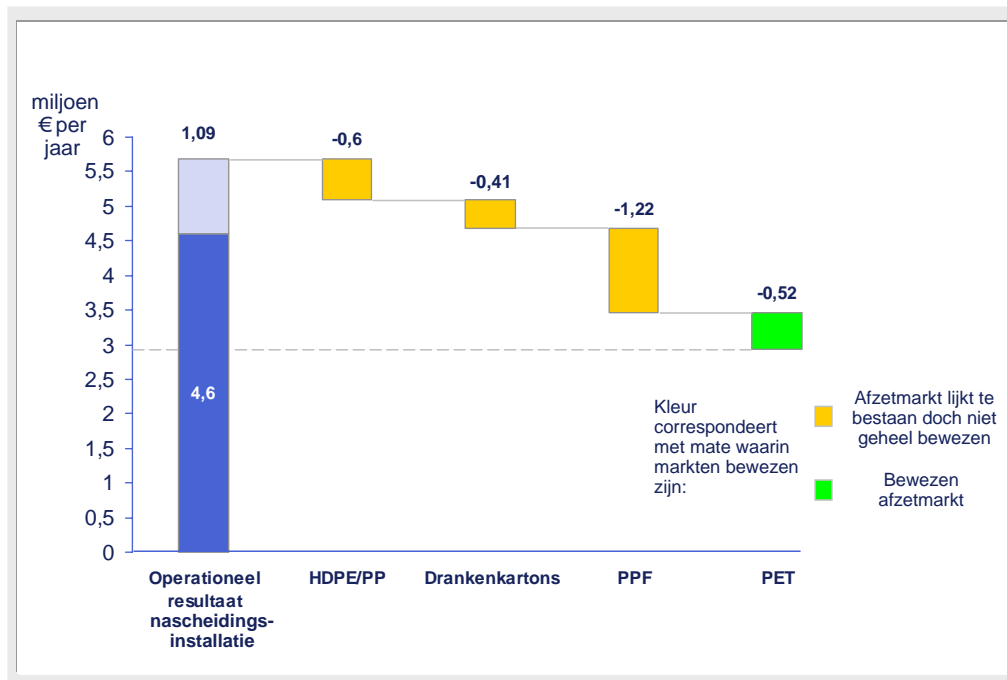
EBIT			4,60	Earnings before tax and interest
-------------	--	--	-------------	----------------------------------

	€KWh		
Extra: MEP subsidie (mln €)	0,097	1,09	MEP op basis van gegevens SenterNovem

De berekeningen tonen dat er met een nascheidingsinstallatie een positieve EBIT te behalen is van € 4,6 miljoen. Dit is *exclusief* de € 1,09 miljoen die nog via MEP subsidie verkregen wordt. Het illustreert dat nascheiding ook met conservatieve aannames een positief bedrijfsresultaat oplevert. De huidige huisvuilscheidingsinstallaties van Vagron en Omrin hebben tijdens de bouw en ingebruikname enkele opstartproblemen gekend. Deze ervaringen kunnen bij de bouw van nieuwe installaties worden vermeden. Vagron en Omrin werken momenteel beide met een positief resultaat en de invoering van nascheiding bij deze huisvuilscheidingsinstallaties zal het resultaat verder verhogen. De biovergistingsinstallatie afzonderlijk heeft tevens een positieve business case.

In Figuur 15 is de invloed van eventuele wegval van de afzet van belangrijkste afgescheiden stromen (PET, PPF, HDPE en drankenkartons) weergegeven op het operationele resultaat van een nascheidingsinstallatie. In de gesimuleerde situatie zullen deze stromen alsnog naar een AVI gebracht worden. De grafiek laat zien dat het operationele resultaat bij gelijktijdig ineenstorten van alle markten nog steeds duidelijk positief blijft, zelfs zonder meetelling van de MEP-subsidie.

Figuur 15: Simulatie van potentiële effecten van afzetmarkten op het operationele resultaat van een nascheidingsinstallatie



Business case nascheidingsinstallatie: invloed van schaal- en ervaringseffecten

Het resultaat van een nascheidingsinstallatie kan op termijn met naar schatting met 30% verder omhoog door ervarings- en schaalears effecten, marktontwikkeling en innovatie.

De onderstaande uitwerking van de eerder besproken business case laat het effect van 3 potentiële ontwikkelingen zien. De drie potentiële ontwikkelingen zijn:

1. De daling van de kosten voor de bouw van een nascheidingsinstallatie met 9% tot € 32 miljoen door schaal en leer effecten. (ter vergelijking: De bouw van Omrin heeft € 32 miljoen gekost)
2. Een toename van de scheidingsefficiëncy van 76% naar 95% (ter vergelijking, bij Pellenc zijn bij proeven met eenmalige doorloop percentages van 94,7% gehaald. Bij tweevoudige doorloop 97,2%)
3. Een daling in de kosten voor opwerking van subcoal met 10% (Nu is ervan uitgegaan dat de kolencentrales € 0 betalen. Als € 7,5 per ton betaald wordt dalen de opwerkingskosten voor subcoal met 10%)
4. Gebruik van digestaat als Hydrostab of stort tegen het laatste tarief (het is weinig toxisch). Kosten: € - 45 per ton in plaats van verbranding voor € -100 per ton

Het resultaat van de bovengenoemde effecten heeft tot gevolg dat het resultaat voor rente en belasting (EBIT) met ~30% stijgt, van € 4,6 miljoen naar € 5,9 miljoen (zie Tabel 8).

Tabel 8: Gevoeligheidsanalyse: invloed van schaal- en ervaringseffecten op de business case

Opbrengsten op grond van in- en uitgangstromen bij een nascheidingsinstallatie				
	kton	€ton	In mln €	Opmerking
Ingangsstroom	A	B	A*B*1000	
Gemengd huish. afval	230,00	100	23	Poort tarief € 100
Uitgangsstroom				
PET	3,03	115	0,35	
Drankenkartons	4,89	5	0,02	
HDPE/PP	3,87	77	0,30	>Uitgangspunt FostPlusprijzen voor HDPE/PP in 2002, door olieprijsstijging is de verwachting dat de prijs momenteel hoger ligt
Ferro	6,11	45	0,27	
Non-Ferro	0,89	500	0,45	
Zand en Grof inert	32,00	0	0,00	
Digestaat	23,00	-65	-2,30	>In de praktijk afzet als Hydrostab tegen € -45 per ton
PPF	35,00	-58,5	-2,05	>Aanname dat de energiecentrales € 0 per ton betalen voor subcoal, een positieve prijs is te verwachten
RDF	85,21	-100	-8,52	
Biogas	12,20			
Totale uitstroom (ton)	206,20		11,52	Opbrengsten afval vóór energie, kosten en subsidies
	mln KWh	€KWh		
Energie ex-gebruik	11,2	0,035	0,39	
Opbrengsten	Eenheid		In mln €	
Omzet afvalverwerking			12,24	
Omzet Energie	kwh		0,39	
Overige opbrengsten			0	
Totale opbrengsten			12,63	
Kosten				
Personele lasten	35FTE's	50000	1,75	
Onderhoudslasten			0,6	
Grond en hulpstoffen			0,2	
Afvalwater			0,6	
Huren en Pachten			0	
Nascheidingsinstallatie	50 mln€	32		>De totale investeringssom zal in de praktijk lager zijn
Installaties	10 jaar	21,3	2,1	>In de praktijk wordt de helft van de installatie over 10 jaar afgeschreven en de andere helft over 20 jaar
Gebouwen etc.	20 jaar	10,7	0,5	
Overige lasten			0,7	
Totale lasten			6,52	
EBIT			5,87	
		€KWh		
Extra: MEP subsidie (mln Euro)		0,097	1,09	MEP op basis van gegevens SenterNovem

Door de stijging van de EBIT per nascheidingsinstallatie kunnen de netto trajectkosten voor nascheiding (€ 790 (zie Appendix VII)) met $1,3 * 18 = € 23,4$ miljoen per jaar dalen (~ 3%). Door verdere verbeteringen (lagere investeringen, hogere opbrengsten subcoal) en innovaties (NASKAS) kunnen de kosten naar schatting verder dalen.

Appendix VII Netto trajectkosten van de alternatieven

In de onderstaande appendix zijn de netto trajectkosten uitgewerkt voor de afvalverwerkingstrajecten. De kosten voor het nascheidingstraject zijn het laagst. Nascheiding biedt bij volledige invoering de laagste trajectkosten en biedt een mogelijke oplossing voor het brandbaar afval overschot. Bronscheidingstrajecten vereisen aanvullende (zeer kostbare) uitbreiding van AVI-capaciteit.

Kosten voor nascheiding

Arthur D. Little schat de netto trajectkosten voor nascheiding voor het gehele Nederlandse huisvuil op € 198 per ton zijn. Hierbij is de (conservatief gerekende) business case voor nascheiding als uitgangspunt genomen. De businesscase is exclusief financieringskosten. De financieringskosten per nascheider zijn naar schatting €2,5 miljoen. Eventuele MEP subsidies voor biogas zijn buiten de berekeningen gehouden.

Inzamelingskosten huishoudelijk afval	4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 90/ton	€ 360 m
Logistiek	4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 11/ton	€ 44 m
Kosten nascheiding	18 Installaties	€ 7,35 m	€ 132 m
Kosten nascheidingstromen	18 installaties	€ 11,6 m	€ 209m
Financieringskosten	18 installaties	€ 2,5m	€ 45 m
Totaal			€ 790 m
Per ton afval		198	€/ton

Aannames:

- Nascheiding wordt volledig ingevoerd.
- Er geen extra kosten zijn voor AVI's omdat bespaarde kosten door uit dienst nemen van oude AVI's gebruikt worden om bestaande AVI's aan te passen.
- Kosten nascheiding: zie business case
- Kosten nascheidingsstromen: zie business case, Poort tarieven (€23m) – totale opbrengsten nascheidingsinstallatie (€11,4m)
- Logistieke kosten (gemiddeld tarief) berekend op grond van TNO, verminderd met transportkosten subcoal (Kosten subcoal gaan uit van transport)

De verwachting is dat de kosten voor nascheiding verder kunnen dalen. Er een besparing te behalen door verbeteringen innovatie en efficiëntere nascheiding in de installaties (Zie Tabel 8).

Kosten voor PMD-traject

De kosten voor het PMD traject worden geschat op € 221 per ton. De kosten zijn berekend op basis van gegevens van TNO en FostPlus en gaan uit van afscheiding van 16% van het gemengd huishoudelijk afval in een PMD zak.

Inzamelingskosten huishoudelijk afval	84% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 90/ton	€ 302 m
Inzamelingskosten PMD	16% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 186/ton	€ 119 m
Logistiek	4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 9/ton	€ 36 m
Kosten AVI verbranding	84% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 100/ton	€ 336 m
Kosten PMD sortering	16% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 191/ton	€ 122 m
Kosten subcoal opwerking	6% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 65/ton	€ 15,6 m
Opbrengsten ferro	5% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€45/ton	-€ 9 m
Opbrengsten non-ferro	1% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€500/ton	-€ 20 m
Opbrengsten kunststof	4% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€115/ton	-€ 18 m

Totaal			€ 884 m
---------------	--	--	---------

Per ton afval		221	€/ton
----------------------	--	-----	-------

Aannames:

- Inzamelkosten en sorteerkosten op grond van FostPlus 2003 [29]
- Logistieke kosten (gemiddeld tarief) berekend op grond van TNO, verminderd met transportkosten subcoal dat al uitgaat van transport (Kosten subcoal gaan uit van transport)
- Metalen worden teruggewonnen door middel van sortering

Kosten voor statiegeld traject

De kosten voor het statiegeld traject worden geschat op €223 per ton. Er is uitgegaan van 5,4% recycling. De metalen worden teruggewonnen uit slakken.

Inzamelingskosten huishoudelijk afval	96,9% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 90/ton	€ 348 m
Inzamelingskosten retourfractie	2,3% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 186/ton	€ 17 m
Logistiek	4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 8/ton	€ 32 m
Kosten AVI verbranding	96,9% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 100/ton	€ 388 m
Kosten sortering	2,3% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 191/ton	€ 18 m
Kosten retour machines	2,3% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€1036/ton	€95m
Opbrengsten kunststof	2,3% van 4 miljoen ton huishoudelijk afval	€ 115/ton	-€4,6m

Totaal			€ 894 m
---------------	--	--	---------

Per ton afval		223	€/ton
----------------------	--	-----	-------

Aannames:

- 2,3% van het afval wordt brongescheiden
- 3,1% van het afval wordt als metalen teruggewonnen (in totaal dus 5,4% recycling)
- Inzamelkosten van de retourfractie zijn vergelijkbaar met de inzamelkosten voor PMD
- Sorteerkosten zijn ook vergelijkbaar met PMD (identieke apparatuur)