

Milieukundige beoordeling interventies en pakketten

In het kunststofketenproject



Deze rapportage is opgesteld in opdracht van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV). Voor eventuele vragen naar aanleiding van deze rapportage kunt u contact opnemen met het KIDV.

Contactgegevens KIDV:

Zuid-Hollandlaan 7, 2596 AL Den Haag - T: 070 762 05 80 - W: www.kidv.nl

Milieukundige beoordeling interventies en pakketten

In het kunststofketenproject

Delft, CE Delft, maart 2017

Publicatienummer: 17.2i42.131

Opdrachtgever: Kennisinstituut Duurzaam Verpakken

Dit rapport is opgesteld door:

Geert Bergsma

Marijn Bijleveld

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV). Voor eventuele vragen naar aanleiding van dit onderzoek kunt u contact opnemen met het KIDV.

Contactgegevens KIDV:

Zuid-Hollandlaan 7, 2596 AL Den Haag - T: 070 762 05 80 - W: www.kidv.nl

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



1 Inleiding

1.1 Inleiding

Deze notitie bevat een milieukundige beoordeling van de interventies, de pakketten die bestaan uit een combinatie van interventies, zoals voorgesteld worden door het KIDV (versie 23 maart 2017). Een deel van de beoordeling is kwalitatief en een deel van de beoordeling is kwantitatief.

Het gaat om een viertrapsbeoordeling:

1. Kwalitatieve beoordeling individuele interventies.
2. Toelichting op uitschieters en de meest opvallende facetten.
3. Kwalitatieve beoordeling – door de oogharen – van de pakketten als geheel.
4. Een kwantitatieve beoordeling van de strategieën als geheel op basis van het eerder opgestelde milieumodel voor bron en nascheiding met de massaverdeling zoals berekend met het financieel economische model.

1.2 Leeswijzer

Deze notitie is als volgt opgebouwd:

In de samenvatting (Hoofdstuk 2) staan de belangrijkste bevindingen en aanbevelingen naar aanleiding van de milieukundige beoordeling van de interventies en pakketten.

In Hoofdstuk 3 beschrijven we het besliskader dat is gehanteerd bij de milieukundige beoordeling van de individuele interventies en pakketten.

In Hoofdstuk 4 gaan we in op een aantal milieukundige uitschieters en wat opvallende punten die bij meerdere interventies terugkomen (tweede trap van de beoordeling).

In Hoofdstuk 5 staat de beoordeling van de combinatie van interventies: de pakketten als geheel (derde trap van de beoordeling).

In Hoofdstuk 6 hebben we op basis van de massaverdeling uit het financieel economisch model en eerdere milieuanalyses van kunststofrecycling een kwantitatieve milieuanalyse gedaan van de pakketten.

Tot slot, in Hoofdstuk 7, voegen we nog wat algemene observaties en aanbevelingen toe, ten behoeve van het kunststofketenproject.

2 Samenvatting

Het is de verwachting dat de interventies uit pakket 1 'Optimaliseren huidige systemen' tot een substantieel milieuvoordeel zullen leiden. Pakket 1 geeft een milieuvoordeel van 140 kton CO₂-eq. en 10 MPT (ReCiPe gewogen milieuscore) ten opzichte van *business as usual* (geen interventies). Het milieukundig duiden van pakket 2a (uitbreiding portfolio met nieuwe systemen, bijvoorbeeld chemisch recyclen) en pakket 2b (selectieve inzameling en uitbreiding met nieuwe systemen, bijvoorbeeld chemische recycling) is niet goed mogelijk omdat op dit moment niet bekend is hoe verschillende vormen van chemische recycling milieukundig scoren ten opzicht



van materiaalrecycling. Als alleen voor de meest duurzame vormen van chemische recycling wordt gekozen, heeft pakket 2a waarschijnlijk milieuvordelen ten opzichte van pakket 1.

In pakket 2c is de netto hoeveelheid te recyclen materiaal gelijk verondersteld aan die in pakket 2a, maar de rol van chemische recycling is groter. Daarom gelden voor pakket 2b grotendeels dezelfde conclusies als voor pakket 2c, alleen is de onzekerheid in het resultaat nog wat groter (door de onzekerheid over de milieuprestatie van chemische recycling). Pakket 2c kent ook een grote onzekerheid in milieuprestatie wegens de onzekerheid over chemische recycling. Wel is er in pakket 2c een vermindering van milieuvoordeel doordat er van uit wordt gegaan dat het statiegeldsysteem wordt afgeschaft. Het gaat om ongeveer 27 kton CO₂-eq

De pakketten zijn sterk gericht op verbetering/verandering van de huidige recyclesystemen voor kunststofverpakkingsafval uit huishoudens. Dat is belangrijk. Om tot een volledig milieukundig sluitend circulair systeem te komen is het belangrijk om ook de volgende aandachtspunten in acht te nemen:

- De afvalhiërarchie: het voorkomen van materiaalgebruik door preventie en/of hergebruik (zie Figuur 1). In eerste instantie is dit milieukundig goed door het vermijden van virgin fossiel materiaal. Maar het geldt ook voor biobased materiaal (dat niet geheel vrij is van milieu-impact): materiaal dat niet nodig is hoeft ook niet geproduceerd te worden. Daarnaast geldt bij verpakkingen dat het voorkomen van productverlies (vaak voedselverspilling) ook milieukundig prioriteit verdient.
- Duurzame energieopwekking en duurzaam transport.
- Verduurzaming van productie- en recycleprocessen.

Figuur 1 De afvalhiërarchie



In deze analyse zijn geen effecten van verpakkingen op producten en eventueel verschillen in productverlies door verpakkingen meegenomen. De doorgerekende interventies gaan niet ten koste van de functionaliteit van de verpakking.

3 Besliskader: toelichting bij de beoordeling van interventies en acties

De lijst van 56 interventies is kwalitatief beoordeeld op milieukundige gevolgen. Alle interventies zijn beoordeeld volgens het volgende systeem:

Score	Betekenis
++	Zeer positief: leidt naar verwachting tot grote milieuwinst
+	Positief: leidt naar verwachting tot milieuwinst
0	Neutraal: geen duidelijke (netto) milieuwinst of milieunadeel
-	Negatief: leidt naar verwachting tot een milieunadeel

Voor licht positieve effecten is soms 0/+ gehanteerd. De individuele milieuwinst van interventies is vaak beperkt. Een combinatie van interventies (pakketten) heeft vaak meer effect en wordt daarom ook besproken; zie Hoofdstuk 6.

De beoordeling is een expert opinion door CE Delft. Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van opgedane kennis uit eerdere studies (zoals levenscyclusanalyses) naar kunststoffen, biobased materialen en recyclingprocessen. Het gaat om zowel studies die CE Delft zelf (mede) uitgevoerd heeft, als openbare literatuur. De meest relevante bronnen zijn genoemd in Hoofdstuk 8.

Besliskader

Elke interventie wordt beoordeeld door te kijken naar de aspecten die leiden tot milieuwinst (of milieunadeel) en de schaalgrootte: de hoeveelheid materiaal waar het om gaat. Ook zijn de bovenste treden van de afvalhiërarchie in gedachten gehouden: voorkomen van materiaalgebruik (preventie, hergebruik) is beter dan reductie van virgin materiaal door meer recycling.

Milieuwinst wordt behaald door:

- het voorkomen van de productie van fossiel (virgin) kunststof;
- het voorkomen van het gebruik van fossiele energie;
- het voorkomen van verbranding van fossiel (virgin) kunststof;
- het produceren van kunststoffen uit biomassa (bioplastics) mits de grondstoffen hiervoor aan duurzaamheidseisen voldoen.

Milieunadeel wordt behaald door:

- extra benodigde fossiele energie;
- verschuiving naar andere milieu-ingrepen of milieueffecten die optreden bij een verandering. Denk bijvoorbeeld aan meer waterverbruik, landgebruik en gebruik van meststoffen bij teelt van biobased materialen.

In Tabel 1 noemen we enkele typische milieu-ingrepen, die leiden tot milieuwinst of milieunadeel via de hierboven genoemde oorzaken. Veel van de milieu-ingrepen komen terug in de interventies. In de besprekingen in Hoofdstuk 4 en 6 komen de milieu-ingrepen terug.

De totale grootte van de milieuwinst of het milieunadeel, zoals beoordeeld in de bijlage met interventies, hangt ook sterk af van de schaalgrootte: de hoeveelheid materiaal die wordt vermeden, of de hoeveelheid die extra zal worden gerecycled, de hoeveelheid minder uitval van materiaal, etcetera.



Tabel 1 Milieu-ingrepen die leiden tot milieuwinst of impact

← +		0		- →	
Lichtere verpakking	Minder energie-gebruik voor recycling	Sortering naar monostromen i.p.v. mixstromen ^[1]	Minder inzamelen/recyclen		
Meer inzamelen/recyclen via bron- of nascheiding	Groene energie voor recycling	Recycelaat inzetten in verpakking i.p.v. in textiel	Meer fossiel energie-verbruik		
Minder uitval bij de diverse recycling-stappen	Biodegradeerbare bioplastics i.p.v. virgin als dit leidt tot meer recycling van GF [2]		Meer uitval bij recyclingstappen door meer vervuiling		
Efficiëntere productie virgin materialen	Hergebruik van verpakkingen				
Duurzame biobased bioplastics i.p.v. virgin (recyclebaar) ^[2]	CO ₂ -opslag in de ondergrond bij de kunststofchemie				
Nog onduidelijk: chemische recycling					

[1] Als naar de gewogen milieuscore van milieueffecten wordt gekeken, dan blijkt dat de milieuwinst van recycling via mixed en monostromen niet veel verschilt. De CO₂-winst van recycling is wel duidelijk hoger via monostromen dan via de mixed fractie. In Hoofdstuk 4 wordt hier nader op ingegaan.

[2] Uit een recent onderzoek van CE Delft voor het ministerie van I&M: "Hoe passen bioplastics in een circulaire economie?", blijkt dat bioplastics die ook gerecycled worden en die gemaakt zijn uit efficiënte gewassen als suikerriet en suikerbiet of afval het grootste milieuvoordeel hebben. Bio-afbreekbare bioplastics zijn vooral gunstig voor het milieu als ze ervoor zorgen dat voedselresten terecht komen in GFT-inzameling, waardoor de resten tot compost worden verwerkt in plaats van verbrand.

4 Bespreking van milieukundige uitschieters en opvallende punten

Maximaliseren kwantiteit

Milieuwinst wordt behaald doordat meer materiaal wordt gerecycled in plaats van verbrand. Een verschuiving in de afvalhiërarchie dus. Het moet echter worden voorkomen dat er, ten behoeve van maximale kwantiteit, een verschuiving in omgekeerde richting van de afvalhiërarchie plaatsvindt: van hergebruik naar recycling of in plaats van minder materiaal (preventie) naar recycling. (Hierbij hoort ook dat extra voedselverlies door minder goede verpakkingen voorkomen dient te worden. Liefst zorgen verpakkingen voor minder voedselverlies).

In lijn met de afvalhiërarchie gaan we ervan uit dat hier eerst alle moeite is gedaan om materiaalgebruik te voorkomen, door preventie en hergebruik: hervulbare verpakkingen, lichtgewicht verpakkingen en verschuiving naar diensten waarbij minder kunststof (verpakkingsmateriaal) nodig is. Het materiaal dat echt noodzakelijk blijft om af te danken na gebruik moet in een circulaire economie uiteraard zoveel mogelijk gerecycled worden. Dat het



recyclesysteem goed werkt mag geen vrijbrief zijn om niet aan materiaalbesparing te doen. Ook als biobased materiaal wordt ingezet, in de circulaire economie een goede vervanger van virgin fossiel materiaal, dan is preventie van materiaal belangrijk. Immers, wat niet nodig is hoeft niet geproduceerd te worden. Dit is analoog aan de energietransitie in combinatie met energiebesparing: dat wat niet nodig is hoeft ook niet opgewekt te worden.

Deze kanttekening is van belang. Het onlangs uitgebrachte rapport van de Ellen McArthur Foundation¹ gaat in op hergebruik, preventie en recycling, en kan als bron dienen.

Een andere observatie is dat het lijkt dat sommige interventies rondom kwantiteit mogelijk in conflict zijn met interventies rondom kwaliteit. Op korte termijn leidt meer zekerheid voor nascheiding (interventie nr. 36) tot milieuwinst doordat minder materiaal naar de AVI gaat. Maar is dit op lange termijn te rijmen met maatregelen ter maximalisatie van de kwaliteit? In de interventies is onderzoek opgenomen naar vervuiling van bron- en nagescheiden materiaal; dit onderzoek kan hier mede duidelijkheid over geven.

Maximaliseren kwaliteit en standaardisatie

Veel interventies binnen het Pakket 1 (Optimaliseren van huidige systemen) zijn gericht op optimaliseren van kwaliteit van ingezamelde en/of gesorteerde stromen. Ook selectieve bronscheiding (onderdeel van Pakket 2b) heeft invloed op de kwaliteit.

Het maximaliseren van de kwaliteit heeft twee voornaamste doelen:

1. Minder vervuiling en
2. Meer materiaal naar monostromen in plaats van naar mixed.

De milieukundige gevolgen zijn:

Minder vervuiling leidt tot minder uitval, dus tot meer recycleat en tot milieuwinst doordat gebruik van virgin materiaal wordt vermeden.

Meer materiaal naar monostromen en naar de stroom mixed kunststoffen heeft een verschuiving in milieueffecten tot gevolg. Er wordt dan meer virgin kunststof vermeden middels recycling via monostromen en minder hardhout en beton (recycling via mixed). Dit levert een duidelijke CO₂-winst op, maar geen winst meer op landgebruik en biodiversiteitseffecten. In een eerdere studie² berekende CE Delft dat, gekeken naar een gewogen score van vele milieueffecten, het milieukundige verschil tussen recycling via mono- en mixed-stromen klein is.

In totaal zal er milieuwinst zijn door maximalisering van de kwaliteit (beide doelen), maar de totale milieuwinst door hogere kwaliteit zal niet zo heel groot zijn, verwachten we. Dat komt ook omdat het gaat om verbetering van de materialen die nu toch al geschikt zijn voor recycling. Echt grote milieuwinst zal pas worden geboekt als er meer verpakkingen überhaupt recyclebaar zijn. Dit kan op zijn beurt bereikt worden door *design for recycling*, wat leidt tot beter te recyclen verpakkingen. Daarnaast zorgt informatie voor de afdankfase, zoals de weggooiwijzer of instructies, ervoor

¹ https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/New-Plastics-Economy_Catalysing-Action_13-1-17.pdf

² 'LCA van kunststofrecycling' (CE Delft, 2011).



dat het voor de consument duidelijker is of een verpakking bij de kunststofinzameling mag en hierdoor minder vaak stoffen inlevert.

Een andere kanttekening is dat het voorkomen van vervuiling niet altijd ligt bij de consument; vervuiling komt ook voort uit gebruik van de verpakking bij de verkoper, bijvoorbeeld door het toevoegen van stickers (streepjescode).

Wel zien we dat interventies op kwaliteit en kwantiteit samen een vliegwieleffect kunnen teweegbrengen:
Standaardaanbod van constante kwaliteit (en kwantiteit) wakkert de vraag naar recycelaat aan bij producenten (die dit willen inzetten) → meer bewustwording → meer design for recycling → meer materiaal naar recycling. Deze combinatie van interventies (in Pakket 1) zal een groot milieukundig voordeel hebben.

Chemische recycling

Een milieukundig nog nauwelijks onderzochte optie is 'chemische recycling'. Dit betreft een groep van technologieën waarbij kunststoffen dan wel redelijk direct via een beperkt aantal chemische stappen tot de monomeer kunnen worden teruggebracht (depolymeriseren), of via kraken of vergassen worden teruggebracht tot basischemicaliën of olieproduct, waaruit ook polymeren kunnen worden geproduceerd. Sommige vormen van chemische recycling hebben minder last van vervuilingen en stoffen aan het kunststof; hierdoor lijkt het toepasbaar op bijna alle kunststof producten.

Naast brede toepasbaarheid lijkt de hoge kwaliteit (puurheid) van het verkregen eindproduct veelbelovend. Dit tezamen benadert het 1-op-1 vermijden van fossiele grondstoffen. Ook is met chemisch recyclen mogelijk om kunststoffen meerdere malen te recyclen met weinig tot geen kwaliteitsverlies. Milieuwinst wordt ook behaald door vermindering van verbrandings-emissies: verbranding van kunststof is nauwelijks meer nodig (alleen voor verbranding van de uitval van kunststoffen).

Daar staat tegenover dat het nog onduidelijk is hoeveel energie en hulpstoffen benodigd zijn voor de diverse mogelijkheden tot chemische recycling en nog onbekend is welke emissies naar lucht en water plaatsvinden. Mogelijk is zoveel energie nodig, dat de milieuwinst door vermeden virgin kunststof grotendeels teniet wordt gedaan. Inzet van duurzame energiebronnen is dan een randvoorwaarde voor milieuwinst door chemische recycling. Mogelijk zijn er toxische emissies. Mogelijk zijn er chemische hulpstoffen op fossiele basis nodig, die een hogere impact hebben dan virgin kunststof. Complexe recycletechnieken kunnen zodoende milieukundig vervuilender zijn dan de productie van relatief eenvoudige virgin kunststoffen uit olie.

Er zijn meerdere typen chemisch recyclen en onze verwachting is dat de milieuverschillen tussen deze verschillende vormen van chemische recycling aanzienlijk kunnen zijn. Het valt op dit moment – zonder bestaand onderzoek – dus niet te zeggen hoe chemische recycling in het algemeen milieukundig scoort.

Onderzoek naar chemische recycling is een van de interventies. Onze aanbeveling is om daarin zeker ook onderzoek naar de milieuscore op te nemen, bijvoorbeeld in vergelijking met mechanische recycling en verbranding in een AVI.



Verschuiving naar biobased materiaal

Er zijn meerdere interventies die, in meer of mindere mate, een verschuiving zullen opleveren naar hernieuwbaar biobased materiaal, zoals papier en bio-plastics. Dit is over het algemeen (zeer) gunstig voor de CO₂-uitstoot, omdat biobased materialen in de basis CO₂-neutraal zijn³. Diverse biobased kunststoffen uit suikerriet, suikerbiet en reststromen hebben aanzienlijke lagere CO₂-emissie bij productie dan fossiele kunststoffen. Maar een verschuiving naar biobased brengt andere milieukundige uitdagingen met zich mee.

Landgebruiks(verandering), fosfaatgebruik (vervuilende productie en overbemesting), biodiversiteit van de bodem en op en rondom plantage/akker zijn relevante aspecten bij biobased materialen. Als de vraag naar biobased materiaal voor verpakkingen en andere (kunststof) producten toeneemt, is ook het voorkomen van concurrentie met teelt van voedselgewassen een belangrijk aandachtspunt.

Ook biobased materialen zijn niet CO₂-neutraal, omdat de productieprocessen en transport tot emissies leiden. In een circulaire economie zijn schone productieprocessen van groot belang, met aandacht voor duurzame energie, energiebesparing en het vermijden van fossiele hulpmiddelen.

Biobased staat niet gelijk aan bio-afbreekbaar. Met biobased grondstoffen kunnen kunststoffen worden geproduceerd die in eigenschappen niet verschillen van kunststoffen op fossiele basis en daarmee automatisch ook gerecycled worden (bijvoorbeeld bio-PE en bio-PET). Daarnaast bestaan er biobased plastics die anders zijn dan de huidige fossiele plastics maar die technisch wel gerecycled kunnen worden (bijvoorbeeld PLA). Recyclebare bioplastics verdienen milieukundig nu de voorkeur boven bioplastics die niet gerecycled kunnen worden, maar afgebroken kunnen worden in composteerinstallatie, mits er daadwerkelijk een recyclingroute voor bestaat of zal worden georganiseerd⁴. Deze laatste zijn wel milieukundig interessant als ze het voor de consument makkelijker maken om voedselresten in de GFT-route te brengen (CE Delft, 2017a).

Verschuiving naar biobased materiaal betekent dus:

- verlaging van CO₂-uitstoot, mits geen CO₂-intensieve productieprocessen plaatsvinden en er duurzame grondstoffen worden gebruikt;
- verschuiving naar andere milieueffecten;
- mogelijk concurrentie met (land voor) teelt van voedselgewassen;
- voorkeur voor biobased en recyclebaar, kleinere rol voor biodegradeerbaar.

Financieel en milieukundig evenwicht in combinatie biobased en circulair

Ook in een compleet circulair systeem is er sprake van uitval. Het materiaal dat nodig is ter vervanging (nu virgin) zou dan biobased materiaal kunnen zijn. Op dit moment hebben zowel de productie van biobased kunststof als recycling

³ Het gewas neemt CO₂ op tijdens de groei en dit komt weer vrij bij uiteindelijke verwijdering (verbranding, degradatie).

⁴ PLA kan gerecycled worden, maar in de praktijk wordt PLA nu niet apart uitgesorteerd in de sorteerinstallaties in Nederland. Dit komt omdat het volume nog te klein is en sortering dus niet rendabel is. In (CE Delft, 2017a) wordt geadviseerd om voor bioplastics – die naar verwachting een groter volume gaan krijgen – ook sortering mogelijk te maken. Dit hangt ook af van de vraag of bioplastics gestimuleerd gaan worden vanuit de overheid. De beleidsvisie bioplastics, die I&M en EZ deze zomer gaan uitbrengen, zal hier uitsluitsel over geven.



van kunststofverpakkingsafval uit huishoudens nog een meerprijs. Er zou een financieel evenwicht gevonden kunnen worden op basis van een analyse naar de meerprijs per ton CO₂-reductie bij verschillende combinaties van biobased en recycling.

Hergebruik

Milieukundig gezien en qua grondstoffenbehoud (circulaire economie) is hergebruik een veel betere optie dan recycling. Voor een aantal kunststofverpakkingen (bijvoorbeeld bierkratten voor huishoudens en kunststofpallets voor bedrijven) wordt er gebruik gemaakt van hergebruik. Bij een transitie naar een circulaire economie zullen gebruikskoncepten ontstaan met hergebruik als basis. Op dit moment wordt hier in de Raamovereenkomst weinig op gestuurd. De focus ligt sterk op recycling, ook bij verpakkingstypen die voorheen hergebruikt werden, zoals grote PET-flessen.

Interventies gericht op bedrijfsafval

De meeste interventies richten zich op de huishoudelijke kunststofverpakkingsstroom. Er is ook een interventie opgenomen gericht op stimuleren van recycling van kunststofverpakkingen afkomstig van bedrijven. Er wordt een aanzienlijke hoeveelheid kunststofverpakkingen in het bedrijfsafval gebruikt: jaarlijks 120 kton⁵.

Van het bedrijfsafval wordt momenteel al een deel gerecycled, zonder vergoeding vanuit het Afvalfonds. Recyclers van kunststofverpakkingsafval uit bedrijven geven aan dat zij nu selectief zijn in wat zij inkopen en dat zij geen stromen recyclen die financieel (net) niet uit kunnen. De stroom kunststoffen uit bedrijven die wordt gerecycled is te vergroten met beperkte prikkels (grondstofbelasting, CO₂-heffing, beperkte vergoeding voor verwerking), tegen lagere kosten of met minder ingrijpend beleid dan nodig voor huishoudelijke verpakkingen. Omdat het gaat om heel wat materiaal dat nog extra kan worden gerecycled, verwachten we een aanzienlijk milieuvoordeel.

Belasting op CO₂ (bruto toegevoegde koolstof)

Een interessante generieke maatregel is het invoeren van een belasting op CO₂. De mate van milieukundige winst hangt sterk af van de hoogte van de heffing en de vraag of de heffing geldt voor alle emissies wereldwijd, alleen in de EU of alleen in Nederland. Als we uitgaan van een mondiale, beperkte heffing (€ 30,- tot € 50,- per ton CO₂) dan is er vooral een milieuvoordeel te verwachten doordat meer bedrijfsafval gerecycled wordt, omdat een deel van de bedrijfsafvalrecycling nu financieel net niet uit kan, maar met een heffing wel. Verder zullen er op veel plekken in de economie efficiëntieverbeteringen worden doorgevoerd – ook in de virgin kunststofproductie – en zal het aandeel biobased materialen beperkt stijgen. Als er geen mondiale dekking van de heffing komt dan is er ontwijking van de heffing te verwachten door import van materiaal uit buitenland.

In de keten van kunststofverpakkingen uit huishoudens zal een CO₂-heffing er waarschijnlijk niet toe leiden dat consumenten meer kunststof gaan scheiden. Wel leidt een CO₂-heffing mogelijk tot een stijgende vraag naar secundaire grondstoffen, waardoor de prijs voor recycleert toeneemt en het ketendeficit afneemt. Netto leidt dit tot minder kosten, maar niet tot een groot extra milieuvoordeel (consumenten leveren niet meer apart in). Wel wordt overal in de keten energie duurder waardoor er meer energie bespaard zal worden, wat tot milieuvoordeel leidt.

⁵ Verwijzen naar bron (rapport Volumes en ketenstappen van Dick Zwaveling?)



5 Kwalitatieve milieukundige beoordeling van de pakketten

Naast de aparte interventies hebben we ook gekeken naar de verschillende pakketten van 'interventies..

5.1 Pakket 1: Optimaliseren huidige systemen

De acties gericht op maximaliseren van kwantiteit (meer inzamelen) en kwaliteit (minder uitval) tezamen dragen bij aan meer milieuwinst. Ook het verbeteren van de recyclebaarheid van verpakkingen leidt tot milieuwinst, omdat dat de hoeveelheid daadwerkelijk gerecycled materiaal verhoogt.

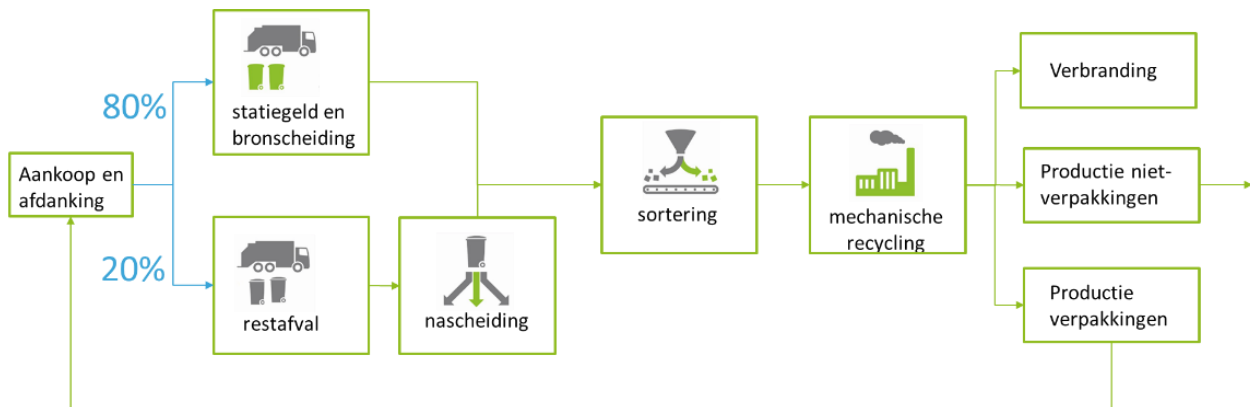
De acties gericht op meer inzet van recycalaat zullen vooral leiden tot verschuivingen van inzet van recycalaat vanuit andere sectoren, met name inzet in textiel, naar de verpakkingensector en daarmee netto niet tot veel milieuvoordeel leiden. Dit komt door het volgende: bij een gelijk aanbod aan recycalaat (hoeveelheid) maar een grotere vraag vanuit de verpakkingensector zal de verpakkingensector meer geld over hebben voor het recycalaat, waardoor zij de concurrentieslag om recycalaat winnen van de textielsector. De textielsector zal dan meer virgin kunststof inkopen voor het maken van synthetische kleding. Wanneer afzet van recycalaat in andere sectoren (met name kleding) verzadigd raakt op langere termijn, bijvoorbeeld omdat synthetisch kleding ook ingezameld en gerecycled gaat worden, is inzet weer in verpakkingen milieukundig wel belangrijk.

Bij de focus op monostromen (i.p.v. multilayer) moet opgelet worden dat milieuwinst door meer recycling niet teniet gedaan wordt door een milieunadeel van zwaardere verpakkingen of door verminderde functionaliteit van de verpakking.

De optimalisaties gaan ook nog over meer nascheiding in stedelijke gebieden. Dit zal leiden tot meer te recyclen materiaal. Ook wordt bronscheiding gestimuleerd in kwantiteit en kwaliteit.

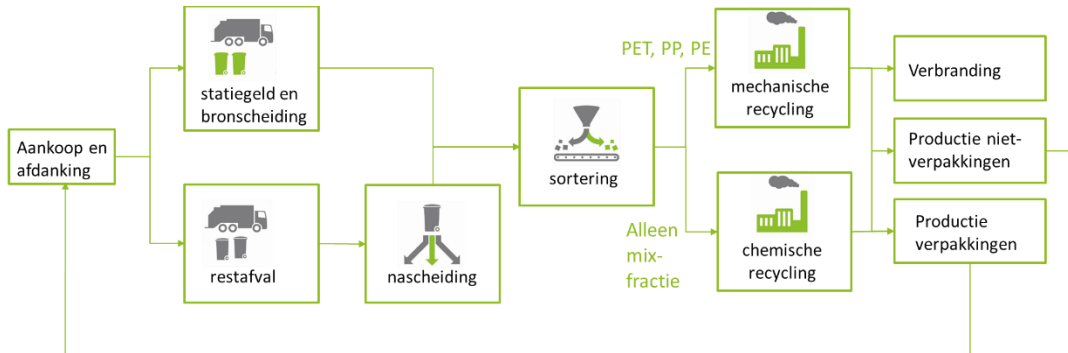
Het complete pakket 'Optimaliseren huidige systemen' leidt naar verwachting tot een duidelijk milieuvoordeel.

Figuur 2 Schematische weergave van pakket 1



5.2 Pakket 2a: Toevoegen nieuwe systemen, uitbreiding portfolio met chemische recycling

Figuur 3 Schematische weergave van pakket 2a

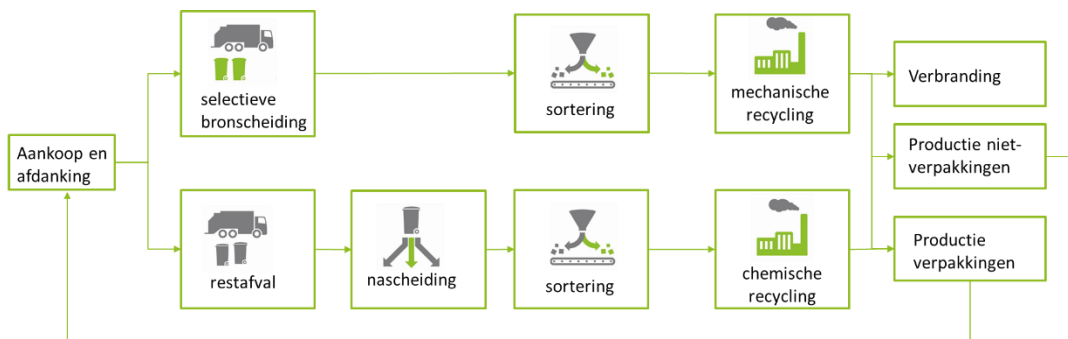


Dit pakket zet, ten opzichte van Pakket 1 (Optimaliseren van huidige systemen), vooral ook in op het ontwikkelen en inzetten van chemische recycling voor de mixed kunststoffractie. Omdat er over de milieuscore van chemische recycling nog weinig te zeggen valt is een milieubeoordeling hiervan nog heel lastig. Bij de milieukundige beoordeling van chemische recycling spelen met name de hoeveelheid benodigde energie en hulpstoffen – aspecten die momenteel nog niet onderzocht zijn.

De verwachting is dat een deel van de chemische recyclingtechnieken vrij direct schone goed inzetbare eindproducten kan maken met economische voordelen wanneer de afzet van recycalaat in bijvoorbeeld de textielmarkt niet meer past. Op de kortere termijn, wanneer afzet van mixed materiaal en inzet in andere sectoren nog goed mogelijk is, is het de vraag in hoeverre chemische recycling een milieuvoordeel geeft (zie de aanbeveling over verder onderzoek). Op de lange termijn is het milieuvoordeel afhankelijk van de verdere ontwikkeling van chemische recycling.

5.3 Pakket 2b: Toevoegen nieuwe systemen, selectieve inzameling en chemische recycling

Figuur 4 Schematische weergave pakket 2b



Pakket 2b zet in op een omvorming van het huidige systeem:

1. Minder bronscheiding: alleen bronscheiding voor economisch waardevolle stromen (vergelijkbaar met Fost Plus in België).
2. Meer nascheiding met daarna een sorteerstap gevolgd door chemische recycling.
3. Introduceren incentive systemen.

In pakket 2b is de netto de hoeveelheid te recyclen materiaal gelijk verondersteld aan die in pakket 2a, maar de rol van chemische recycling is nog groter. Daardoor gelden voor pakket 2b dezelfde conclusies als voor pakket 2a, alleen is de onzekerheid in het resultaat nog wat groter, door de onzekerheid in de milieuprestatie van chemische recycling.

Ook is het de vraag hoe chemische recycling milieukundig scoort ten opzichte van de huidige inzet van mixed kunststof in toepassingen die hardhout, beton, metaal en virgin kunststof vermijden (zie ook de toelichting bij chemische recycling in Hoofdstuk 4). Daarnaast is de verwachting dat incentivesystemen vooral interessant zijn ter bestrijding van zwerfafval, maar dat deze beperkt bijdragen aan hogere recyclingpercentages.

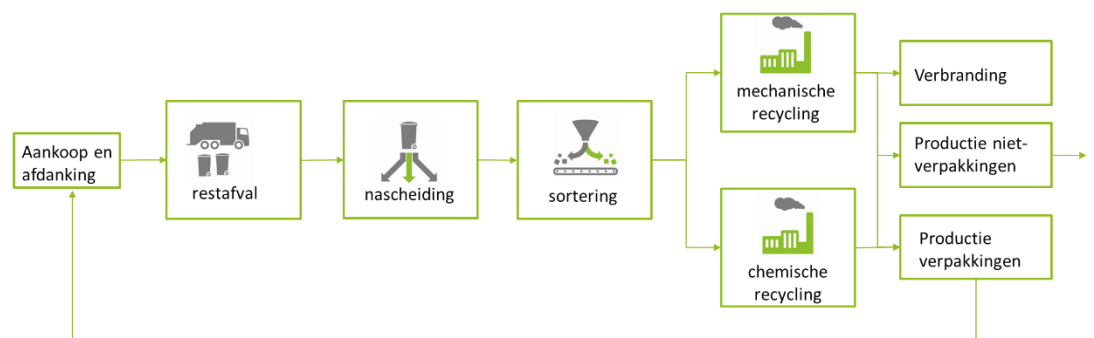
Positief voor het milieu is dat incentivesystemen, zoals het huidige statiegeldsysteem voor grote flessen, relatief schone waardevolle monostromen opleveren, die direct zonder veel uitval tot hoogwaardig recyclebaar materiaal worden verwerkt. Dit leidt tot milieuwinst ten opzichte van recycling van meer vervuilde kunststofstromen (vervuiling door zowel niet-gewenste kunststoffen, door niet-gewenste stoffen en door aanhangend vuil).

Van de drie pakketten is het complete milieukundige gevolg van pakket 2c het meest onzeker.

5.4 Pakket 2C: Toevoegen nieuwe systemen, nascheiding gevolgd door zowel chemische als mechanische recycling

Als variant op pakket 2b is een pakket 2c geformuleerd, waarbij geen selectieve bronscheiding meer plaatsvindt, dus ook geen inzameling van kunststof via het statiegeldsysteem. Alle recycling start met inzameling via nascheiding, waarbij zoveel mogelijk kunststofverpakkingsafval uit het restafval wordt gehaald. Vervolgens wordt dit gesorteerd in stromen die geschikt zijn voor mechanische recycling (monostromen) en een gemengde stroom die het traject van chemische recycling doorloopt. Er wordt verondersteld dat 50% via deze route als monostroom kan worden afgezet in 2030.

Figuur 5 Schematische weergave pakket 2c



Voor de nascheiding, gevolgd door mechanische recycling, geldt dat deze waarschijnlijk milieukundig vergelijkbaar kan scoren als bronscheiding (zie eerdere analyses van CE Delft en TNO voor VA en KIDV). Er is een nadeel ten opzichte van pakket 2b omdat in dit pakket geen statiegeldsysteem wordt gehanteerd. De kunststofstroom ingezameld via het statiegeldsysteem scoort ten opzichte van bron- en nascheiding milieukundig beter. Het verschuiven van statiegeld naar bron- en nascheiding heeft de volgende effecten:

1. Minder materiaal wordt nagescheiden omdat het eerder verkleefd is met ander huisvuil;
2. Niet al het materiaal zal in een monostroom terecht komen;
3. Van het materiaal dat in de monostroom terecht komt er valt meer materiaal uit;
4. De stroom PET die via de monostromen uit nascheiding wordt gerecycled mag niet meer worden ingezet in een voedseltoepassing (bij selectief ingezamelde en verwerkte PET mag dat wel onder voorwaarden).

In vergelijking met pakket 2b wordt minder materiaal chemisch gerecycled (50% in plaats van 80%). Het ligt aan de milieu-impact en milieuwinsten van chemische recycling of dit voordelig of nadelig is ten opzichte van pakket 2b:

- Als chemische recycling een netto milieuwinst heeft is dit nadelig voor pakket 2c;
- Als chemische recycling tot een netto milieu-impact leidt is dit voordelig voor pakket 2c, maar het is zeer de vraag of dit het milieunadeel opheft van het verlies van selectief brongescheiden waardevolle kunststofverpakkingen.

Kortom, net als pakket 2b is het milieukundige gevolg van pakket 2c uiterst onzeker.

6 Indicatieve kwantitatieve milieukundige beoordeling

Als aanvulling op de kwalitatieve beoordeling heeft CE Delft ook een kwantitatieve milieukundige berekening van de milieueffecten van de pakketten doorgerekend, op basis van:

- Gegevens van het KIDV over hoeveelheden materiaal die via diverse recyclingroutes worden verwerkt in de drie pakketten zoals berekend in het Financieel Economisch Model van het KIDV (werkpakket 2 van het kunststofketenproject).
- Milieukundige gegevens van de verwerkingsroutes en vermeden grondstoffen, zoals door CE Delft geïnventariseerd in de studie “LCA van kunststofrecycling” uit 2011 en de gedeeltelijke berekening van PET-recycling in 2015 voor het KIDV.

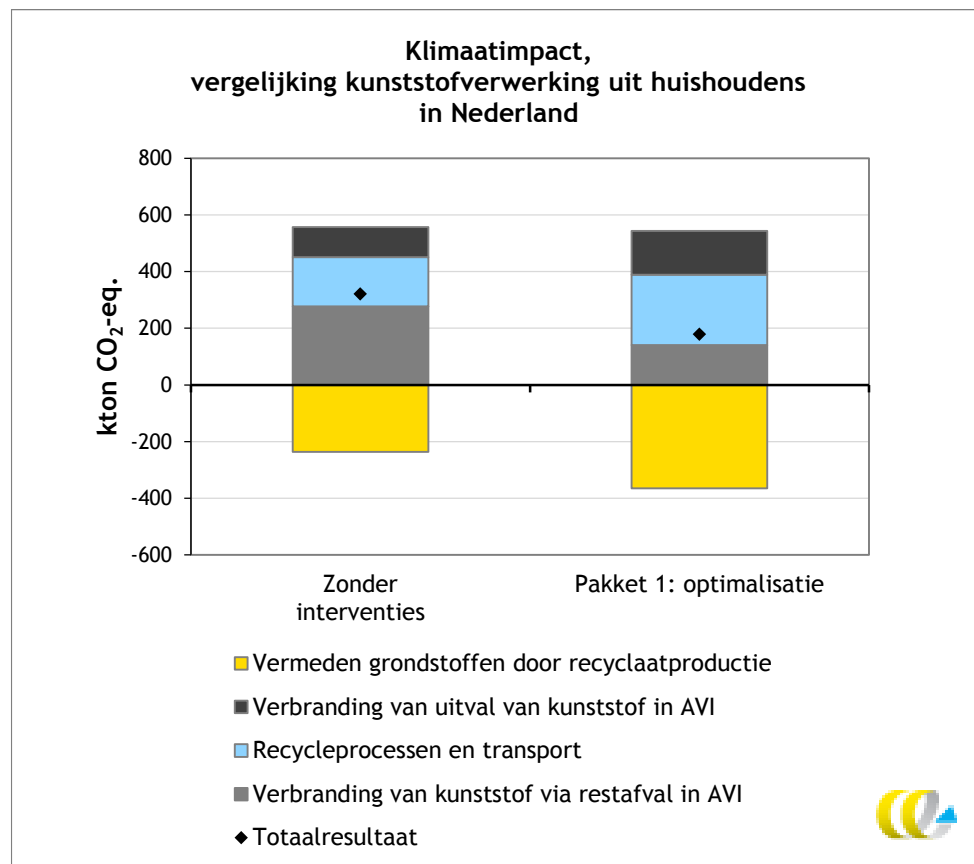
Gezien de eerdere uitgevoerde milieuanalyses is het goed mogelijk een kwalitatieve beoordeling van pakket 1 uit te voeren ten opzichte van een *business as usual*-scenario, waarin geen interventies worden doorgevoerd. Voor de pakketten 2a, 2b en 2c zijn de hiaten te groot om een goed resultaat aan te leveren.



Klimaatimpact

De resultaten zijn berekend voor klimaatimpact (kg CO₂-eq.) en de gewogen milieuscore 'ReCiPe Single Score'⁶; zie de figuren aan het eind van dit hoofdstuk. Deze eenheden zijn ook gebruikt in de milieueffectanalyse van de raamovereenkomst [CE Delft en TNO 2015].

Figuur 6 Klimaatimpact kunststofverwerking 2030: 'business as usual' en pakket 1



In figuur 5 geeft de zwarte ruit het totaalresultaat aan: de netto klimaatimpact van kunststofafvalverwerking in 2030. De score zonder interventies is een business as usual-scenario zoals berekend met het financieel economisch model. Pakket 1 geeft een duidelijk lagere netto klimaatemissie van 140 kton CO₂-eq.

Het milieuvoordeel van pakket 1 komt door:

- Meer materiaal wordt ingezameld ter recycling, waardoor minder verbranding van kunststof in de AVI plaatsvindt.
- Meer gebruik van recycelaat leidt tot winst door vermeden grondstoffen. Dit wordt echter deels teniet gedaan door de impact van recyclingprocessen: meer materiaal naar recycling leidt tot een hoger resultaat voor recycleprocessen.
- Het ingezamelde en gesorteerde kunststof is minder vervuild, waardoor relatief minder uitval plaatsvindt.

⁶ In de ReCiPe-methode worden 18 milieueffecten en -indicatoren berekend, uitgedrukt in schade en gewogen tot 1 enkele score, de 'ReCiPe Single Score'.

Nog niet inbegrepen in deze milieuanalyse is de mogelijkheid van energiezuinigere of ‘groenere’ recycleprocessen en efficiënter of ‘groen’ transport. Ook andere efficiëntieverbeteringen die zouden kunnen plaatsvinden tussen nu en 2030, zoals elektriciteitsopwekking in AVI’s, zijn niet inbegrepen.

Waarom is het totaalresultaat positief?

De totaalresultaten voor klimaatimpact laten een netto emissie zien, geen milieuwinst (het totaalresultaat, het zwarte vierkantje, bevindt zich ‘boven de streep’). Dat komt vooral doordat het verbranden van kunststof tot CO₂-uitstoot leidt, ondanks elektriciteitsopwekking en warmtewinning in de AVI; dit zijn de grijze balken. Recycling van kunststof – tel de impact van recycleprocessen (blauw) en de winst van vermeden grondstoffen (geel) bij elkaar op – levert een kleine netto klimaatwinst. Een te kleine klimaatwinst om de impact van verbranding te compenseren, vandaar dat het totaalresultaat positief is (‘boven de streep’).

Uit deze figuur valt ook op te maken dat recycling van kunststof dus milieukundig winstgevend en significant beter dan het verbranden van kunststof, ondanks de totale positieve impact.

ReCiPe Single score

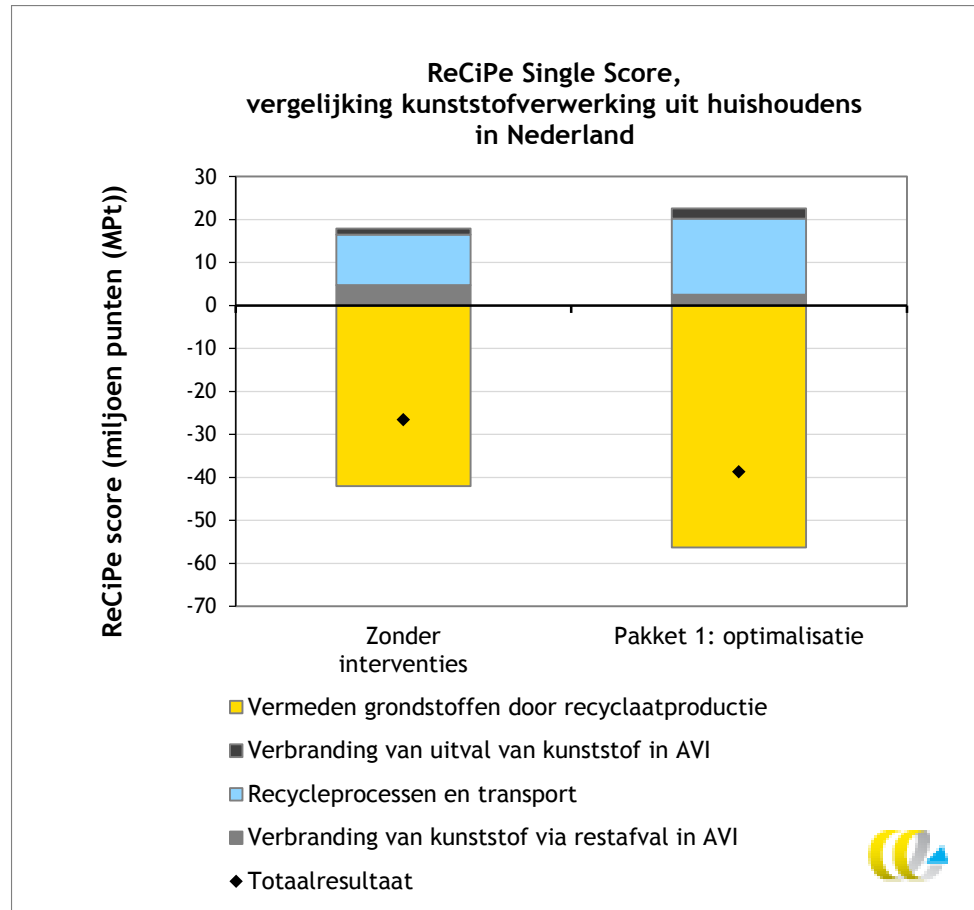
In figuur 6 wordt de ReCiPe Single Score gepresenteerd voor ‘business as usual’ en pakket 1. Hier zien we dat de milieuwinst door vermeden grondstoffen (geel) zodanig groot is, dat het de impacts compenseert: de totale netto resultaat is een milieuwinst (‘onder de streep’). Het voordeel van pakket 1 ten opzichte van ‘business as usual’ is 10 MPt (megapunten).

Als we kijken naar de bijdrage van de diverse milieueffecten aan de totale score, dan levert klimaatimpact zoals gezegd impact op. Milieuwinst komt vooral door de milieu-indicator ‘uitputting van fossiele grondstoffen’⁷, maar ook door fijnstofvorming en uitsparing van landgebruik (indien van toepassing).

⁷ Deze indicator in de ReCiPe-methode geeft het gebruik weer van fossiele grondstoffen, zoals olie en aardgas. Dit is hier een relevant thema, omdat virgin kunststoffen een olieproduct zijn, dus hoe meer vermeden wordt, hoe beter. In de ReCiPe-methode wordt de uitputting in (economische) schade uitgedrukt en meegewogen in de totale ReCiPe-score.



Figuur 7 ReCiPe Single Score van kunststofverwerking 2030: 'business as usual' en pakket 1



Milieueffect pakketten 2a, 2b en 2c

Er zijn ook berekeningen uitgevoerd voor pakket 2a, 2b en 2c, door de onbekende effecten van chemische recycling op nul te stellen. Deze laatste – niet onderbouwde – aanname heeft echter zeer grote effecten op de berekende resultaten. Zonder meer duiding van de effecten van chemische recycling is een verantwoorde kwantitatieve berekening niet mogelijk, concluderen wij.

Als chemische recycling milieukundig netto even goed scoort als mechanische recycling dan is het netto effect van pakket 2a waarschijnlijk vergelijkbaar met pakket 1.

Doordat bij pakket 2b gestopt wordt het met statiegeldsysteem voor grote PET-flessen en omdat dat systeem per kg materiaal goed scoort zal waarschijnlijk de score van pakket 2b iets lager liggen dan pakket 2a. De orde van grootte van dit verschil zal waarschijnlijk liggen in de orde van 27 kton CO₂ (1,6 MPT ReCiPe), zoals eerder berekend in [CE Delft, TNO, 2015] als statiegeld wordt vervangen door bronscheiding.

Als verschillende vormen van chemische recycling ook milieukundig zijn onderzocht dan is er ook voor pakket 2a en 2b en 2c een milieukundige analyse uit te voeren.

7 Algemene observaties en aanbevelingen

Circulaire economie en duurzaamheid

Het kunststofketenproject is gestart met als vergezicht een circulaire economie in 2050. De focus van de interventies lijkt vooral het verbeteren van het recyclingsysteem voor kunststofverpakkingen uit huishoudens, qua kosten en behoud van grondstoffen. De interventies geven een goed en breed overzicht van maatregelen die dit doel dienen; veel interventies (maar niet alle) leveren ook milieukundige voordelen op.

Echter, door deze focus zijn een aantal opties om de complete kunststofverpakkingenmix in Nederland ook qua duurzaamheid circulair te maken een beetje buiten beeld gebleven. In deze paragraaf noemen we een aantal opties ter verduurzaming die meer aandacht zouden mogen krijgen, of in ieder geval genoemd kunnen worden ('het bredere plaatje').

Materiaalpreventie

De meest efficiënte manier is om milieu-impact te voorkomen is het vermijden van materiaal, bijvoorbeeld door verpakkingsloze systemen (diensten) of gewichtsreductie van verpakkingen. Ook scoren zeer lichte verpakkingen (dunne folies) van kunststof vaak milieukundig goed ondanks het feit dat het recycling percentage soms laag is. In de huidige interventies komt gewichtsreductie weinig expliciet naar voren. Wel is *design for recycling* een belangrijke optie maar soms leidt dit tot zwaardere verpakkingen (bijvoorbeeld meer monomateriaal als vervanging van multilayer). Wij bevelen aan om *design for recycling* uit te breiden naar *design for sustainability*. Tot slot merken we op dat lichtere verpakkingen ook leiden tot minder kilogrammen in een recyclingsysteem en daarmee ook tot lagere kosten.

Bij materiaalpreventie hoort ook het voorkomen van verspilling en bederf van het verpakte product. Omdat met producten meer milieueffecten samenhangen dan met verpakkingen is voorkomen van voedselbederf met verpakkingen vaak de maatregel met de grootste impact.

CO₂-heffing in de kunststofverpakkingsketen

Een optie is ook nog om een CO₂-heffing in de kunststofverpakkingsketen in te voeren. Een dergelijke CO₂-heffing specifiek voor verpakkingen is wellicht makkelijker door te voeren dan een CO₂-heffing voor de hele economie. Ook is het met een belasting specifiek voor verpakkingen makkelijker om een heffing voor de emissies over de hele keten in te voeren. Een CO₂-heffing in de hele economie zal waarschijnlijk eerst alleen Nederland of Europese emissie betreffen. De heffing, zoals eerder toegepast als verpakkingenbelasting in Nederland, was gebaseerd op de CO₂-emissie over de hele keten van verpakkingen en tarief van ongeveer € 115,00 per ton CO₂. Een dergelijk tarief is nu waarschijnlijk net niet voldoende om het ketendeficit van kunststofrecycling van huishoudens te beperken, maar bij een verdere daling van de kosten komt dit in de buurt. Een dergelijk tarief zal indien het langjarig geldt de recycling van bedrijfsafval sterk kunnen stimuleren. Het effect op bedrijfsafval is natuurlijk wel afhankelijk van de vraag of de heffing ook geldt voor bedrijfsverpakkingen.

Duurzame energie en transport

Een circulaire economie betekent geen nieuwe winning van fossiele grondstoffen en behoud van de in gebruik zijnde fossiele grondstoffen. Het gebruik van fossiele brandstoffen voor elektriciteit, warmte en transport



past dus niet in een circulaire economie. Het verduurzamen van energie-dragers is een randvoorwaarde voor een echt circulaire economie. Gezien de scope (kunststofketen) is het logisch dat er niet ook interventies zijn opgesteld op dit vlak, want het gaat om andere domeinen (transport, energiewinning). Toch raden we aan de transitie naar duurzame energie en transport expliciet te noemen, bij het schetsen van de bredere context van de circulaire economie.

Een duurzame productieketen in binnen- en buitenland

De kunststof verpakkingenmarkt is internationaal. Nederlandse bedrijven verpakken producten hier en exporteren die producten met verpakking naar het buitenland. Ook komen veel producten met verpakkingen via import naar Nederland met in het buitenland geproduceerde en ontworpen verpakking. Verschillende interventies (zoals bijvoorbeeld *design for recycling*) hier zullen dus uitstraling naar het buitenland hebben maar ook een deel van de verpakkingen die bij de Nederlandse consument bereiken niet gebruiken. Bij het preciezer duiden van deze interventies is het zaak ook naar deze import/export-balans te kijken.

Verduurzaming van productie fossiele kunststoffen

Door de jaren heen is de productie van fossiele kunststoffen aanzienlijk verbeterd en efficiënter geworden en er zijn nog verdere mogelijkheden ter verduurzaming. Zolang nog een aanzienlijk deel van kunststof verpakkingen van fossiele oorsprong is, is het ook een optie hier op te sturen. Het gaat dan om opties als productie met behulp van groene stroom, CO₂-afvang en opslag in de ondergrond, afzetten van restwarmte (warmtenetten), *best practice* oliewinning (geen gas affakkelen, geen teerzanden). Dit zou bijvoorbeeld gerealiseerd kunnen worden middels een rapportageverplichting van de CO₂-score van virgin kunststoffen en een stimulans op verlaging hiervan.

Chemische recycling in de pakketten

De pakketten 2a, 2b en 2c zetten in op chemische recycling van een gemengde fractie kunststoffen. Hier is echter een aandachtspunt bij. Vanwege hun diversiteit kunnen gemengde fracties niet chemisch gerecycled worden tot monomeer: het eindresultaat is grondstof voor bulkchemicaliën of een olie. Het is niet gegarandeerd dat deze eindproducten weer verwerkt worden tot kunststof. Door de focus op mixed kunststoffen blijft chemische recycling van monostromen blijft zo buiten beschouwing. Dit is echter een route waarbij het kunststof terug wordt gebracht tot zijn monomeer, waarna het weer wordt verwerkt tot kunststof (polymeer) en waardoor inzet in de kunststofsector gegarandeerd is.

Tot slot is het ook denkbaar dat chemische recycling zich richt op de rejets uit de huidige bron- en nascheiding die nu naar de AVI gaan (zoals Enerchem). Als deze vorm van chemische recycling het beter doet dan een AVI dan leidt dit tot hogere recyclingpercentages en een extra milieuvoordeel.

8 Bronvermelding

CE Delft 2011; LCA: recycling van huishoudelijke kunststof verpakkingen

CE Delft en TNO 2015; Milieueffectanalyse van de Raamovereenkomst Verpakkingen'

CE Delft/TNO 2017; Analyse mixed kunststofrecycling

CE Delft 2017a; Hoe passen bioplastics in een circulaire economie





9 Bijlage: milieukundige beoordeling van de interventies

	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
1	Prikkel op inzet recycalaat	Tariefdifferentiatie: inzet recycalaat	1	Verschuiving van inzet recycalaat van textiel naar verpakkingen -> geen milieuverschil		0	Het maakt milieukundig niet uit of recycalaat in textiel of verpakkingen wordt ingezet: beide vervangt virgin kunststof. Milieuwinst treedt pas op bij een tekort aan recycalaat in andere keten zoals textiel.	
2	Fiscaal stimuleren markt voor recycalaat	CO ₂ heffing stimuleren	1	Efficiënter grondstofverbruik		0 tot ++	Producenten zullen nadenken over materiaalreductie. De mate van milieuvoordeel hangt af van meerdere factoren, waaronder de hoogte van de CO ₂ -prijs (zie bespreking in rapport)	
				Waarschijnlijk verschuiving naar biobased grondstoffen (papier, bioplastics) -> Lagere CO ₂ -uitstoot Verhoging op andere milieu-indicatoren, zoals verhoging vraag naar meststoffen, landgebruik, waterverbruik.		++ - netto: +	Andere milieueffecten en - indicatoren gaan een rol spelen. Alles gewogen zal biobased er wellicht beter uitkomen mits ->	Voorkomen van: - Boskap voor extra landbouwgrond; - Concurrentie met voedselteelt; - Hogere input van fossiele meststoffen; Mits aandacht voor biodiversiteit in bodem en rondom plantage/akker.
					Verschuiving vanuit of naar andere (fossiele) verpakkingsmaterialen (staal/aluminium)	0/+		
3	Fiscaal stimuleren markt voor recycalaat	Belasting op virgin grondstoffen	1	Zie 2				



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
4	Fiscaal stimuleren markt voor recyclelaat	Verhogen verbrandingsbelasting	1	Meer materiaal naar recycling, vooral via bedrijfsafval -> vermindering gebruik virgin kunststof.		0 tot +	Hoe groot het effect is, is afhankelijk van hoogte van tarief. Recycling van kunststof bedrijfsafval kent geen vergoedingen-systeem. Bij een hogere verbrandingsbelasting wordt recycling van stromen die nu net niet financieel gunstig zijn om te recyclen, wel een optie. Daarom verwachten we meer materiaal naar recycling, afhankelijk van de hoogte van het tarief.	
5	Prikkel op inkoop recyclelaat	Duurzaam Inkopen	1	Vermindering gebruik virgin kunststof.		+	Vermindering gebruik virgin kunststof, doordat de vraag naar recyclelaat wordt aangewakkerd en daardoor het aanbod aan recyclelaat groeit, vermoedelijk voornamelijk via bedrijfsafval	
6	Prikkel op inkoop recyclelaat	Brancheverduurzamingsplannen	1	Vermindering gebruik virgin kunststof.		+		
8	Stimuleren recycleerbaarheid	Boete niet-recycleerbare verpakking	1	Meer verpakkingen op de markt die geschikt zijn voor recycling. Minder materiaal naar AVI (zowel bij consument (restafval) als bij sortering (uitval))		+	Actie (doel/effect) beoordeeld: maximale mono-verpakkingen. Niet de interventie zelf.	
9	Stimuleren recycleerbaarheid	Tariefdifferentiatie: lagere bijdrage recycleerbare verpakking	1	Zie 8				
10	Stimuleren recycleerbaarheid	Brancheverduurzamingsplannen	1	Zie 8				



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
11	Maximaliseren inzet mono	Tariefdifferentiatie: lagere bijdrage inzet mono	1	Meer verpakkingen op de markt die geschikt zijn voor recycling. Minder materiaal naar AVI (zowel bij consument (restafval) als bij sortering (uitval))	Mogelijk nadelig effect: zwaardere verpakkingen (dikwandiger) doordat men compenseert voor verloren eigenschappen van multi-layerverpakkingen.	+	Actie (doel/effect) beoordeeld: maximale mono-verpakkingen. Niet de interventie zelf.	
12	Maximaliseren inzet mono	Boete onnodige inzet multi	1	Zie 11				
13	Maximaliseren inzet mono	Brancheverduurzamingsplannen	1	Zie 11				
14	Kennisontwikkeling design for recycling	Onderzoek en communicatie design for recycling	1	Zie 11				
15	Voorkomen zwerfafval	Beloningssysteem zwerfafval	1	Lokaal milieuvoordeel: minder schade aan ecosysteem (fauna en accumulatie fossiele deeltjes in bodem en water).	Milieuvoordeel door meer recycling (van materiaal dat voorheen als zwerfafval zou eindigen).	+	Actie (doel/effect) beoordeeld: geen zwerfafval. Niet de interventie zelf. Positieve milieueffecten zijn niet goed kwantificeerbaar, beperkte omvang qua hoeveelheid materiaal.	
16	Voorkomen zwerfafval	Boetesysteem zwerfafval	1	Zie 15				
17	Voorkomen zwerfafval	Verpakkingsontwerp dat zwerfafval voorkomt	1	Zie 15				
18	Maximaliseren kwantiteit	Lange termijn zekerheid vergoedingen nascheiding*	1	Meer materiaal dat nu verbrand wordt naar recycling, minder naar AVI. Wel is dit materiaal relatief		+		



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
				vervuild, waardoor er relatief veel uitval zal zijn.				
19	Maximaliseren kwantiteit	Afspraken over niet-verpakkingen (uitbreiden systeem of geen vergoeding niet-verpakkingen)	1	Meer materiaal wordt gerecycled ipv verbrand: meer vermeden fossiel kunststof en geen verbrandingsemissies		+		
20	Maximaliseren kwantiteit	Afspraken over niet-verpakkingen (geen vergoeding NV)	1	mogelijk minder materiaal in mixed -> minder materiaal wordt gerecycled.		0/-	Kunststof niet-verpakkingen worden niet langer uitgesorteerd en gerecycled	
21	Maximaliseren kwaliteit	Aanpassen prikkels richting kwaliteit (inzameling)	1	Minder ongewenste type verpakkingen en stoffen leidt tot meer materiaal geschikt voor recycling. Zorgt voor meer vermeden virgin grondstoffen.	Meer bewustwording - > meer design for recycling -> meer materiaal naar recycling. Minder fossiel virgin en minder uitstoot door verbranding.	0/+ Kan + worden als er ook meer verpakkingen optimaal voor recycling worden ontworpen.	Interventie beoordeeld. Mate van verbetering is relatief klein: er zullen veel regels nodig zijn en er zijn nu al regels. Niet iedereen zal regels goed naleven dus verwachting is dat er niet veel minder ongewenste stoffen zullen zijn. Een aandachtspunt is dat consumenten niet omspoelen met warm water.	
22	Maximaliseren kwaliteit	Aanpassen prikkels richting kwaliteit (sortering)	1	Uitgebreider sortering -> meer materiaal naar mono, zorgt voor: - meer vermeden virgin kunststof - minder vermeden hardhout, metaal en beton		0	Als naar de gewogen score van milieueffecten wordt gekeken, inclusief landgebruikseffecten, dan maakt mixed of mono milieukundig niet veel uit. Duidelijke milieuwinst qua CO2. -> +	
23	Ketenregie op optimale schaalgrootte	Ketenregie op optimale schaalgrootte	1	onbekend			Niet bekend of er een relatie is tussen schaalgrootte en effectiviteit van inzameling.	



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
24	Maximaliseren kwaliteit	Optimaliseren mono/mix bij sortering	1	Meer materiaal naar mono, zorgt voor: - meer vermeden virgin kunststof - minder vermeden hardhout en beton		Zie 22		
25	Stimuleren van hergebruik	Design for reuse	1	Elke keer als een product wordt hergebruikt hoeft er geen virgin materiaal te worden geproduceerd.		++/+++	Afhankelijk van hoever het wordt doorgevoerd (hoeveel verpakkingen daadwerkelijk herbruikbaar worden) en afhankelijk van hoeveel keer de verpakking hergebruikt wordt, is er grote tot zeer grote milieuwinst. Klein beetje energie/water voor reiniging valt weg tegen de winst door vermeden materiaal.	
26	Fossiele grondstoffen vervangen voor bio-plastics	Stimuleren gebruik bio-plastics	1	Vermijdt 1-op-1 virgin fossiel kunststof		+ / ++	Grote milieuwinst, afhankelijk van hoeveel verpakkingen biobased worden. Mits ->	Voorkomen van: - Boskap voor extra landbouwgrond; - Concurrentie met voedselteelt; - Hogere input van fossiele meststoffen; Mits aandacht voor biodiversiteit in bodem en rondom plantage/akker.



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
27	Stimuleren recycling van bedrijfsafval	Regelgeving recycling bedrijfsafval	1	Meer materiaal naar recycling -> meer vermeden virgin kunststof		+ / ++	Er is een groot potentieel: momenteel wordt lang niet alle verpakkingen bij bedrijven gerecycled.	
28	Maximaliseren kwaliteit	Aanpak niet-recyclebare stromen	1	Meer materiaal naar recycling Minder stoorstoffen		+	Door herontwerp van nu niet recyclebare verpakkingen en door minder vervuiling zal meer materiaal komt beschikbaar dat voorheen nog niet gerecycled kon worden. Dit materiaal zal ook beter uitgesorteerd kunnen worden in de mono-stroom.	
29	Standaardisatie van materiaal na recycling	Ontwikkelen van grades voor PET, PE, PP obv kwaliteit haalbaar met mechanische verwerking	1 en 2a	Zorgt voor grotere vraag naar recycleaat, jaagt verbeteringen van recyclingprocessen aan en bij hoge eisen aan kwaliteit en beschikbaarheid mogelijk ook innovatie		+		
30	Stimuleren recycleerbaarheid	Specifiek sturen op stoorstoffen voor mechanische recycling	1 en 2a	Zie 21				
31	Verhogen respons en verminderen vervuiling	Communicatie scheidingsgedrag	1 en 2a	Zie 21				
32	Verhogen respons en verminderen vervuiling	Weggooiwijzer	1 en 2a	Zie 21				
33	Maximaliseren kwantiteit	Faciliteren optimaal scheidingsgedrag	1 en 2a	Zie 19				



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
34	Maximaliseren kwaliteit	Onderzoek vervuiling en samenstelling in PMD, diftar, OI	1 en 2a	nvt				
35	Maximaliseren kwaliteit	Obv onderzoek: aanpassen PMD, diftar, OI	1 en 2a	Zie 21				
36	Maximaliseren kwantiteit	Nascheiding in binnenstedelijk gebied	1 en 2a	Zie 18				
37	Optimaliseren mono/mix	Verhogen specs mix na sortering	1	meer materiaal naar mono-stroom ipv naar mixed -> vermijdt meer virgin kunststof; vermijdt minder ander type grondstoffen (die door mixed kunststof producten worden vermeden). Lagere uitval bij verwerking, mits mono-stroom van goede kwaliteit is.		zie 22	Actie beoordeeld, niet de interventie zelf.	
38	Optimaliseren mono/mix	Verwerkingscapaciteit mix in NL	1	zie 34 Plus beetje extra winst door minder transport naar en in DE, maar tegelijkertijd ook daling van de winst doordat de elektriciteitsmix in Duitsland een groter aandeel hernieuwbaar bevat. Netto geen extra winst.				
39	Optimaliseren mono/mix	Reduceren afhankelijkheid Duitse mix-markt	1	nvt				
40	Optimaliseren mono/mix	Extra sorteerstap mix	1	zie 37	Zie 22	zie 22		



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
41	Optimaliseren mono/mix	Toevoegen specs tussen recycler en producent	1	Zie 29				
42	Standaardisatie van materiaal na recycling	Ontwikkelen van grades voor PET, PE, PP obv kwaliteit haalbaar met chemische verwerking	2a en 2b	onduidelijk		onduidelijk	Milieukundige gevolgen hangen af van welke recyclingroute(s) nodig zijn om aan de marktvraag te voldoen. Ook is onduidelijk of de kwantiteit hierdoor verandert: zal hierdoor inderdaad meer worden gerecycled?	
43	Marktdifferentiatie voor recycalaat uit chemisch/mechanisch	Marktdifferentiatie voor recycalaat uit chemisch/mechanisch	2a	Mix naar chemisch -> al het mixed kunststof kan worden gerecycled. Dit vermijdt virgin grondstoffen en minder materiaal wordt verbrand.		Onduidelijk: -- tot +++	Milieuvoordeel is onduidelijk, omdat er meerdere routes voor chemische recycling zijn, die nog niet zijn onderzocht. Kan groot zijn vanwege potentie (zowel kwantiteit en kwaliteit). Onduidelijk is en verschilt per techniek: - type product dat wordt verkregen en dus ook type grondstof dat wordt vermeden - energieverbruik is mogelijk hoog - mogelijk zijn fossiel hulpstoffen (chemicaliën) nodig	Duurzame energie-opwekking; Vergroening productieketens van hulpstoffen
44	Bouwen aan vertrouwen bij verandering systeem	Uitrol effectieve communicatie	2 en 2b	nvt				
45	Specifiek sorteren voor chem/mech recycling	Specifiek sorteren voor chem/mech recycling	2a	Zie 43				
46	Doorontwikkelingen chemische recycling	Vergoedingensysteem geschikt maken voor chemische recycling	2 en 2b	nvt				



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
47	Doorontwikkelingen chemische recycling	R&D chemische recycling	2 en 2b	Dit kan voorkomen dat milieukundig ongunstige recycletechnieken mogen bestaan. Door een keuze te maken voor meest milieuvriendelijke methoden (impact en winst afgewogen)		+ tot +++	Mits het onderzoek ook de milieukundige kanten omvat en vervolgens daarop gestuurd wordt.	
48	Doorontwikkelingen chemische recycling	Organiseren van juiste consortium voor financiers (pilot) plant	2 en 2b	nvt				
49	Stimuleren recycleerbaarheid	Specifiek sturen op stoffen voor chemische recycling	2 en 2b	Zie 43				
50	Verhogen respons waardevolle stromen	Introduceren incentivesystemen	2b	Meer vermeden fossiel kunststof en minder verbrandingsemissies door hogere inzameling waardevolle stromen; maar minder vermeden fossiel doordat sommige stromen niet via bronscheiding worden ingezameld ter recycling (hier is een mitigerende maatregel voor).		0/+	Zuivere mono-stromen met minder vervuiling; verhoging van de hoeveelheid waardevolle kunststoffen dat gerecycled wordt (en dus ook minder verbrandingsemissies). Aan de andere kant worden niet-waardevolle stromen niet meer ingezameld ter recycling. Het hangt af van hoe hoog de respons wordt of er extra milieuwinst plaatsvindt.	Alternatieve recycleroutes (nascheiding & chemische recycling) voor materialen die niet meer (mogen) worden brongescheiden.
51	Verhogen respons waardevolle stromen	Communicatie afbouwen brede inzameling	2b	nvt				
52	Selectieve bronscheiding	Bronscheiding beperken tot waardevolle stromen	2b	Minder materiaal via bronscheiding -> minder vermeden virgin grondstoffen via bronscheiding Betere scheiding van de		-	Minder materiaal wordt gerecycled via bronscheiding. Dat zal milieukundig een klein nadeel geven.	Alternatieve recycleroutes (nascheiding & chemische recycling) voor



	Actie (wat)	Interventie (hoe)	Pakket	Direct effect (relevant voor milieu)	Indirect effect	Milieu	Toelichting	Mitigerende maatregel
				materialen die wel worden ingezameld -> minder uitval.				materialen die niet meer (mogen) worden brongescheiden.
53	Selectieve bronscheiding	Bronscheiding van niet-waardevolle stromen afbouwen	2b	Zie 52				
54	Selectieve bronscheiding	Verhogen specs bronscheiding	2b	Zie 21				
55	Doorontwikkelingen chemische recycling	Alle mix naar chemische recycling	2b	Grote hoeveelheid gemengd kunststof wordt (via nascheiding) chemisch gerecycled.		Zie 47	Dit is de compensatiemaatregel die bij nr.51 hoort.	Alternatieve (chemische) recycleroutes beschikbaar voor deze (vervulde) materialen.
56	Maximaliseren kwantiteit	Nascheiding van alle niet-waardevolle stromen	2b	Materialen komen beschikbaar voor recycling, maar zijn meer vervuild en er moet dan wel ook een passende alternatieve recycleroute zijn. Milieukundige gevolgen hangen af van de alternatieve recycleroute(s).		Zie 43		

