



LCA quickscan bezems en inzamelingszakken, gebruikt bij straatreiniging

Milieugegevens voor productselectie



CE Delft

Committed to the Environment

LCA quickscan bezems en inzamelingszakken, gebruikt bij straatreiniging

Milieugegevens voor productselectie

Delft, CE Delft, 7 december 2017

Publicatienummer: 17.2N56.178

Grondstoffen / Ketenbeheer / Milieu / Analyse / LCA / Afvalinzameling / Producten
VT : Quickscan

Deze notitie is opgesteld door:
Marijn Bijleveld
Martijn Broeren

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 ruim 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Samenvatting

De gemeente Rotterdam is op zoek naar de milieukundig beste keuze voor bezems en afvalinzamelingszakken, die worden gebruikt door Stadsbeheer bij het schoonhouden van de straten. De gebruiksduur van de huidige bezems is kort en het verbruik aan eenmalige inzamelzakken is hoog, waardoor vermoed wordt dat er duurzamere opties bestaan. Er zitten momenteel namelijk niet-duurzame kanten aan de bezems en de inzamelzakken. Met dit rapport levert CE Delft milieukundige informatie aan die als input dient bij het beslisproces van de gemeente Rotterdam, voor de inkoop van bezems en inzamelzakken voor straatreiniging. In dit rapport heeft CE Delft onderzocht:

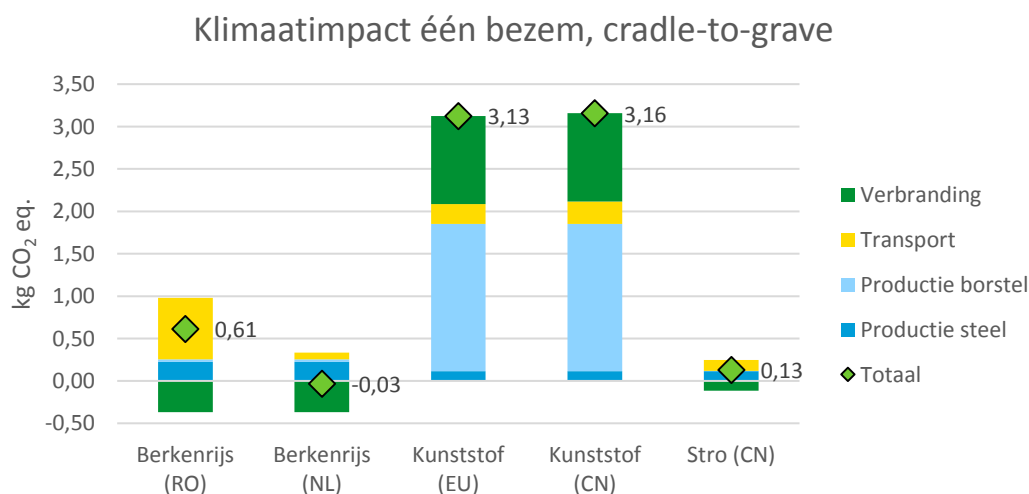
- de klimaatimpact (ofwel carbon footprint, uitgedrukt in CO₂-eq.) van de huidige bezems en inzamelzakken en mogelijke alternatieven;
- andere milieukundig relevante aspecten: circulaire economie, landgebruik en microplastics.

Klimaatimpact bezems

Er zijn vijf typen bezems milieukundig vergeleken. De huidige bezem van berkenrijs uit Roemenië is vergeleken met de volgende alternatieven: een berkenrijsbezem uit Nederland, een kunststof bezem uit Europa, een kunststof bezem uit China, en een bezem van sorghumstro uit China.

Figuur 1 toont de klimaatimpact van één bezem voor elk van de vijf opties, uitgedrukt in kg CO₂-eq.

Figuur 1 – Klimaatimpact één bezem, cradle-to-grave



De kunststof bezem heeft de hoogste klimaatimpact: 5x hoger dan de huidige berkenrijsbezem. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de kunststof borstel en de verbranding daarvan na af-danking. De kunststof bezem moet dus minimaal 5x langer meegaan dan de huidige berkenrijsbezem om een lagere klimaatimpact per veeguur hebben.

Bij de berkenrijsbezem is het transport vanuit Roemenië is dominant. Als de bezem gemaakt zou worden in Nederland, van Nederlands rijshout, dan daalt de impact drastisch. De strobezem heeft een lagere impact dan de berkenrijsbezem, vooral vanwege (bulk)transport per zeeschip. Het is echter niet zeker of de strobezems geschikt zijn voor gebruik als straatbezem.

Het is (nog) niet bekend hoe lang de kunststof bezem en strobezem mee kunnen gaan, en waarschijnlijk kan de levensduur van de berkenrijsbezem verlengd worden door deze goed voor te bereiden op het werk. Het is daarom nu nog niet mogelijk exact te bepalen welke bezemsoort de laagste klimaatimpact per veeguur heeft.

Als in een later stadium de levensduur van andere bezems wel bekend is, kan deze informatie gebruikt worden om te bepalen welk alternatief milieukundig het beste is. Dit kan met behulp van Tabel 1. Door de klimaatimpact te delen door de veeguren/levensduur van een bezem, krijg je de impact per uur. De bezem met de laagste impact per uur is qua klimaatimpact de beste keus.

Tabel 1 – Klimaatimpact te delen voor de veeguren/levensduur van een bezem

	Klimaat-impact van 1 bezem (A)	Veeguren (B)	Impact gedeeld door veeguren (A/ B)
Berkenrijs	0,61		
Kunststof	3,16		
Stro	0,13		

Klimaatimpact inzamelzakken

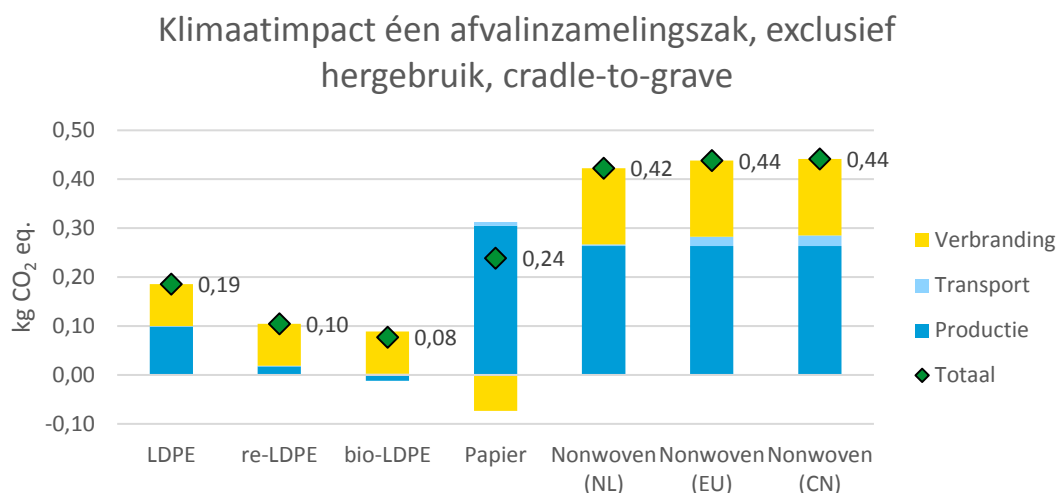
De tweede vraag in dit rapport gaat over inzamelzakken voor zwerfafval. De huidige zakken zijn eenmalig en gemaakt van primair (*virgin*) LDPE¹. Dit type zak is vergeleken met gerecyclede LDPE-zakken, biobased LDPE-zakken, papieren zakken, en non-woven zakken uit Nederland, Europa, of China. De non-woven zakken bestaan uit vezels van PP² die met warmte aan elkaar ‘vastgeplakt’ zijn.

Figuur 2 toont de klimaatimpact van één afvalinzamelzak, zonder rekening te houden met hergebruik. Te zien is dat de LDPE-varianten goed scoren, wat komt door hun lage gewicht.

¹ LDPE staat voor het kunststof polyethyleen (PE), en preciezer: *low density* polyethyleen.

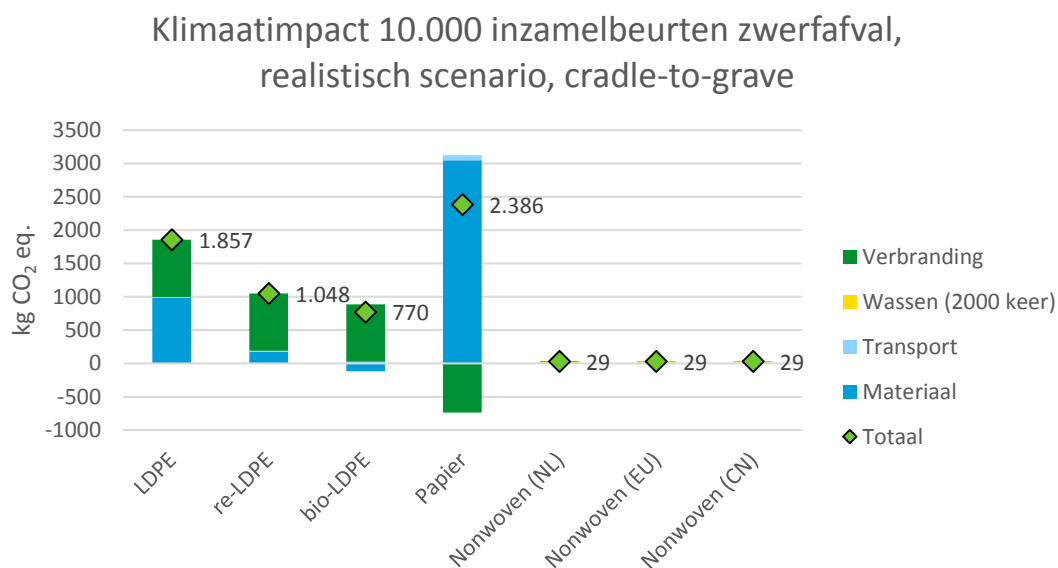
² PP staat voor het kunststof polypropyleen.

Figuur 2 - Klimaatimpact één afvalinzamelingszak, exclusief hergebruik, cradle-to-grave



Als rekening gehouden wordt met hergebruik dan verandert het beeld. Figuur 3 toont de klimaatimpact van 10.000 inzamelbeurten, op basis van een realistisch scenario voor hergebruik van non-woven zakken: de non-woven zakken na 5 inzamelbeurten gewassen wordt en gaan in totaal 300 inzamelbeurten mee. De overige zakken worden eenmalig gebruikt.

Figuur 3 - Klimaatimpact 10.000 inzamelbeurten zwerfafval, realistisch scenario, cradle-to-grave



Herbruikbare zakken zorgen voor de laagste klimaatimpact per inzamelbeurt. Omdat de non-woven zakken van PP worden ontworpen op hergebruik, komen zij het best uit de vergelijking op klimaatimpact. De impact van (industriële) wassen van de non-woven zakken weegt op tegen de milieuwinst



door hergebruik. Dit is zelfs het geval als we uitgaan van een worst case-scenario³. De overige zakken die zijn onderzocht, zijn geschikt voor eenmalig gebruik. Daardoor hebben zij een vele malen hogere klimaatimpact per inzamelbeurt.

Het is dus geen noodzaak om de zak uit non-woven PP te maken: het is prima mogelijk om herbruikbare zakken te maken van een ander type kunststof (bijv. LDPE) of ander type materiaal. Qua klimaatimpact per inzamelbeurt zal er bij er vrijwel geen verschil zichtbaar zijn met de non-woven PP-zak.

Circulaire economie

Twee principes zijn leidend in een circulaire economie:

1. geen gebruik van fossiele brandstoffen en (*virgin*) fossiele grondstoffen.
2. optimaal behoud van grondstoffen na gebruik.

Gezien vanuit een circulaire economie, gaat de voorkeur uit naar een product/materiaal dat:

- niet van fossiele oorsprong is;
- geproduceerd en vervoerd is met hernieuwbare energie;
- zo vaak mogelijk kan worden hergebruikt, liefst in dezelfde functie;
- weer kan worden gerecycled na gebruik, liefst tot dezelfde kwaliteit materiaal.

De bezems uit berkenrijns en stro zijn beide van biologische oorsprong (niet fossiel) en hebben gezien de circulaire economie de voorkeur.

Momenteel is er nog geen inzamelzak op de markt die voldoet aan de circulaire criteria. Er zijn echter wel mogelijkheden om dat te realiseren, door gebruik te maken van gerecyclede of biobased grondstoffen voor de herbruikbare zak (en andere onderdelen van het product).

Microplastics

Kleine plastic deeltjes komen vrij bij het vegen met een kunststof borstel. Deze deeltjes hopen zich op in het milieu. Dit is een (extra) argument om een biologisch afbreekbaar materiaal te kiezen voor de borstel.

Landgebruik

Het gebruik van biobased grondstoffen is gunstig, gezien een circulaire economie, maar er zijn een paar randvoorwaarden voor duurzame teelt. Hieronder staan ze genoemd, met ook advies voor de gemeente hoe hierop te letten.

Tabel 2 - Randvoorwaarden voor duurzame teelt

Voorkom	Door (actie)
Ontbossing door illegale houtkap of ontginning van landbouwgrond (uitbreiding)	Koop hout met het FSC- of PEFC-keurmerk.
Concurrentie met voedselgewas	Bij gebruik van biobased kunststoffen. Let op uit welke grondstof het kunststof is gemaakt. Voorkeur heeft biobased kunststof uit suikers en cellulose (landbouwafval). Vermijd biobased kunststof uit zetmeel (uit mais of aardappelen) en koolzaad.

³ Worst case-scenario: de herbruikbare zakken worden na iedere inzamelbeurt gewassen en worden slechts tien keer gebruikt voor ze afgedankt en verbrand worden. Dit scenario is niet weergegeven in deze samenvatting.



Voorkom	Door (actie)
Afname van de biodiversiteit door monocultuur en overmatig gebruik van toevoegingen zoals kunstmest en pesticiden	Kies voor biologische teelt.

Eindconclusie: vuistregels

Hergebruik is het belangrijkste middel om de milieu-impact laag te houden. Om het product geschikt te maken voor een circulaire economie: zorg dat er geen fossiele grondstof wordt gebruikt (zoals virgin kunststof), maar gebruik van gerecycled of biobased materiaal. Zorg er ook voor dat het materiaal kan worden gerecycled na (uiteindelijke) afdanking. Om volledig circulair te worden, in de toekomst, is het daarnaast nodig om geen fossiele transportbrandstof te gebruiken en ook duurzaam opgewekte energie te gebruiken voor productie.



1 Inleiding

De gemeente Rotterdam is op zoek naar de milieukundig beste keuze voor bezems en afvalinzamelingszakken, die worden gebruikt door Stadsbeheer bij het schoonhouden van de straten. Er zitten momenteel namelijk niet-duurzame kanten aan de bezems en de inzakken. Bij de inkoop van bezems en inzakken wil de gemeente ook graag rekening houden met de transitie naar een circulaire economie.

Voor het aanvegen van straten, bij het verzamelen van zwerfvuil, gebruikt de gemeente Rotterdam momenteel bezems gemaakt van berkentakken (berkenrijs). Deze gaan echter maar kort mee – enkele uren vege – en worden dan afgedankt en verbrand. De gemeente wil graag weten hoe deze bezem milieukundig scoort ten opzichte van alternatieven gemaakt van kunststof of van stro (houten steel).

De huidige kunststof inzakken worden na het vullen verbrand, tegelijkertijd met de inhoud. De gemeente heeft een prototype ontworpen voor een zak die kan worden hergebruikt: de inhoud wordt uit de zak geschud en de zak kan opnieuw worden gevuld. Wel zullen de zakken af en toe moeten worden gewassen. De gemeente wil graag weten hoe de huidige inzak zich milieukundig verhoudt tot een herbruikbaar alternatief (van non-woven kunststof) en tot papieren wegwerpzakken.

Met deze notitie levert CE Delft milieukundige informatie aan die als input dient bij het beslisproces van de gemeente Rotterdam, voor de inkoop van bezems en inzakken voor straatreiniging. Er wordt op twee manieren milieukundige informatie aangeleverd:

3. Als basis wordt de klimaatimpact (ofwel carbon footprint, uitgedrukt in CO₂-eq.) onderzocht van:
 - de huidige bezem en inzak;
 - mogelijke alternatieven voor de bezem en inzak, gebaseerd op andere typen materialen of materiaalvarianten.
4. Naast de klimaatimpact zijn er zijn meer milieukundig relevante aspecten die een rol spelen in de levenscyclus van bezems en zakken. In de notitie wordt ingegaan op:
 - de geschiktheid van de producten en alternatieven in een circulaire economie;
 - landgebruiksaspecten die spelen bij de productie van biobased materialen;
 - microplastics die vrijkomen bij het vege met kunststof borstels.

De volgende termen worden veel genoemd in het rapport, daarom hier een korte toelichting.

Klimaatimpact

De klimaatimpact is de naam van het milieueffect dat de uitstoot van broeikasgassen weergeeft. Koolstofdioxide, ofwel CO₂, is het bekendste broeikasgas. Andere bekende broeikasgassen zijn methaan (CH₄) en CFK's. De klimaatimpact wordt uitgedrukt in CO₂-eq.: de emissie (uitstoot) van alle broeikasgassen is uitgedrukt in het effect dat CO₂ in de atmosfeer heeft. 'Carbon footprint' (koolstofvoetafdruk) is een synoniem van klimaatimpact.

Biobased, hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar

Een biobased materiaal is gemaakt uit hernieuwbare grondstof. Dat is een grondstof die opnieuw en opnieuw kan worden geteeld en dus niet uitgeput raakt, zoals hout, gras of landbouwgewassen. De tegenhanger is *fossil-based*, ofwel van fossiele oorsprong ofwel niet-hernieuwbaar, zoals producten die gemaakt worden van aardolie en aardgas. Biobased staat niet gelijk aan biologisch afbreekbaar. Er zijn biobased materialen die niet biologisch afbreekbaar zijn, zoals de meeste biobased kunststoffen. Deze hebben, als ze eenmaal geproduceerd zijn, dezelfde eigenschappen als kunststoffen die van fossiele oorsprong zijn.



2 Methode

2.1 Quickscan LCA

Levenscyclusanalyse (LCA) is een gestandaardiseerde methode waarmee verschillende milieu-impacts van producten bepaald kunnen worden, zoals klimaatverandering, verzuring of uitstoot van fijnstof. Hierbij wordt de hele levenscyclus van een product bekeken, van *'cradle-to-grave'*: van de extractie van primaire grondstoffen (bijv. aardolie voor kunststoffen) tot de uiteindelijke afdanking en afvalverwerking (bijv. verbranding). Een LCA kan dus gebruikt worden om verschillende productalternatieven te vergelijken of om te evalueren welke levensfasen het belangrijkst zijn voor een bepaalde milieu-impact.

In dit geval is een zogeheten LCA-quickscan uitgevoerd. Dit houdt in dat gebruik is gemaakt van reeds bekende milieugegevens (bijvoorbeeld van materialen, energie en transport) om in korte tijd een indicatie te geven van de milieuprestaties van verschillende producten. In een LCA-quickscan worden geen milieugegevens van specifieke productielocaties opgevraagd. Ook ligt de focus op het in kaart brengen van die aspecten (milieu-ingrepen) die tezamen de bulk van de milieu-impact veroorzaken⁴.

De producten worden hier vergeleken op basis van hun bijdrage aan wereldwijde klimaatverandering, kortweg klimaatimpact, uitgedrukt in CO₂-equivalenten (CO₂-eq.). Dit is maatschappelijk gezien een zeer belangrijke milieukundige indicator, maar het is niet de enige. Daarom worden ook enkele andere milieurelevante aspecten van de producten kwalitatief besproken.

2.2 Onderzochte producten

In overleg met de gemeente Rotterdam is een aantal productalternatieven uitgezocht die hier worden geïntroduceerd.

Bezems

Drie verschillende materialen voor de bezems worden onderzocht: berkenrijs, kunststof en stro. Deze materialen verwijzen naar de borstel van de bezem, en worden gecombineerd met een houten steel. Voor alle bezems zijn de materiaalgewichten en overige relevante informatie (bijv. productielocaties, voor zover bekend) aangeleverd door dienst Stadsbeheer van de gemeente Rotterdam.

Momenteel worden bezems van berkenrijs gebruikt. Deze bezems worden geproduceerd in Roemenië. Om meer inzicht te krijgen in de invloed van transport is ook een (hypothetische) berkenrijsbezem geproduceerd in Nederland onderzocht.

Kunststof bezems worden gemaakt van polypropyleen (PP). Hier is gekeken naar zowel productie in China als in Europa, aangezien dit waarschijnlijke productielocaties zijn voor de bezems.

Als laatste alternatief is gekeken naar bezems gemaakt van stro. Meer precies: het stro blijkt gemaakt te zijn van de stengels van sorghumgras, een graansoort die ook voor consumptie wordt geteeld. Er is uitgegaan van productie in China, omdat China een grote producent van sorghum is⁵ en er specifieke milieugegevens voor sorghumproductie in China beschikbaar zijn.

⁴ De 80/20-regel: 80% van de impact wordt veroorzaakt door 20% van de aspecten. Bij de bezems en zakken zijn dit het materiaal (productie), lange transportafstanden en verwerking na afdanking. Deze aspecten zijn daarom in ieder geval meegenomen.

⁵ Gebaseerd op de statistieken van FAOSTAT, beschikbaar via: www.fao.org/faostat/en/#data/QC.



In Tabel 3 staan de uitgangspunten bij het onderzoek: de gewichten van de bezems, de (mogelijke) productielocaties en daarmee samenhangende transportafstanden. Het is ons opgevallen dat er nogal een groot verschil is in gewicht van de bezems; de bezem uit berkenrijs (huidig) is duidelijk zwaarder dan die van sorghum stro en de kunststof bezem zit daartussen. Met deze gegevens hebben we de levenscyclus van de bezems gemodelleerd. In Paragraaf 2.3 en Bijlage A geven we aan hoe dat is gedaan.

Tabel 3 - Gegevens per productvariant bezems (geïventariseerd en aangenomen)

Naam	Berkenrijs (RO)	Berkenrijs (NL)	Kunststof (EU)	Kunststof (CN)	Stro (CN)
Type scenario	Huidig	Mogelijk bestaand alternatief	Waarschijnlijk bestaande alternatieven		
Materiaal Borstel, steel	Berkenrijs, hout	Berkenrijs, hout	PP, hout	PP, hout	Sorghum stro, hout
Gewicht ^a	960 g (steel) + 900 g (borstel)	960 g (steel) + 900 g (borstel)	490 g (steel) + 710 g (borstel)	490 g (steel) + 710 g (borstel)	580 gram
Locatie materiaal- productie	Roemenië, assemblage in Gelderland	Nederland (berkenrijs), Scandinavië (hout) ^b	Europa (kunststof), Scandinavië (hout) ^b	China ^b	China ^b
Transport					
- Vrachtwagen	2.050 km	200 km	1.000 km	100 km	100 km
- Zeevaart	n.v.t.	928 km (steel)	928 km (steel)	18.050 km	18.050 km

- a) Gegevens zijn gemeten of bepaald en aangeleverd door Stadsbeheer. Bij de strobezem konden de steel en borstel niet apart gewogen worden; er is daarom uitgegaan van een steelgewicht van 490 g, zoals bij de kunststof bezem.
- b) Aangenomen gegevens. Dit zijn logische productielocaties. Veel Europees hout wordt in Scandinavië geproduceerd, terwijl China een grote producent is van zowel sorghum als kunststof.

Analyse: Omgang met levensduur en hergebruik

Van de berkenrijsbezems is bekend dat zij op dit moment slechts twee uur meegaan, waarna zij worden afgedankt. Van de alternatieven is nog niet bekend hoe lang zij gemiddeld meegaan omdat ze nog niet in de praktijk zijn getest.

Bij bezems is het vaak mogelijk om de steel los te koppelen van de borstel. Als de borstel losgekoppeld kan worden, dan kan de steel worden hergebruikt als de borstel versleten is, maar de borstel niet. Dit verlaagt de klimaatimpact per bezem: de impact wordt verdeeld over het aantal keer hergebruik van de steel.

In de analyse gaan we als volgt om met de levensduur en hergebruik:

In deze quickscan worden de resultaten in stappen geïnterpreteerd. Eerst bepalen we de klimaatimpact van één bezem (*cradle-to-grave*), zonder hergebruik van de steel. Vervolgens kijken we hoe de klimaatimpact van de bezem zou veranderen als de steel tien keer hergebruikt kan worden. Tot slot kijken we naar het omslagpunt bij beide analyses: hoeveel langer of korter zou een alternatieve bezem mee moeten gaan om een lagere klimaatimpact te hebben dan de nu gebruikte bezem van berkenrijs.

Afvalinzamelingszakken

Ook voor de afvalinzamelingszakken zijn drie materialen uitgezocht door de gemeente Rotterdam: LDPE (*low-density* polyethyleen), papier en een *non-woven* textiel gemaakt van PP (polypropyleen). De onderzochte varianten worden hier kort geïntroduceerd en de gehanteerde achtergrondgegevens worden weergegeven in Tabel 4.

Op het moment gebruik de gemeente LDPE-zakken van 120 liter. LDPE is een kunststof dat veel toegepast wordt in (wegwerp)tassen en voor folies. We analyseren drie varianten: *virgin* LDPE geproduceerd uit primaire grondstoffen (aardolie), gerecycled LDPE, en biobased LDPE. De laatste wordt geproduceerd uit Braziliaans suikerriet en dus niet uit aardolie zoals de meeste kunststoffen. Het gewicht van de LDPE-zakken (37 gram) is gemeten door de gemeente Rotterdam.

Een papieren zak kan mogelijk een alternatief zijn voor afvalinzameling, maar hiervan is nog geen gewicht bekend. Er is daarom gekeken naar het marktaanbod aan papieren zakken met een inhoud van 120 liter (gelijk aan de momenteel gebruikte LDPE-zakken). Papieren zakken met die inhoud, die geschikt zouden zijn voor inzameling, zijn gemaakt van ongebleekt dubbellaags kraftpapier met een dun laagje LDPE aan de binnenkant om vocht tegen te houden. Op basis van een papiergewicht van 70g/m² per laag (dus 140g/m² voor twee lagen) en afmetingen van producten op de markt wordt het gewicht van een 120 liter zak op 245 gram beredeneerd.

Tot slot is gekeken naar een nieuwe afvalinzamelingszak gemaakt van een non-woven textiel gericht op hergebruik. Deze is nog niet commercieel beschikbaar. Om het gewicht te bepalen van de non-woven inzamelzak hebben we de afmetingen van een prototype gemeten (gemaakt van katoen, in opdracht van de gemeente), evenals de dichtheid van het beoogde materiaal, non-woven PP. Hiermee is een gewicht van 98 gram beredeneerd. Om ook hier de invloed van transport in beeld te brengen worden drie verschillende productielocaties onderzocht: Nederland, elders in Europa, en China.

Tabel 4 - Gegevens per productvariant afvalinzamelingszakken (geïntariseerd en aangenomen)

Naam	LDPE	re-LDPE	bio-LDPE	Papier	Non-woven (NL)	Non-woven (EU)	Non-woven (CN)
Materiaal	LDPE	LDPE (recycled)	LDPE (biobased)	Kraft papier, LDPE	Non-woven PP		
Productielocatie	Europa	Europa	Brazilië	Europa	Nederland	Europa	China
Zakgewicht	37 gram			245 gram	98 gram		
Transport							
- Vrachtwagen	185 km	185 km	onbekend ^a	930 km	150 km	1.000 km	100 km
- Zeevaart	N.v.t.	N.v.t.	370 km	100 km	N.v.t.	N.v.t.	18.000 km

a) Exacte afstand niet bepaald, aangezien de gebruikte bron voor de klimaatimpact van biobased LDPE al rekening houdt met transport naar Europa.

Analyse: per kg materiaal en twee scenario's voor specifieke zakken

Ook voor de inzamelingszakken worden de resultaten in stappen gepresenteerd en geïnterpreteerd. Aangezien de gewichten van de papieren en non-woven zakken niet gemeten zijn (zie uitleg hierboven), wordt eerst de klimaatimpact per kg gepresenteerd. Deze resultaten kunnen gebruikt worden indien op een later moment specifieke zakken gewogen zijn, zoals uitgelegd aan het begin van Paragraaf 3.2.

Vervolgens wordt de klimaatimpact van één zak gepresenteerd (zonder hergebruik), onderverdeeld naar de verschillende processen. Tot slot bekijken we hergebruik en wassen van de non-woven zakken. Hierbij worden twee scenario's gemaakt, op basis van aantal keer hergebruik en frequentie van wasbeurten.

2.3 Afbakening en modellering

Functionele eenheid

In LCA-studies worden milieu-impacts doorgaans uitgedrukt op basis van een zogeheten *functionele eenheid*: het onderwerp van de berekening (bijv. 'het verlichten van een kamer van 10 m² gedurende 100 uur'). Door de geboden functionaliteit op deze manier mee te nemen in de analyse kunnen verschillende producten eerlijk vergeleken worden (bijv. twee soorten lampen met een verschillende levensduur). In deze quickscan is de functionaliteit van de verschillende productalternatieven niet precies bekend. Zo is de levensduur van kunststof bezems niet exact bepaald, en kan deze afhangen van hoe ze gebruikt worden.

De basisanalyses wordt gebaseerd op de volgende eenheden:

- één bezem voor het schoonvegen van straten, zonder hergebruik steel;
- één afvalinzamelingszak met een capaciteit van ca. 120 liter, die één keer gebruikt wordt.

In de verdere analyses (zie Hoofdstuk 3) worden ook scenario's inclusief meermalig gebruik en hergebruik onderzocht.

Afbakening

Figuur 4 geeft een overzicht van de levenscyclus van de producten, van Cradle to the Grave ('wieg tot graf'). Het toont de diverse processen die zijn meegenomen in de klimaatimpact-analyse.

De eerste stap is de productie van de materialen, waarbij drie typen grondstoffen gebruikt kunnen worden:

1. Virgin kunststoffen (bijv. LDPE, non-woven PP, en de kunststof borstels).
2. Gerecycled materiaal, afvalstromen (voor kunststoffen en papier).
3. Plantaardig 'biobased' materiaal (voor houten stelen, berkenrijs, biobased LDPE).

Na transport worden de materialen omgezet in een bruikbaar eindproduct, ofwel een bezem ofwel een afvalzak. Er is hierbij rekening gehouden met de benodigde omvormingsstappen, zoals het extruderen⁶ van kunststof of het schaven van hout.

Gedurende de gebruiksfase vindt er geen directe uitstoot plaats die bijdraagt aan klimaatverandering. Na het gebruik kunnen (onderdelen van) de producten eventueel hergebruikt worden. Bij bezem-stelen is hiervoor geen transport nodig en nemen we aan dat de steel handmatig op een nieuwe borstel gezet wordt (geen klimaatimpact). Bij het hergebruik van non-woven PP-zakken wordt rekening gehouden met een industrieel wasproces⁷, inclusief het transport van/naar de waslocatie.

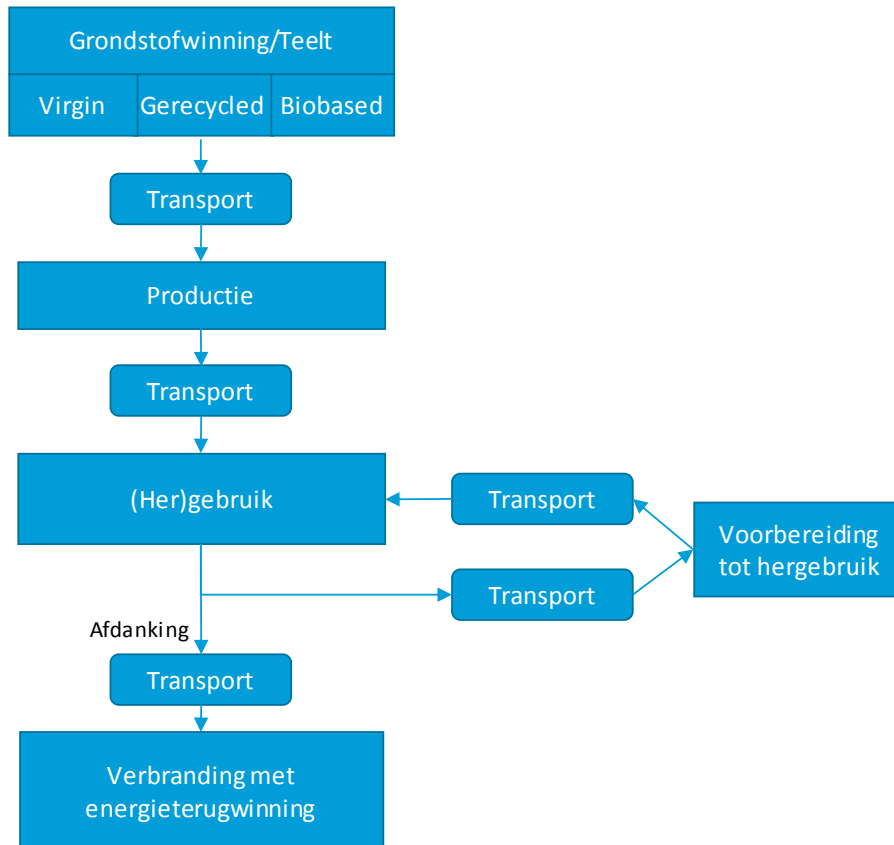
⁶ Extruderen is één van de mogelijke processen waarmee kunststofkorrels een andere vorm krijgen. Bij het extruderen worden kunststof korrels gesmolten en vervolgens door een mal geduwd, waardoor een sliert (borstelhaar) of profiel van kunststof ontstaat.

⁷ Industrieel wasproces wordt uitgevoerd in bulk in een grote wasserij. Denk bijvoorbeeld aan het wassen van tafellakens uit restaurants. De gemeente kan ervoor kiezen de zakken zelf te wassen. De impact zal vergelijkbaar zijn: zelf wassen is qua



Tot slot is in deze quickscan is aangenomen dat de producten na afdanking verbrand zullen worden (met energierugwinning). Dit is in lijn met de huidige situatie. In de resultaten is duidelijk aangegeven wat het aandeel van deze verbranding is.

Figuur 4 – Overzicht meegenomen processen



Modellering en bepaling klimaatimpact

De onderzochte producten zijn gemodelleerd in SimaPro LCA software (Versie 8.4). Hierbij is gebruik gemaakt van de Ecoinvent database (Versie 3.3) en milieugegevens van CE Delft uit eerder onderzoek voor transport en verbranding. Indien een gebruikt proces niet beschikbaar is in deze databases, is gebruikt gemaakt van een vergelijkbaar proces (proxy). Details over de gebruikte proceskaarten zijn te vinden in Bijlage A.

De klimaatimpact is in SimaPro bepaald met behulp van de IPCC 2013 GWP 100a-methode (versie 1.03). Dit is de standaardmethode (EU) die gebruikt wordt om de klimaatimpact of carbon footprint van producten te bepalen.

energie iets minder efficiënt dan het grootschalige wasproces, maar er is minder transport nodig. Dit zal elkaar ongeveer opheffen.

Tot slot geven we hier aan wat de aannames en beperkingen zijn van deze quickscan:

- Er is gefocust op de belangrijkste materialen (genoemd in Tabel 1 en Tabel 2). Kleinere onderdelen die weinig bijdragen aan het gewicht van de bezems, zoals ijzerdraadjes of lijm, zijn niet meegenomen in de analyse. Deze kleine onderdelen echter zullen een zeer kleine bijdrage hebben aan de klimaatimpact omdat het gewicht zeer laag is ten opzichte van de steel en borstel. Verder is aangenomen dat de bezems handmatig in elkaar gezet kunnen worden, wat geen klimaatimpact met zich meebrengt.
- Omdat niet alle productielocaties van de alternatieven precies bekend zijn, zijn representatieve schattingen gedaan voor de transportafstanden, op basis van logische productielocaties. Hierbij kan aangetekend worden dat de klimaatimpact van transport proportioneel is aan de afgelegde afstand. Een halvering in de transportafstand zorgt (bij onveranderd transportmiddel) dus voor een halvering in de klimaatimpact van transport.
- Voor producten waarbij twee productielocaties onderzocht zijn (bezems van berkenrijs of kunststof, non-woven inzamelzakken) is in de modellering onderscheid gemaakt in de transportafstanden en -modaliteiten (bijv. vrachtwagen of schip). Er is geen onderscheid gemaakt in de productieprocessen, wat betekent dat er bijvoorbeeld geen verschil zit in de klimaatimpact van de houtproductie van berkenrijs in Roemenië of in Nederland. Naar verwachting zijn deze verschillen klein.
- Na afdanking worden de producten verbrand in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI). Hierbij wordt in Nederland energie teruggewonnen in de vorm van elektriciteit en warmte. Dit levert een milieuvoordeel op, omdat er elders (bijvoorbeeld in kolencentrales en gasboilers) minder elektriciteit en warmte opgewekt hoeft te worden (zie ook Tabel 5). Deze vorm van systeemuitbreiding is in lijn met de ISO-standaarden voor LCA. Bij het bepalen van dit voordeel is uitgegaan van de verbrandingswaarde van de verschillende materialen en van de gemiddelde rendementen van AVI's in Nederland.
- Het totale gewicht van de strobezem is aangeleverd door de gemeente. Omdat de steel en borstel niet afzonderlijk gewogen konden worden, nemen we aan dat de steel 490 gram weegt, evenveel als de steel die bij de kunststof bezem gebruikt wordt.
- In lijn met andere carbon footprints is de hier uitgevoerde LCA-attributioneel, wat betekent dat er gekeken wordt naar de klimaatimpact van bezems/afvalinzamelingszakken in de huidige situatie. Indirecte effecten, zoals indirecte landgebruiksverandering, zijn dus niet meegenomen.
- Er is aangenomen dat de LDPE-binnenlaag van de inzamelzak van papier 20 micrometer dik is, op basis van in de praktijk gebruikte laagdiktes voor flexibele verpakkingen⁸.

Tabel 5 - Substitutie van geproduceerde producten

Product	Substitueert huidige conventionele productie
Elektriciteit geproduceerd in AVI	Nederlandse elektriciteitsmix
Warmte geproduceerd in AVI	Warmte geproduceerd uit aardgas

⁸ www.lyondellbasell.com/globalassets/documents/polymers-technical-literature/tappi-hdpe-barrier-laminating-film-2012-complete-tappi-form-3-2012.pdf?id=14251.



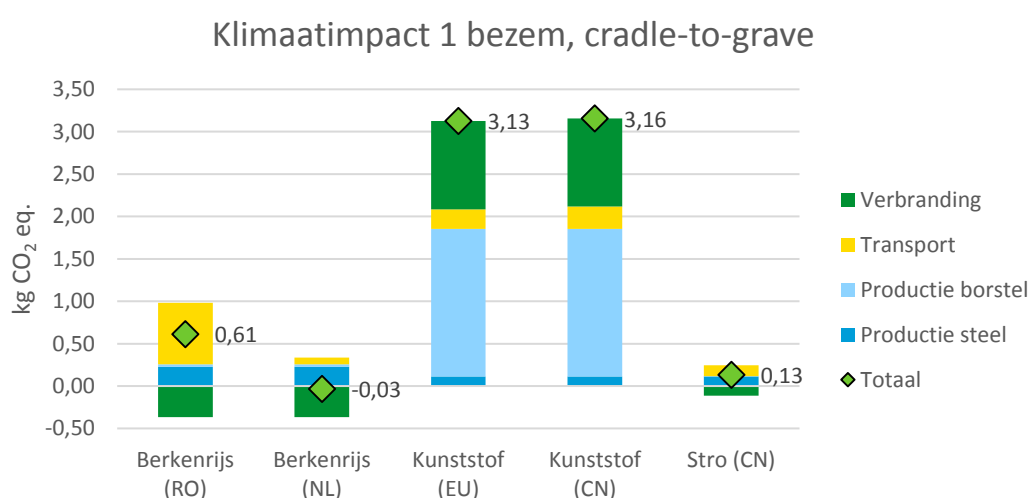
3 Resultaten LCA Quickscan

3.1 Bezems

Eerst wordt in de klimaatimpact per bezem getoond. Later in deze paragraaf wordt dit gelinkt aan de levensduur van de bezems.

In Figuur 5 is de klimaatimpact van één bezem weergegeven over zijn gehele levensduur (*Cradle-to-Grave*). Dit omvat dus de productie van de borstel en steel, transport naar Nederland, en verbranding met daarbij terugwinning van energie. De groene ruit en bijbehorende waarde geeft de totale (netto) klimaatimpact weer in kg CO₂-eq. per bezem. Hieronder lichten we de resultaten toe.

Figuur 5 – Resultaat klimaatimpact per bezem



Te zien is dat klimaatimpact van een kunststof bezem aanzienlijk hoger ligt dan de klimaatimpact van de berkenrijsbezems en strobezems die biobased zijn. De klimaatimpact van een kunststof bezem ligt rond de 3,1 kg CO₂-eq. per bezem (Cradle-to-Grave). De hier onderzochte biobased bezems vallen tussen de 0 en 0,6 kg CO₂-eq. per bezem.

De hogere klimaatimpact van kunststof bezems komt met name door de borstelproductie (kunststof) en verbranding. In vergelijking met hout vergt het produceren van kunststof relatief veel fossiele energie, wat zorgt voor de hoge klimaatimpact van de borstelproductie (1,5 kg CO₂-eq./bezem). Verder zorgt de verbranding van kunststof bezems voor een uitstoot van ongeveer 1,0 kg CO₂-eq./bezem (na het verrekenen van de elektriciteits- en warmteopbrengst). Er komt veel fossiel CO₂ vrij bij het verbranden van kunststof.

Bij de verbranding van de biobased bezems van berkenrijs of stro komt ook CO₂ vrij, maar deze heeft geen netto klimaatimpact omdat dezelfde hoeveelheid CO₂ opgenomen is uit de atmosfeer tijdens de groei van de planten/bomen. Omdat bij de verbranding van hout, berkenrijs en stro ook elektriciteit en warmte geproduceerd wordt, heeft verbranding een netto negatieve klimaatimpact van -0,1 tot -0,4 kg CO₂-eq. per bezem.

Voor de bezems uit berkenrijs en stro valt op dat de productie van de borstel zeer weinig klimaatimpact heeft en dat juist de productie van de steel en transport veel bijdragen aan het totaal.

Het wegtransport vanuit Roemenië heeft met name een hoge klimaatimpact (0,7 kg CO₂-eq./bezem voor 2.000 km). Ter illustratie: zeetransport heeft in verhouding een veel lagere klimaatimpact (bijv. 0,2 kg CO₂-eq./bezem voor 18.000 km). Dit komt doordat per containerschip veel gewicht tegelijkertijd wordt vervoerd. De Nederlandse berkenrijsbezem scoort beter dan de Roemeense vanwege de veel lagere wegtransportafstand (zie Tabel 3)

Bij de teelt van sorghum en de productie van hout is het belangrijk dat er geen ontbossing plaatsvindt. Bij sorghum kan ontbossing plaatsvinden door uitbreiding van plantages ten koste van (oer)bos; bij hout kan dit komen door illegale kap uit natuurlijke bossen. Voor sorghum is dit lastig te controleren, door de Gemeente, maar voor hout is er wel een optie: let erop dat het hout het FSC- of PEFC-keurmerk heeft. We zijn in deze CO₂-analyse uitgegaan dat er geen ontbossing plaatsvindt. Als er wel ontbossing plaatsvindt zal de CO₂-uitstoot hoger zijn, omdat de vastgelegde koolstof (C) in de biomassa (bomen en andere begroeiing in het bos) afneemt en omdat de bodem minder koolstof kan vasthouden.

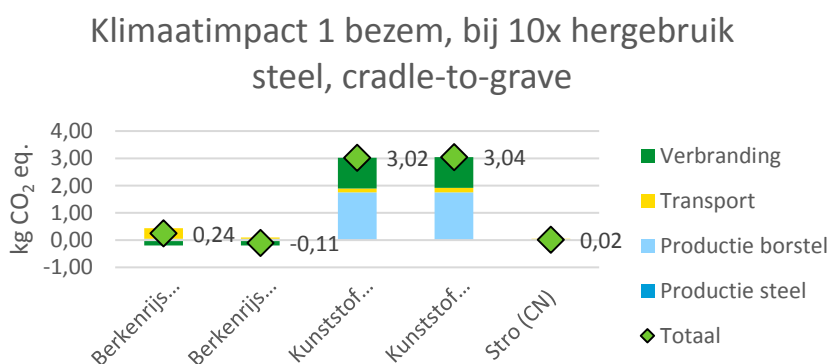
Hergebruik bezemsteel

De bezemstelen kunnen misschien hergebruikt worden, door de 'opgebruikte' borstel te demonteren en te vervangen door een nieuwe. Op het moment is dit niet mogelijk met de berkenrijsbezem, omdat de steel splijt wanneer er een borstel opgezet wordt. Wellicht is met een aanpassing aan het ontwerp van de bezem hergebruik wel mogelijk. Verder is bij sommige kunststof bezems het al wel mogelijk om de borstel te vervangen. We onderzoeken daarom hier toch het effect van het hergebruik van de steel.

Hergebruik van de steel zorgt ervoor dat de klimaatimpact van de bezem te vermindert. Als de steel bijvoorbeeld tien keer hergebruikt kan worden, kan de klimaatimpact van de steelproductie verdeeld worden over de tien bezems. Per bezem is de klimaatimpact van steelproductie dus tien keer lager. Tevens hoeft er minder transport en verbranding plaats te vinden.

In Figuur 6 is de klimaatimpact van één bezem weergegeven als de steel 10x hergebruikt wordt. Te zien is dat, per bezem, de klimaatimpact van de productie van de steel een factor 10 kleiner wordt en daardoor bijna helemaal wegvalt. Ook de impact van transport neemt af. Ten opzichte van Figuur 5 is te zien dat de klimaatimpact van de berkenrijsbezem uit Roemenië meer dan halveert als de steel 10x wordt hergebruikt. Het kan voor Stadsbeheer dus interessant zijn om te kijken of het ontwerp van de bezem aangepast kan worden, zodat hergebruik van de steel mogelijk wordt.

Figuur 6 – Resultaat klimaatimpact per bezem bij hergebruik van de steel



Levensduur zoals aangegeven is niet van alle bezems de levensduur bekend. De bezem van berkenrijs gaat momenteel ongeveer 2 uur mee, maar deze levensduur kan waarschijnlijk verlengd worden door



beter gebruik van de bezem. Het is (nog) niet bekend hoe lang de kunststof bezem en strobezem mee kunnen gaan. We vergelijken daarom hier de klimaatimpact van de verschillende bezems en relateren die aan de gebruiksduur van de berkenrijsbezem. Als Stadsbeheer later de levensduur van andere bezems bepaalt, kan deze informatie gebruikt worden om beter te begrijpen welk alternatief milieukundig het beste is.

In

Tabel 6 staat een rekenhulp. Door de klimaatimpact te delen door de veeguren van een bezem, krijg je de impact per uur. De bezem met de laagste impact per uur is qua klimaatimpact de beste keus.

Tabel 6 - Rekenhulp

	Klimaat-impact van 1 bezem (A)	Veeguren (B)	Impact gedeeld door veeguren (A/ B)
Berkenrijs	0,61		
Kunststof	3,16		
Stro	0,13		

Tabel 7 is de rekenhulp ingevuld met een fictief (!) voorbeeld, waarbij de levensduur van de berkenrijsbezem al een stuk is verbeterd. In dit fictieve geval is de berkenrijsbezem de beste keus.

Tabel 7 – Rekenhulp met een fictief(!) voorbeeld

	Klimaat-impact van 1 bezem (A)	Veeguren (B)	Impact gedeeld door veeguren (A/ B)
Berkenrijs	0,61	10	0,06
Kunststof	3,16	32	0,10
Stro	0,13	2	0,07

Hieronder gaan we met wat voorbeelden dieper in op de relatie tussen de klimaatimpact en de levensduur van de berkenrijsbezem versus de kunststof bezem.

De klimaatimpact van 1 berkenrijsbezem is 0,6 kg CO₂-eq., en die van een kunststof bezem is 3,1 kg CO₂-eq. (afgerond) De klimaatimpact van 1 kunststof bezem is dus (ongeveer) 5 keer hoger dan die van 1 berkenrijsbezem (want $3,0 / 0,61 = 5,2$).

Dit betekent dat het qua klimaatimpact niet uitmaakt of er 5 berkenrijsbezems gekocht en gebruikt worden, of 1 kunststof bezem.

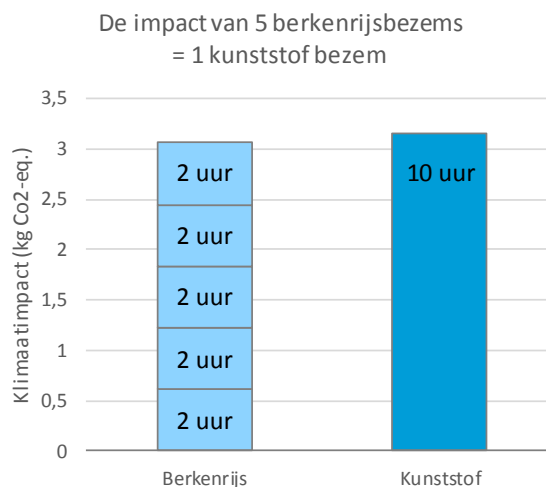
De kunststof bezem zal dus pas beter scoren als er minstens 5x zo lang mee kan worden geveegd. Voor de huidige situatie geldt: de berkenrijsbezem gaat 2 uur mee, dus moet er met 1 kunststof bezem minstens 10 uur geveegd worden (want $2 * 5 = 10$ uur).

Stel, de levensduur van de kunststof bezem wordt getest in de praktijk en blijkt een 30 veeguren mee te gaan⁹, dan is deze beter voor het klimaat: voor dezelfde hoeveelheid veeguren zouden er 15 berken-rijsbezems nodig zijn. Die 15 berkenrijsbezems hebben samen een hogere klimaatimpact dan 1 kunststof bezem.

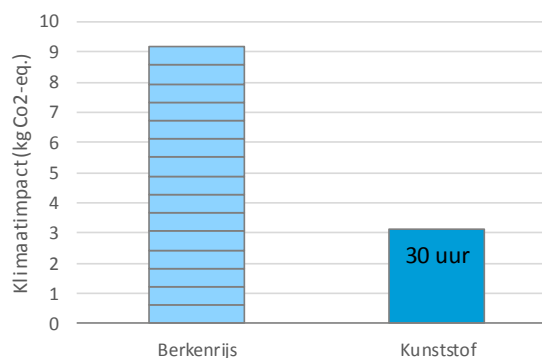
De verhouding kan ook gebruikt worden om andersom te rekenen. Stel dat gemeten is dat de kunststof bezem 30 uur gebruikt kan worden.

Dan moeten 5 berkenrijsbezems dus ook minimaal 30 uur meegaan om beter te zijn voor het klimaat. Dat betekent dat 1 berkenrijsbezem dus ($30/5=$) minstens 6 uur mee moet gaan om beter te scoren op klimaatimpact.

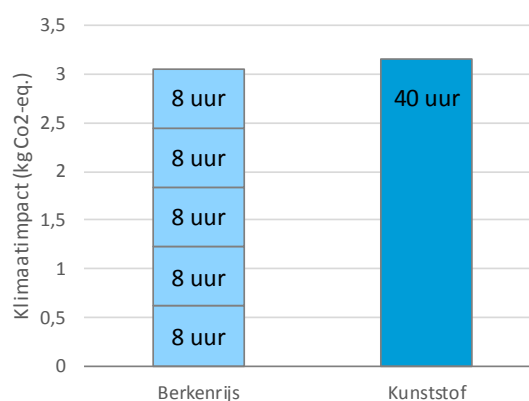
Stel: het lukt de gemeente om de berkenrijsbezem 8 uur mee te laten gaan. Dan moet de kunststof-bezem minstens 40 uur meegaan, wil de kunststof-bezem gunstiger zijn qua klimaatimpact.



Stel: kunststof bezem gaat 30 veeguren mee. Voor 30 uur vegen zijn er nu 15 berkenrijsbezems nodig.



De impact van 5 berkenrijsbezems = 1 kunststof bezem



⁹ Voor dit rekenvoorbeeld is deze levensduur aangenomen, maar deze is nog niet bekend. Stadsbeheer zou de levensduur van de verschillende bezems moeten testen om hier de juiste conclusie te kunnen trekken.

Net zoals in het rekenvoorbeeld de verhouding 5 bepaald is, geeft Tabel 8 hieronder voor alle bezems weer hoe hun klimaatimpact zich verhoudt tot het alternatief met de hoogste klimaatimpact: de kunststof bezem. De waarden in de tabel geven weer hoeveel bezems van een specifiek type gebruikt kunnen worden om op dezelfde klimaatimpact uit te komen als het gebruik van één kunststof bezem. Ze zijn gegeven zonder hergebruik van de steel mee te nemen (door de netto klimaatimpact uit Figuur 5 te vergelijken) en mét 10x hergebruik van de steel (op basis van de netto klimaatimpact uit Figuur 6).

Tabel 8 – Verhouding klimaatimpact (Cradle-to-Grave) van verschillende bezems ten opzichte van kunststof bezem

	Berkenrijs (RO)	Berkenrijs (NL)	Kunststof	Stro (CN)
Zonder hergebruik steel	5,2	N.v.t. ^a	1,0	24
Met 10x hergebruik steel	12,5	N.v.t. ^a	1,0	170

- a) Omdat de netto klimaatimpact van dit alternatief negatief is, kan geen omslagpunt berekend worden; de berkenrijs (NL) bezem scoort ongeacht de gebruiksduur beter dan de kunststof bezem.

Beste keus op basis van klimaatimpact, op dit moment

Als we puur naar de klimaatimpact van één enkele bezem kijken komt de berkenrijsbezem uit Nederland het best uit de analyse. Er is echter niet bekend of deze op de markt is. De strobezem is de beste keus uit de bezems die momenteel op de markt zijn, tenzij de kunststof bezem meer dan 24x langer meegaat (zonder hergebruik van de steel), of tenzij de kunststof bezem meer dan 170x langer meegaat (met hergebruik van de steel).

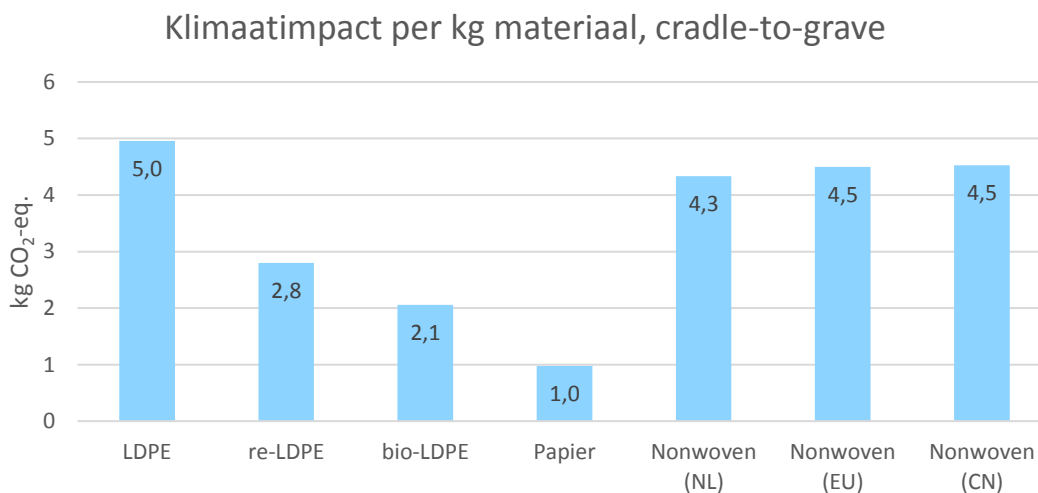
3.2 Afvalinzamelingszakken

Klimaatimpact per kg materiaal

In Figuur 7 is de klimaatimpact van de verschillende materialen per kilogram weergegeven, dus zonder rekening te houden met de gewichten van de zakken, zoals genoemd in Tabel 4 - Gegevens per productvariant afvalinzamelingszakken (geïventariseerd en aangenomen)

In de resultaten is inbegrepen: de productie van materiaal (grondstofwinning), productie van de zak, transport en uiteindelijke verbranding na afdanking. Hergebruik en eventueel wassen zijn hierbij nog niet meegenomen. Als er later specifiekere gewichten voor de papieren en/of non-woven PP-zakken bepaald kunnen worden, dan kan de gemeente deze resultaten uit Figuur 7 gebruiken om de klimaatimpact per zak te bepalen (zie het rekenvoorbeeld onder de grafiek).

Figuur 7 – Klimaatimpact van materialen gebruikt voor afvalinzamelingszakken (inclusief transport, verwerking en afdanking)



In Figuur 7 kunnen we zien:

- Virgin LDPE scoort per kg materiaal relatief slecht. Gerecycled (re-) en biobased (bio-) scoren respectievelijk 40% en 60% beter.
- Gecoat papier heeft per kilogram de laagste klimaatimpact.
- De klimaatimpact van non-woven PP per kg is vergelijkbaar met die van LDPE. Er ontstaan kleine verschillen tussen de non-woven varianten onderling door de transportafstanden.

Box 1 Rekenvoorbeeld: bepalen van de klimaatimpact van een zak als gewicht bekend is

Het gewicht van papieren inzamelzakken is niet precies bekend. Zoals gezegd is de 245 gram die in Tabel 4 - Gegevens per productvariant afvalinzamelingszakken (geïventariseerd en aangenomen) staat een schatting. Stadsbeheer zou echter wel een papieren zak kunnen bestellen en kunnen wegen, en dan kan Figuur 7 gebruikt worden om de klimaatimpact preciezer te bepalen.

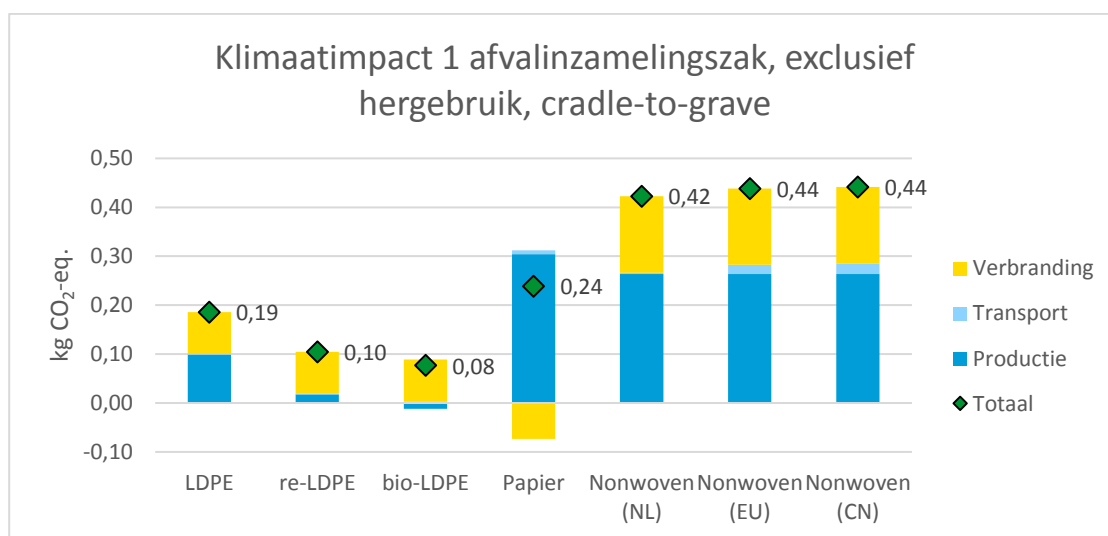
Stel dat de papieren zak 200 gram weegt (0,2 kg). Figuur 7 laat zien dat de klimaatimpact van 1 kg papier 1,0 kg CO₂-eq is, dus dan is de klimaatimpact van een hele zak 0,2 kg CO₂-eq. (want $0,2 \cdot 1,0 = 0,2$). Dit kan toegepast worden op alle materialen in de figuur. Als bijvoorbeeld een geschikte non-woven PP-zak uit China die 120 gram weegt gevonden wordt, dan is de klimaatimpact van 1 zak 0,54 kg CO₂-eq. (want $0,12 \cdot 4,5 = 0,54$).

In de rest van dit hoofdstuk is doorgerekend met de gewichten uit Tabel 4 - Gegevens per productvariant afvalinzamelingszakken (geïnterpreteerd en aangenomen)

Klimaatimpact per inzamelingszak (exclusief hergebruik)

Figuur 8 toont de klimaatimpact per afvalinzamelingszak, op basis van de gewichten uit Tabel 4 - Gegevens per productvariant afvalinzamelingszakken (geïnterpreteerd en aangenomen). Hierbij is nog geen rekening gehouden met eventueel hergebruik van de non-woven zakken.

Figuur 8 - Klimaatimpact van 1 afvalinzamelingszak, zonder hergebruik



In Figuur 8 zien we het volgende:

- Het nu gebruikte (virgin) LDPE scoort gemiddeld. In lijn met Figuur 7 scoren gerecycled en biobased LDPE beter.
- Bio-LDPE heeft de laagste klimaatimpact van de hier onderzochte alternatieven. De productiestap heeft zelfs een negatieve klimaatimpact, omdat er meer CO₂ uit de lucht gehaald wordt bij de teelt van biomassa dan er uitgestoten wordt in de rest van het proces. Deze CO₂ komt echter weer vrij bij de verbrandingsstap¹⁰.
- De alternatieve materialen papier en non-woven PP scoren (per zak) hoger op klimaatimpact. De reden hiervoor is dat ze zwaarder (papier; Tabel 4) zijn en/of een hogere impact per kg (Figuur 7) hebben.
- Transport heeft een klein aandeel in de klimaatimpact van de zakken. In alle gevallen wordt het grootste deel van de uitstoot veroorzaakt bij de productie en verbranding.

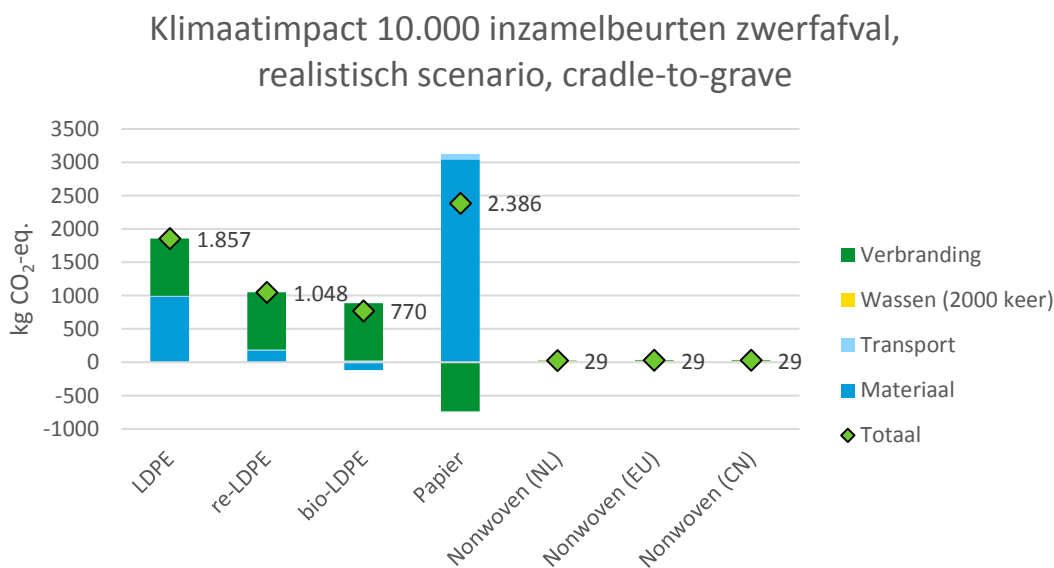
Per inzamelingszak, inclusief hergebruik en wassen non-woven zakken

Het idee achter de non-woven zakken is dat zij hergebruikt kunnen worden. In deze paragraaf tonen we de resultaten eerst voor een realistisch gebruiksscenario. Vervolgens kijken we ook naar een worst case gebruiksscenario.

¹⁰ Omdat de gebruikte bron voor bio-LDPE-productie de CO₂-opname tijdens de teelt meegenomen heeft, is de CO₂-uitstoot tijdens verbranding ook gewoon meegenomen in Figuur 5. Dit is dus een methodologisch verschil ten opzichte van papier of de biobased materialen in Figuur 2, waarbij de uitstoot van biogene CO₂ niet meegeteld wordt. Dit heeft geen invloed op de totale klimaatimpact.

In deze analyse berekenen we de klimaatimpact van de zakken per 10.000 inzamelbeurten. Voor de non-woven zak gaan we hier uit van een **realistisch scenario**: de zak wordt na elke vijf inzamelbeurten gewassen en na in totaal 300 inzamelbeurten afgedankt, waarna hij verbrand wordt. Met deze aannames zijn er voor 10.000 inzamelbeurten 33 zakken nodig, en vinden er in totaal 2.000 wasbeurten plaats. De huidige LDPE-zak en de papieren zak worden niet hergebruikt. Als zo'n zak vol is wordt hij samen met het afval verbrand. Deze zakken gaan dus één inzamelbeurt mee; er zijn dus 10.000 zakken nodig voor de 10.000 inzamelbeurten. De resultaten van de analyse zijn te zien in Figuur 9.

Figuur 9 - Resultaat klimaatimpact voor 10.000 inzamelbeurten; realistisch scenario non-woven zakken



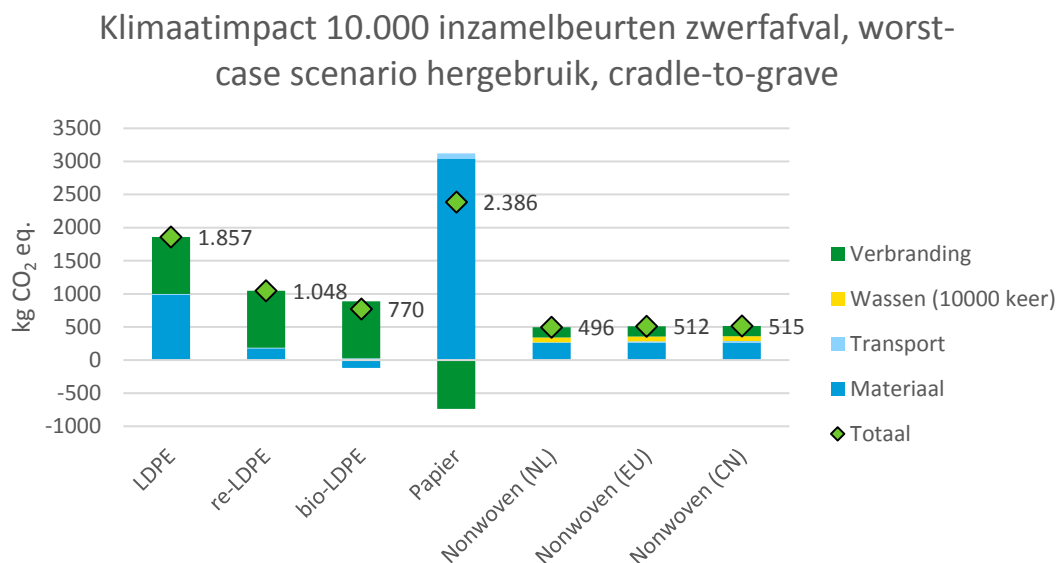
Uit deze figuur wordt duidelijk dat hergebruik ervoor zorgt dat de non-woven PP-zakken verreweg de beste optie zijn wat betreft klimaatimpact. Doordat er slechts 33 non-woven zakken nodig zijn voor 10.000 inzamelbeurten (tegenover 10.000 zakken voor de verschillende varianten van LDPE en papier) winnen deze ruim. De wasbeurten voegen wel wat impact toe, maar dit weegt niet op tegen de voordelen van hergebruik.

Als de zakken toch iets minder lang meegaan, zeg 100 inzamelbeurten, en iets minder vaak worden gewassen (na 10 keer inzamelen), dan is de klimaatimpact 51 kg CO₂-eq. per inzamelbeurt. Dat is dus wel wat hoger dan in Figuur 6, maar nog steeds veruit het beste.

Het is echter nog niet te voorspellen of de non-woven inzamelzakken inderdaad op deze manier gebruikt gaan worden. We bekijken daarom nu een **worst case-scenario** voor de non-woven zakken: ze worden nu na iedere inzamelbeurt gewassen, en ze worden slechts 10 keer gebruikt voor ze afgedankt en verbrand worden. Dit betekent dat er 1.000 non-woven zakken nodig zijn voor 10.000 inzamelbeurten en dat er 10.000 wasbeurten plaatsvinden. De resultaten zijn weergegeven in



Figuur 10 - Resultaat klimaatimpact voor 10.000 inzamelbeurten; worst case-scenario non-woven zakken



Uit deze resultaten concluderen we:

- ondanks de pessimistische aannames hebben de non-woven zakken nog steeds een substantieel lagere klimaatimpact dan de alternatieven;
- de verhoudingen tussen de verschillende LDPE-zakken en papier blijven ongewijzigd.

4 Andere milieukundig relevante aspecten

4.1 Inleiding

De quickscan is gericht op de klimaatimpact. Dit is een maatschappelijk zeer relevant milieueffect (Parijsakkoord), maar er zijn meer relevante milieukundige aspecten in de levenscyclus van bezems en inzamelzakken. Ook heeft de gemeente Rotterdam de ambitie om actief bij te dragen aan de transitie naar een circulaire economie en is daarom op zoek naar producten die het best passen binnen de circulaire doelstelling.

In dit hoofdstuk benoemen we een aantal relevante milieukundige zaken die spelen bij de productie, gebruik en eindverwerking van de bezems en inzamelzakken, maar die niet in een CO₂-analyse naar voren komen:

- geschiktheid voor gebruik in een circulaire economie;
- microplastics;
- aspecten die bij biobased materialen spelen, zoals verantwoord landgebruik en concurrentie met voedsel.

Het is van belang om kennis te nemen van deze zaken en er rekening mee te houden bij duurzame inkoop van de producten. Daarom gaan we bij de bespreking ook in op randvoorwaarden voor duurzame inkoop.

De conclusies voor beste keus in Hoofdstuk 5 zijn gebaseerd op de klimaatimpactresultaten en de bevindingen in dit hoofdstuk.

4.2 Geschiktheid voor een circulaire economie

Principes van de circulaire economie

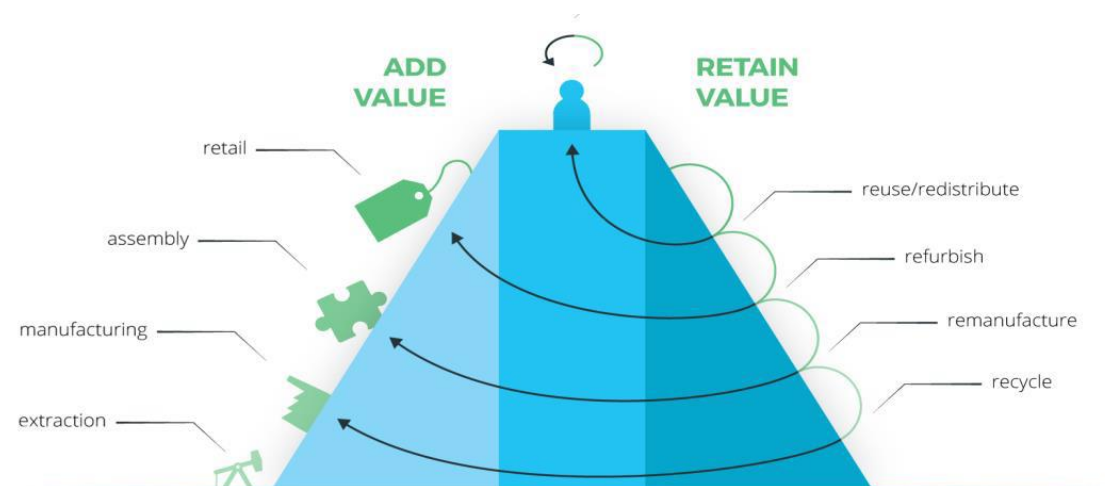
Twee principes zijn leidend in een circulaire economie:

1. geen gebruik van fossiele brandstoffen en (*virgin*) fossiele grondstoffen.
2. optimaal behoud van grondstoffen na gebruik.

Het expertisecentrum aanbesteding PIANOo zegt over dit laatste: “Bij circulair inkopen borgt de inkoopende partij dat de producten of materialen aan het einde van de levens- of gebruiksduur weer optimaal in een nieuwe cyclus worden ingezet. Cruciaal hierbij is waardebehoud van producten en materialen: waardevernietiging door 'downcycling' (bijvoorbeeld A4-papier dat wordt verwerkt tot toiletpapier) moet zoveel mogelijk worden voorkomen.”

In Figuur 11, genaamde de Value Hill, wordt dit waardebehoud na einde levensduur treffend weergegeven. Verbranding is geen optie, gezien het materiaalbehoud en waardebehoud. Materiaalrecycling is de laagste vorm van waardebehoud. Beter is het om de productonderdelen te hergebruiken, indien nodig via opknappen of desnoods in een ander type product.

Figuur 11 - Value Hill



Bron: Circle Economy en partners¹¹.

We leggen de bezems en de afvalinzamelingszakken langs deze lat. We vragen ons daarbij af:

- Gebruikt het product fossiele grondstoffen?
- Is het product geschikt voor hergebruik?
- Kan het product worden gerecycled als hergebruik geen optie meer is?

Met dit overzicht kunnen we zien wat er nog moet veranderen, wil het product geschikt zijn voor gebruik in een circulaire economie. Om volledige circulariteit voor elkaar te krijgen is waarschijnlijk ook een ander inkoopmodel nodig. Bijvoorbeeld een model waar de gemeente geen eigenaar wordt van de producten, maar waar de 'verkopende' partij eigenaar blijft en verantwoordelijk blijft voor het hergebruik of anderszins waardebehoud van de materialen. In deze milieukundige analyse is dit

¹¹ www.circle-economy.com/master-circular-business-with-the-value-hill/#.WgGBwYuosy8

verder niet meegenomen, maar het lijkt ons dat zo'n overeenkomst makkelijker te sluiten is met een leverancier uit Nederland of West Europa.

Het hergebruik, ofwel behoud van waarde, is ook van belang voor biobased producten want het voorkomen van extractie en productie levert economisch voordeel en milieuvoordeel op.

Circulariteit van de bezems

In Tabel 9 wordt op een rij gezet in hoeverre de bezemvarianten al geschikt zijn voor gebruik in een circulaire economie en of de bezems in theorie geschikt kunnen worden.

Tabel 9 - Geschiktheid gebruik van de bezem in een circulaire economie

	Berkenrijs borstel, Houten steel	Kunststof (PP) borstel, houten steel	Stro (sorghum) borstel, houten steel
Gebruikt het product fossiele grondstoffen?	Nee: biobased. Alleen kleine onderdelen	Ja	Nee: biobased. Alleen kleine onderdelen
Zo ja: zijn er mogelijkheden om dit te veranderen?	N.v.t.	Momenteel is geen gerecyclede variant of biobased kunststof variant beschikbaar. Een producent zou zich hierop moeten toeleggen. Wel zijn ook betere recycletechnieken nodig	N.v.t.
Wordt productie volledig met hernieuwbare energie gedaan?	Hoogstwaarschijnlijk niet	Nee (petrochemie)	Hoogstwaarschijnlijk niet
Wordt transport volledig met hernieuwbare energie gedaan?	Nee	Nee	Nee
Kan de steel in de huidige praktijk worden hergebruikt?	Wordt nu niet gedaan, kan mogelijk wel	Ja, dit kan, met een afneembare borstel	Ja, dit kan, met een afneembare borstel
Kan de steel in theorie worden hergebruikt?	Ja	Ja	Ja
Kan de borstel worden hergebruikt?	Nee, want takken gaan kapot. Wellicht is wel reparatie mogelijk: vervanging van gebroken takken	Nee, het kunststof slijt. Vervanging van de borstel lijkt praktischer dan reparatie	Nee, het stro slijt. Vervanging van de borstel lijkt praktischer dan reparatie
Kan de steel worden gerecycled na hergebruik, in de huidige praktijk?	Ja, de houten steel kan worden verwerkt tot grondstof voor spaanplaat		
Kan de borstel worden gerecycled na gebruik, in de huidige praktijk?	Ja, bij recycling worden de takken verhakseld en ingezet als compost of bodemverbeteraar. Kleine stalen onderdelen kunnen ook worden gerecycled	Momenteel is er geen recycling-mogelijkheid voor dit soort producten	Ja, tot compost of bodemverbeteraar. Kleine stalen onderdelen kunnen ook worden gerecycled
Kan het product worden gerecycled na gebruik, in theorie?	Ja (zie regel hierboven)	In de toekomst wordt chemische recycling misschien een optie	Ja (zie regel hierboven)

Circulariteit van de inzamelzakken

In Tabel 10 wordt op een rij gezet in hoeverre de inzamelzakken al geschikt zijn voor gebruik in een circulaire economie en of de zakken in theorie geschikt kunnen worden.

Tabel 10 - Geschiktheid gebruik van de inzamelzak in een circulaire economie

	LDPE (huidig)	Biobased LDPE	Gerecycled LDPE	Papier (gecoat)	Non-woven PP
Gebruikt het product fossiele grondstoffen?	Ja	nee	nee	Ja: de coating	Ja: PP en mogelijk het materiaal voor de ring
Zo ja: zijn er mogelijkheden om dit te veranderen?	Biobased of gerecycled LDPE gebruiken	N.v.t.	N.v.t.	Wellicht is biobased coating mogelijk?	Wellicht kan gerecycled of biobased PP gebruikt worden als basis-materiaal
Wordt productie volledig met hernieuwbare energie gedaan?	Nee (petrochemie)	Hoogstwaarschijnlijk niet	Hoogstwaarschijnlijk niet	Hoogstwaarschijnlijk niet	Nee (petrochemie)
Wordt transport volledig met hernieuwbare energie gedaan?	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
Wordt de zak in de huidige praktijk hergebruikt?	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Kan de zak worden hergebruikt, in theorie?	Mits herontwerp	Mits herontwerp	Mits herontwerp	Niet aannemelijk (vochtgevoelig)	Ja
Kan het product worden gerecycled na gebruik, in theorie?	Ja, maar downcycling ¹² ligt op de loer	Ja, maar downcycling ligt op de loer	Ja, maar downcycling ligt op de loer	Nee, de coating werkt recycling tegen	Ja, maar downcycling ligt op de loer

Wat heeft nu de voorkeur?

Het beste is een product/materiaal dat:

- niet van fossiele oorsprong is;
- geproduceerd en vervoerd is met hernieuwbare energie;
- zo vaak mogelijk kan worden hergebruikt, liefst in dezelfde functie;
- weer kan worden gerecycled na gebruik, liefst tot dezelfde kwaliteit materiaal.

Geen van de productvarianten voldoet daar momenteel aan, maar er zijn zeker mogelijkheden om een circulair product in de toekomst te realiseren.

Duurzaam transport en duurzame productie zijn nog geen realiteit, maar dit ligt niet in de directe invloedssfeer van de gemeente. Bij de inkoop zou de gemeente wel eisen of gunningscriteria kunnen

¹² De term downcycling wordt gebruikt wanneer afgedankte producten worden gerecycled, maar niet tot hetzelfde type materiaal maar tot een minder waardevol materiaal. Voorbeelden van downcycling zijn de productie van bermpaaltjes gemaakt van gemengde kunststoffen, of het versnipperen van houten producten om deze in te zetten voor het bedekken van paden. Downcycling vindt plaats als de technische eigenschappen van het materiaal achteruit gaan door het recycling-proces.

opstellen. Bijvoorbeeld: een gunningscriterium voor opwekking van duurzame energie op eigen productielocatie; of het opstellen van een actieplan voor verduurzaming van het wagenpark, met bij gunning een inspanningsverplichting om dit ook daadwerkelijk te realiseren.

Bezems

De bezems van berkenrijs en stro zijn qua materialen al bijna volledig biobased. Wat dat betreft hebben ze een voorsprong op de kunststof bezem. Om de berkenrijs- en strobezem geschikt te krijgen¹³ voor de circulaire economie, is nog nodig:

- een strategie voor hergebruik van de steel;
- een strategie voor reparatie van kapotte delen van de borstel, indien mogelijk;
- een strategie voor recycling van de borstelmaterialen, steel en kleine (stalen) onderdelen.

Om de kunststof bezem geschikt te krijgen is het daarnaast noodzakelijk om deze niet uit virgin-kunststof te produceren, dus uit biobased kunststof of uit gerecycled kunststof. Hier zou een pro-ducant voor gevonden moeten worden. Wij vermoeden dat dit lastig is, omdat momenteel leveringszekerheid van biobased en gerecycled PP een struikelblok is. Waarschijnlijk is er voor producenten van bezems nog niet genoeg materiaal (biobased of r-PP van de benodigde kwaliteit) op de markt om een stabiele businesscase op te zetten.

Een ander lastig punt bij een kunststof bezem is recycling van de borstel. De opbouw van de borstel – de borstel is gemaakt van dunne kunststof sprietjes, vastgezet in een massieve kunststof kop – bemoeilijkt de recycling. Recycling is gebaat bij een zo homogeen mogelijke vorm van het product. Bij recycling van kunststof moet het product worden versnipperd; dit is lastig bij zowel de borstel als de kop. Ook vervuiling van de borstel zal recycling bemoeilijken. Vervuiling met modder e.d. is geen punt bij recycling van hout/stro tot compost.

Inzamelzakken

Er is momenteel nog geen geschikte circulaire inzamelzak.

Papier is een biobased product en kan gerecycled worden, maar er is een stevige coating nodig wil papier geschikt zijn als materiaal voor de inzamelzak. Die coating gooit roet in het eten zowel qua fossiel materiaalgebruik als qua recyclemogelijkheden. Hierdoor valt een papieren zak af als optie in een circulaire economie. Dit zien we vaker: laminaten en composieten kunnen zeer functioneel zijn, maar ze vormen een probleem in een circulaire economie.

De LDPE en non-woven PP-zakken zijn nog niet geschikt als circulair product omdat ze op fossiele basis zijn. Deze zouden van gerecycled kunststof of biobased kunststof moeten worden gemaakt om in aanmerking te komen. Voor de non-woven zak is al een ontwerp gemaakt dat hergebruik mogelijk maakt. Of er dan (biobased of gerecycled) PP of LDPE wordt gebruikt maakt niet veel uit. Mogelijk is LDPE iets gunstiger, momenteel, omdat er al recyclebedrijven zijn die LDPE-zakken recycleren.

Mogelijk kunnen katoen of jute nog worden overwogen als materiaal, maar we kunnen ons voorstellen dat deze afvallen omdat ze niet waterdicht zijn.

Tot slot: let bij het ontwerp voor hergebruik van de zakken ook op de extra benodigde onderdelen, zoals de ring. Zorg dat ook deze herbruikbaar en uiteindelijk recyclebaar zijn.

¹³ Qua materiaalgebruik. Transport en productie liggen verder af van de invloedssfeer van de gemeente en zijn geen verantwoordelijkheid van de gemeente.

4.3 Biobased materialen: aspecten gerelateerd aan landgebruik

Een oplossing voor vervanging van virgin kunststoffen – gezien vanuit het principe van een circulaire economie – is om de kunststoffen te produceren uit biomassa. Ook de fossiele (transport)brandstoffen zullen in een circulaire economie in toenemende mate biobased worden, of er zal moeten worden omgeschakeld naar andere vormen van transport (elektrisch, brandstofcel). Het toenemende gebruik van biomassa – de biobased economy – legt meer en meer druk op de (wereldwijd beperkte) hoeveelheid vruchtbaar land.

In Tabel 11 staan vijf voornaamste problemen genoemd, die gerelateerd zijn aan verkeerd landgebruik. Bij daadwerkelijk duurzame productie wordt ervoor gezorgd dat deze problemen niet plaatsvinden bij de teelt van biomassa. Onder de tabel lichten we de problemen toe en beschrijven we hoe ze voorkomen kunnen worden.

Tabel 11 – Voornaamste problemen die gerelateerd zijn aan verkeerd landgebruik

Mogelijk probleem (dat voorkomen dient te worden)	Hout voor bezemsteel, papier en berkenrijs (takken)	Sorghum stro	Grondstof voor biobased kunststoffen
Ontbossing door illegale houtkap	x		
Ontbossing door ontginning van landbouwgrond (uitbreiding)		x	x
Concurrentie met voedselgewas			x
Afname van de biodiversiteit door monocultuur en overmatig gebruik van toevoegingen zoals kunstmest en pesticiden		x	x

Ontbossing door illegale houtkap

Ontbossing heeft twee grote gevolgen: afname van de biodiversiteit en afname van de hoeveelheid opgeslagen koolstof (C) in de bomen, planten en de bodem. De gemeente kan dit vermijden door te zorgen dat de producten gemaakt van hout(vezel) het FSC- of PEFC-keurmerk dragen. Dit kan worden nagevraagd bij de leveranciers.

Ontbossing door ontginning van landbouwgrond

Door groeiende vraag naar biobased materiaal groeit ook de benodigde hoeveelheid landbouwgrond (tenzij efficiënter kan worden geproduceerd). Het gevaar bestaat dat daarvoor (oer)bos wordt gekapt of natuur die rijk is aan biodiversiteit wordt ontgonnen. Hierdoor neemt de biodiversiteit af en ook de hoeveelheid opgeslagen koolstof (C) in planten, bomen en bodem. Dit heet directe landgebruiksverandering.

De gemeente kan hier niet direct iets aan doen, maar wel vragen naar een verklaring dat er geen boskap plaats heeft gevonden om de teelt mogelijk te maken. In het rapport 'Bioplastics in a circular economy', dat uitkwam in september 2017, geeft CE Delft aan dat er duurzaamheidscriteria en certificering voor biobased kunststoffen zouden moeten komen. In de toekomst zou de gemeente bij keurmerken aan kunnen sluiten. Zie voor het rapport (vooral Hoofdstuk 5) en uitgebreide informatie: (CE Delft, 2017), (Greendeals, 2015). www.ce.nl/publicatie/biobased_plastics_in_a_circular_economy/2021
www.greendeals.nl/wp-content/uploads/2015/06/Green-Certificates-ENG1.pdf



Concurrentie met voedselgewas

Dit speelt vooral bij teelt van gewassen voor biobased kunststoffen. Er kan op twee manieren concurrentie met voedselproductie ontstaan:

- directe concurrentie: als de biobased kunststof wordt geproduceerd uit een gewas dat ook een voedselgewas is;
- indirecte concurrentie: het land dat wordt gebruikt voor de teelt van gewassen voor biobased kunststoffen kan niet gebruikt worden voor teelt van voedselgewassen.

Er moet uiteraard voor worden gezorgd dat er geen voedseltekorten ontstaan door de groeiende vraag naar biobased kunststoffen. De gemeente kan daar zelf niet direct iets aan doen, maar wel zijn er tips voor keuze van het type biobased kunststof.

Bio-PE en Bio-PET komen het meest positief uit de vergelijking tussen diverse biobased kunststoffen.

Biobased kunststoffen kunnen worden gemaakt van suikers, zetmeel, plantaardige oliën en cellulose. In het rapport van CE Delft wordt aangegeven dat het maken van biobased kunststoffen uit suikers en cellulose (landbouwafval) milieukundig het meest gunstig is. Bij productie uit zetmeel (uit maïs of aardappelen) speelt een directe concurrentie met voedselgewas. Bij suiker is dit ook zo, maar de productie van suikergewassen is zeer efficiënt. Het heeft de voorkeur boven productie uit (bijvoorbeeld) koolzaadolie, wat een relatief inefficiënte productie is (weinig olieopbrengst voor veel landbouwgrond).

Concurrentie met voedselgewas speelt geen rol van belang bij sorghum, omdat het stro een rest-product is (het niet-eetbare deel van het gewas), terwijl tegelijkertijd het eetbare graan wordt geproduceerd.

Afname van de biodiversiteit door monocultuur en overmatig gebruik van toevoegingen zoals kunstmest en pesticiden

De productie van kunstmest kost energie, met name de stikstofkunstmest die wordt geproduceerd uit aardgas. Overmatig gebruik van pesticiden zorgt voor biodiversiteitsschade. Dit zijn twee belangrijke niet-duurzame aspecten van huidige productie van landbouwgewassen. Ze komen vooral voor bij monocultuur-productie, waarbij de opbrengst per hectare wordt gemaximaliseerd met veel input van kunstmest en pesticiden.

Een mogelijkheid om dit te voorkomen of verminderen is te kiezen voor biologische productie van gewassen. Bij biologische productie (*organic*) mag geen kunstmest worden gebruikt en zijn er restricties voor het gebruik van type pesticiden. Wel kan er een wisselwerking zijn met de opbrengst: die kan wat lager uitvallen per hectare.

4.4 Microplastics

Tijdens gebruik van de bezem breken er stukjes van de borstel af, van welk materiaal de borstel ook gemaakt is. Als deze stukjes biologisch afbreekbaar zijn is dat geen probleem, maar kleine kunststof deeltjes zijn niet afbreekbaar en hopen zich op in het ecosysteem. De laatste jaren groeit de aandacht voor deze microplastics. In metingen wordt geconstateerd dat er zich kunststof deeltjes bevinden in oppervlaktewater, bodem, sedimenten en zeewater (Browne, et al., 2011), (IVM, 2013), (STOWA, 2014). Ook is geconstateerd dat organismen in het water microplastics binnenkrijgen (IVM, 2013). Echter, het is niet bewezen dat microplastics een ecologisch probleem vormen voor de biodiversiteit. Met andere woorden: het is niet bewezen dat dieren overlijden door inname van microplastics. Mochten mensen microplastics binnenkrijgen, dan wordt het via de maag en ontlasting weer uitgescheiden.



Hoewel de daadwerkelijke omvang van het probleem niet bekend is, vinden experts wel dat verspreiding van microplastics in ecosystemen het best voorkomen kan worden.

Daardoor hebben bezems gemaakt van materiaal dat biologisch afbreekbaar is de voorkeur boven niet-afbreekbare materialen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Milieukundig beste optie bezems

Onze aanbeveling voor selectie van een bezem aandacht voor de milieu-impact, komt voort uit:

1. De quickscan-resultaten van de klimaatimpact.
2. De geschiktheid voor gebruik in een circulaire economie (de mogelijkheden tot verdere verduurzaming van de variant).
3. Overige milieurelevante aspecten.

Als gekeken wordt naar de klimaatimpact van 1 bezem, ongeacht de levensduur, dan is de beste keuze voor een bestaand product de bezem van sorghumstro. De huidige bezem uit berkenrijs uit Roemenië scoort voornamelijk minder goed vanwege het transport; qua productie is deze prima. Als er een producent kan worden gevonden van berkenrijsbezems in Nederland (met Nederlands berkenrijs en de steel van EU hout), dan heeft deze variant de voorkeur.

Zoals besproken is de gebruiksduur van de verschillende bezems een kritiek punt. Als de berkenrijs-bezem inderdaad maar twee uur meegaat dan is het waarschijnlijk dat een kunststof bezem beter scoort (mits de kunststof bezem minimaal 10 uur meegaat). Het is daarom belangrijk om in de praktijk te testen wat de levensduur van alle alternatieven is (en, voor zo ver nog niet getest, of de bezems geschikt zijn voor straatreiniging).

De volgende aanbevelingen kunnen bijdragen aan het beperken van de milieu-impacts van het gebruik van bezems door Stadsbeheer:

- Probeer de gebruiksduur van een bezem zo lang mogelijk te maken, bijvoorbeeld door deze goed voor te bereiden op het werk en te zorgen dat het personeel weet hoe om te gaan met de bezems zodat zij langer meegaan.
- Meet de gemiddelde gebruiksduur van alternatieve bezems in de praktijk.
- Zet in op hergebruik van de bezemsteel.
- Probeer kapotte bezems zoveel mogelijk te repareren. Als ze toch afgedankt moeten worden, zorg dan voor zoveel mogelijk recycling van de materialen, liefst tot een toepassing waarin ze daarna weer kunnen worden gerecycled. Dit heet cascadering.
- Biobased materialen scoren doorgaans beter dan kunststoffen op klimaatimpact.
- Resthout (takken) en restproducten van de landbouw (sorghum stro) hebben een lage milieu-impact. Het nuttig toepassen van reststromen in producten is milieukundig aan te raden.
- Gebruik FSC- of PEFC-gecertificeerd hout (navragen bij leverancier). Dit is vooral relevant voor de steel.
- Wegtransport kan een belangrijke bijdrage leveren aan de klimaatimpact van biobased bezems, die van zichzelf een lage klimaatimpact hebben. Dus is het goed om te proberen bezems in te kopen die dichtbij geproduceerd worden. Er kan door Stadsbeheer gekeken worden of in Nederland ook bezems gemaakt worden van andere biobased materialen, zoals snoeihout van knotwilgen.



5.2 Milieukundig beste keus inzamelzakken

Onze aanbeveling voor de milieukundig beste keuze komt voort uit (in volgorde):

1. De quickscan-resultaten.
2. De geschiktheid voor gebruik in een circulaire economie (de mogelijkheden tot verdere verduurzaming van de variant).
3. Overige milieurelevante aspecten.

Hergebruik van zakken leidt tot het beste milieukundige resultaat. Omdat de non-woven zakken van PP¹⁴ (of een ander type kunststof) worden ontworpen op hergebruik, komen zij het best uit de vergelijking op klimaatimpact. De impact van (industriële) wassen van de zakken weegt op tegen de milieuwinst door hergebruik. Dit is zelfs het geval als we uitgaan van een worstcase scenario.

De overige zakken die zijn onderzocht, zijn geschikt voor eenmalig gebruik. Daardoor komen zij slechter uit de milieukundige vergelijking op klimaatimpact. Het is echter ook prima mogelijk om herbruikbare zakken van LDPE¹⁵ te maken; een (stevige) LDPE-zak zou ook kunnen werken. Qua klimaatimpact zal er vrijwel geen verschil zichtbaar zijn met de non-woven PP-zak. Beide typen zakken kunnen gerecycled worden; er wordt al PP en LDPE gerecycled, bijvoorbeeld door de bedrijven QCP en CEDO. Het is dus geen noodzaak om de zak uit non-woven PP te maken.

De zakken zijn nog niet geschikt voor gebruik in een circulaire economie. Daarvoor moet het materiaal biobased zijn, of van gerecycled kunststof. Gezien de toepassing (inzameling van zwerfvuil) is gerecycled materiaal een geschikte kandidaat. Er is een Nederlands bedrijf dat nu al vuilniszakken maakt van gerecycled LDPE (CEDO).

Een volledig circulaire economie is nog niet binnen handbereik. Daarvoor moet ook het volgende 'fossiel-vrij' worden:

- het wasproces van de zakken;
- de draagring die de inzamelzak openhoudt;
- transport;
- productie.

De gemeente heeft hier echter slechts indirect invloed op.

Voor Stadsbeheer leiden we de volgende aanbevelingen af:

- Probeer inzamelzakken zo vaak mogelijk te gebruiken. Hergebruik is belangrijker dan welk materiaal gebruikt wordt. Qua klimaatimpact wegen de voordelen van hergebruik ook op tegen de nadelen van het industrieel wassen van zakken.
- Als de non-woven PP-zak (een vorm van kunststof) maar 1x gebruikt kan worden dan scoort deze slechter dan de huidige kunststof LDPE-zakken, omdat hij zwaarder is. Bij hergebruik wordt dit juist het aantrekkelijkste alternatief.
- Biobased kunststof scoort beter op klimaatimpact dan gerecycled kunststof, en gerecycled kunststof scoort beter dan virgin kunststof. Bij biobased is het belangrijk dat de grondstoffen op een duurzame manier geteeld zijn, zodat bijvoorbeeld geen ontbossing plaatsvindt.
- Ondanks de lage klimaatimpact per kg, zijn papieren zakken geen goede kandidaat. Per zak hebben zij namelijk een hoog gewicht en zij kunnen slecht tegen vocht, wat hergebruik bemoeilijkt.

¹⁴ PP staat voor het kunststof polypropyleen.

¹⁵ LDPE staat voor het kunststof polyethyleen (PE), en preciezer: *low density* polyethyleen.



Bibliografie

- Browne, M. A. et al., 2011. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science and Technology*, 45(21), pp. 9175-9179.
- CE Delft, 2017. *Biobased Plastics in a Circular Economy : Policy suggestions for biobased and biobased biodegradable plastics*, Delft: CE Delft.
- CE Delft, 2017. *STREAM Goederenvervoer 2016, emissies van modaliteiten in het goederenvervoer*, Delft: CE Delft.
- Circle Economy, 2016. *Master Circular Business with the Value Hill*. [Online]
Available at: <https://www.circle-economy.com/master-circular-business-with-the-value-hill/#.Wia4W4uWyzm>
[Geopend 2017].
- Greendeals, 2015. *Green Certificates*. [Online]
Available at: <http://www.greendeals.nl/wp-content/uploads/2015/06/Green-Certificates-ENG1.pdf>
[Geopend 2017].
- IVM, 2013. *Microplastic survey of the Dutch environment - Novel data set of microplastics in North Sea sediments, treated wastewater effluents and marine biota*, Amsterdam: IVM Institute for Environmental Studies.
- LyondellBasell, 2012. *HDPE Barrier Laminating Films for Use in Flexible Packaging Structures, presentation by Scott Weber at the Tappi Place 2012 Conference, May 6-May 9*. [Online]
Available at: <https://www.lyondellbasell.com/globalassets/documents/polymers-technical-literature/tappi-hdpe-barrier-laminating-film-2012-complete-tappi-form-3-2012.pdf?id=14251>
[Geopend 2017].
- STOWA, 2014. *Microplastics in het zoetwater milieu : een inventarisatie van mogelijke risico's voor waterschappen*, sl: Deltares, Instituut voor Milieuvraagstukken, TU Delft.
- Tsiropoulos, I. et al., 2015. Life cycle impact assessment of bio-based plastics from sugarcane ethanol. *Journal of Cleaner Production*, 90(March), pp. 114-127.



A Bijlage

Details modellering

In Tabel 12 en Tabel 13 wordt weergegeven welke proceskaarten gebruikt zijn voor het modelleren van respectievelijk de bezems en afvalinzamelingszakken.

Tabel 12 - Gebruikte processen in modellering bezems

Fase	Proces	Gebruikte proceskaart
Bezemproductie	Staal	Sawnwood, beam, softwood, dried (u=10%), planed {RoW} planing, beam, softwood, u=10% Alloc Rec, S
	Berkenrijs	Bundle, energy wood, measured as dry mass {RoW} hardwood forestry, birch, sustainable forest management Alloc Rec, S
	Kunststof (granulaatproductie)	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U
	Kunststof (borstelproductie)	Extrusion, plastic pipes {RER} production Alloc Rec, U
Transport	Wegtransport	Modellering op basis van STREAM-onderzoek CE Delft (CE Delft, 2017)
	Zee-transport	
Verwerking na afdanking	Verbranding hout, berkenrijs en stro in AVI	Verbrandingsprocessen gemodelleerd door CE Delft op basis van Ecoinvent datasets van verbranden van hout/PP, de verbrandingswaarde van hout/PP en het gemiddelde thermisch en elektrisch rendement van Nederlandse AVIs
	Verbranding kunststof in AVI	

Tabel 13 - Gebruikte processen in modellering inzamelingszakken

Fase	Proces	Gebruikte proceskaart
Productie LDPE-zakken	Virgin LDPE	Polyethylene, low density, granulate {RER} production Alloc Rec, U
	Gerecycled LDPE	Recycled LDPE, uit LDPE verkregen via separaat ingezameld LDPE van bedrijven; Indicatie op basis van milieugegevens van verwerkprocessen van ingezameld kunststof (Bron: CE Delft - kunststofketenproject KIDV 2017)
	Biobased LDPE	Resultaten uit (Tsiropoulos, et al., 2015)
	Productie afvalzak	Extrusion, plastic film {RER} production Alloc Rec, U
Productie kraftpapier zakken	Papier	Kraft paper, unbleached {RER} production Alloc Rec, S
	Productie afvalzak	Energiegebruik voor productie gevouwen papieren/kartonnen producten uit eerder onderzoek door CE Delft (drukkerijen, 2017, vertrouwelijk)
	Aanbrengen LDPE-binnenlaag	Calendering, rigid sheets {RER} production Alloc Rec, U
	LDPE-binnenlaag	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U
Productie non-woven PP afvalzakken	Virgin PP	Polypropylene, granulate {RER} production Alloc Rec, U
	Vezelproductie	Extrusion, plastic pipes {RER} production Alloc Rec, U
	Thermisch binden vezels	Calendering, rigid sheets {RER} production Alloc Rec, U
Wassen	Wassen non-woven zakken	Modellering op basis van data aangeleverd door Federatie Textielbeheer Nederland (2016, vertrouwelijk)
Transport	Wegtransport	Modellering op basis van STREAM onderzoek CE Delft (CE Delft, 2017)
	Zee-transport	
Verwerking na afdanking	Verbranding LDPE in AVI	Verbrandingsprocessen gemodelleerd door CE Delft op basis van Ecoinvent datasets van verbranden van LDPE/PP/papier, de verbrandingswaarde van LDPE/PP/papier en het gemiddelde thermisch en elektrisch rendement van Nederlandse AVIs.
	Verbranding non-woven in AVI	
	Verbranding papier in AVI	