Methode voor vaststelling van emissiereductie CO_2-eq.

Type project:

CO_2-emissiereductie door recycling van gemengde harde kunststoffen

Datum: 12 mei 2023

Kenmerk: SNK-Harde-Kunststoffen-001

Status: Vastgesteld

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 2
Begrippenlijst 3
1. Inleiding 4
2. Beschrijving projecttype 4
3. Bepaling van additionaliteit van emissiereductie 7
3.1 Additionaliteit ten opzichte van vigerend beleid 7
3.2 Additionaliteit in termen van *common practice* 10
4. Projectgrens 12
4.1 Afbakening harde kunststoffen en recyclers 12
4.2 Afbakening berekening CO_2-equivalenten 13
5. Vaststelling van baseline 14
5.1 Baseline emissies verbranding en energieterugwinning uit kunststoffen 15
5.2 Baseline emissies productie primaire kunststoffen 18
6. Bepaling projectemissies 20
6.1 Aanvoer 21
6.2 Verwerking recycler 21
6.3 Verbranding en energieterugwinning proces- en sorteerafval 23
6.4 Totale project emissies 23
7. Bepaling emissiereductie 24
8. Plan voor monitoring en projectvoortgang 26
9. Risico's 31
Literatuurlijst 32
Bijlage 1: Businessmodel 35
Bijlage 2: Marktverkenning 36

Versie	Aanleiding	Datum
001	Vaststelling door bestuur	12 mei 2023

Begrippenlijst

Gezien het technische karakter van het recycleproces is onderstaande begrippenlijst toegevoegd. Deze begrippen zijn *cursief* gemarkeerd wanneer ze voor het eerst worden genoemd in dit document.

Begrip	Definitie
Afvalenergiecentrale (AEC)[1]	Centrale waarbij het afval van huishoudens en bedrijven wordt verbrand en de vrijgekomen energie gebruikt wordt voor het opwekken van elektriciteit en eventueel als warmte voor woningen en bedrijven.
Compounderen Regranuleren Regranulaat [2] [3] [4]	Maalgoed wordt tijdens het compoundeer-/regranuleerproces verwerkt tot regranulaat (plastic korrel) door middel van een extruder. In de extruder wordt het materiaal verwarmd en gefilterd. Daarnaast worden er additieven en kleurstoffen toegevoegd. Het granulaat wordt vervolgens geleverd aan plastic converters.
Malen	Het malen van geshredderde en gewassen kunststofstromen tot maalgoed.
Maalgoed [4]	Maalgoed (flakes) zijn gereinigde en vermalen schilfers van hoge kwaliteit.
Micronisaat	Maalgoed wat nogmaals is vermalen tot poeder.
Plastic converters [5]	Kunststofverwerkers die kunststofproducten vervaardigen voor een zeer breed scala aan industriële en consumentenmarkten. Plastic converters kunnen zowel primaire plastic grondstoffen als recyclaat (gerecycled materiaal) gebruiken. Deze grondstoffen worden als maalgoed,- korrel- of poedervorm (micronisaat) ingekocht en vervolgens vervaardigd tot producten door middel van bijvoorbeeld een spuitgiet- of extrusieproces.
Polymeren[6]	Plastics zijn polymeren: moleculen opgebouwd uit kleine moleculen, de monomeren. Er zijn zeven hoofdsoorten plastic, waarvan de eigenschappen afhankelijk zijn van de polymeerlengte.
Post-consumer [7]	Afval dat vrijkomt na gebruik van het product.
Post-industrial [8]	Afval dat vrijkomt tijdens een fabricageproces. Uitgesloten is hergebruik van afval dat is teruggewonnen binnen hetzelfde proces dat het heeft gegenereerd (zie definitie pre-consumer waste).

[1] https://www.joostdevree.nl/shtmls/afvalenergiecentrale.shtml#:~:text=Een%20afvalenergiecentrale%20is%20een%20centrale, (meestal%20via%20een%20warmtenet).

[2] http://werkboek.nrk.nl/bapps/imt/Processenbeschrijving-pre.asp?id=415&s=1&mo=6

[3] https://www.verlosdezee.nl/zeeland/info-over-granulaat/845/#:~:text=Granulaat%20is%20materiaal%20in%20korrelvorm,gewenste%20vorm%20gespoten%20of%20geperst.

[4] Bergsma, G., Bijleveld, M.M., Krutwagen, B.T.J.M. & Otten, M.B.J. (2011). LCA: recycling van kunststof verpakkingsafval uit huishoudens. CE Delft. Retrieved from: https://www.cedelft.eu/en/publications/download/1230

[5] NEW_InnoNet. (2020). Report summarising the analysis of the plastic packaging value chain. Retrieved from http://www.newinnonet.eu/downloads/D%202.4_RP_Report%20summarising%20the%20analysis%20of%20the%20plastic%20packaging%20value%20chain2.pdf

[6] https://www.hetkanmetkunststof.nl/wat-is-plastic/

[7] https://afvalonline.nl/artikel?id=7203

[8] https://www.linkedin.com/pulse/post-consumer-pre-consumer-post-industrial-waste-marcel-van-enckevort/

Pre-consumer [8]	Afval dat vrijkomt tijdens een fabricageproces en welke kunnen worden teruggewonnen binnen hetzelfde proces dat het heeft gegenereerd.
Recycler	Bedrijf dat zich toelegt op de sortering en recycling van afvalstromen die als secundaire grondstof weer wordt afgezet.
Shredderen	Het verkleinen van het materiaal tot stukken van maximaal 20 cm.
Sorteren	Het scheiden en sorteren van de kunststoffen op verschillende polymeren.
Wassen	Het reinigen en drogen van de geshredderde kunststofstromen met als doel het plastic afval te ontdoen van vervuiling.

1. Inleiding

Het niet recyclen van de afvalstroom gemengde harde kunststoffen zorgt voor een omvangrijke CO_2-emissie. Dit komt omdat deze afvalstroom wordt verbrand voor energieterugwinning in *afvalenergiecentrales*. Daarnaast gaat er door het verbrandingsproces een waardevolle plastic grondstoffenstroom verloren, waardoor nieuwe plastic opgewerkt moet worden uit ruwe olie. Dit proces is energie-intensief en zorgt voor een aanzienlijke CO_2-emissie. Recycling in plaats van verbranding van na gebruik afgedankte gemengde harde kunststoffen vermijdt een emissie van 2,86 - 3,05 kg CO_2-eq. per kg eindproduct (recyclaat maalgoed of micronisaat), afhankelijk van de oorsprong van het materiaal.[9]

Desondanks is er nog geen vigerend stimulerend beleid voor recycling van harde kunststoffen. Weliswaar wordt de inzameling, sortering en recycling van verpakkingen op grond van beleid gefinancierd door middel van verpakkingsbeheersystemen (producentenverantwoordelijkheid, met als doel om circulaire doelstellingen, zoals een 100% circulaire economie in 2050 te realiseren), maar harde kunststoffen vallen buiten dit systeem, waardoor er voor de recycling van deze afvalstroom geen geïnstrumenteerd beleid is en een groot deel van de afgedankte harde kunststoffen worden verbrand in plaats van gerecycled.

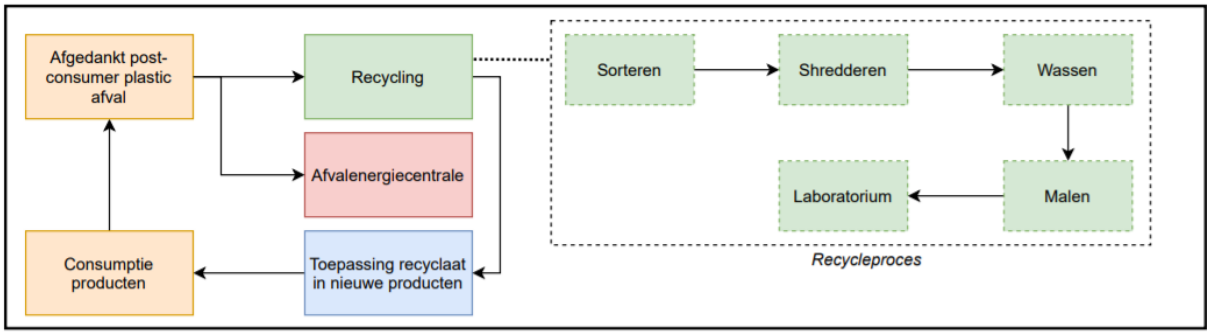
Koolstofcertificaten geven een goede impuls aan de recycling van harde kunststoffen. Het geeft recyclers namelijk extra financiële mogelijkheden om de concurrentie met afvalenergiecentrales aan te gaan en daarmee verbranding van recyclebare harde kunststoffen te voorkomen. Daarnaast bieden koolstofcertificaten mogelijkheden voor verdere investeringen om het recyclingpercentage te verhogen. Hiermee wordt bijgedragen aan het waarborgen van continuïteit en verdere investeringen in duurzame groei van de plastic recycling en een circulaire economie in Nederland en Europa.

2. Beschrijving projecttype

In het kort:
Harde kunststoffen worden na gebruik nog steeds op grote schaal verbrand in afvalenergiecentrales, met CO_2-emissie tot gevolg. In dit projecttype worden harde kunststoffen wel gerecycled, waardoor het als secundaire grondstof opnieuw kan worden toegepast in plastic producten en CO_2-emissie wordt vermeden.

[9] Voor dit methodedocument is door TNO een onderzoek uitgevoerd; naar dit onderzoek wordt in dit methodedocument verwezen; voor de hier genoemde gevallen staat de berekening in hoofdstuk 7 van dit methodedocument.

Producten gemaakt van harde kunststoffen, zoals emmers, kratten, buizen en tuinstoelen, worden op momenteel na gebruik (post-consumer) verbrand in afvalenergiecentrales. In dit projecttype daarentegen worden deze door gespecialiseerde recyclers verwerkt tot *maalgoed (flakes)* en als secundaire grondstof afgezet in de Europese plastic industrie. *Plastic converters* passen deze grondstof vervolgens toe in nieuwe plastic producten. Het recyclingproces van post-consumer harde kunststoffen bestaat uit een aantal stappen (Figuur 1). Eerst wordt het plastic afval *gesorteerd* in verschillende soorten, waarna het wordt verkleind door middel van een *shredder*. Vervolgens wordt het materiaal *gewassen* en *gemalen* tot 12 of 14 mm en tot slot getest in een laboratorium. Hierna kan het materiaal opnieuw worden toegepast in hoogwaardige applicaties (Figuur 2). Voor dit projecttype komen alleen in aanmerking de recyclers die de harde kunststoffen zelf recyclen en afzetten in de plasticindustrie (dit wordt toegelicht in hoofdstuk 4).

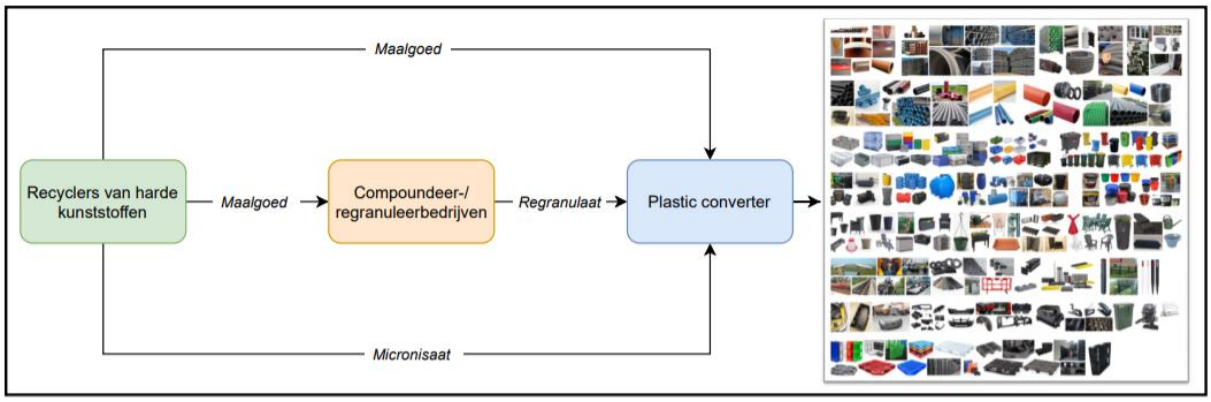


Figuur 1. : De verwerking van post-consumer harde kunststoffen

Recyclers van harde kunststoffen verwerken verschillende inputstromen. Ten eerste leveren producenten van nieuwe plastic producten productieafval aan, bijvoorbeeld afkeur uit het productieproces. Deze afvalstroom bestaat vaak uit één type plastic product (monostroom), zoals een kozijnenproducent die afgekeurde PVC-kozijnen voor recycling aanbiedt. Deze afvalstroom wordt ook wel *post-industrial* afval genoemd, of *pre-consumer* wanneer een producent het afval zelf recyclet voor hergebruik in hetzelfde proces. Er zijn veel recyclers die deze post-industrial en pre-consumer mono-stromen kunnen verwerken omdat er geen intensief sorteerproces is vereist. De monostromen zijn immers al voorgesorteerd en kunnen direct in de productielijn worden verwerkt. Daarnaast verwerken recyclers post-consumer gemengde harde kunststoffen. Deze afvalstroom kan bijvoorbeeld afkomstig zijn van gemeentelijke milieustraten, bouw- en sloopsorteerders of aannemers en is veel complexer om te recyclen omdat het nog gesorteerd moet worden. Gezien de complexiteit is de recycling van *post-consumer gemengde harde kunststoffen* de focus van dit projecttype (zie ook hoofdstuk 4).

Gemengde harde kunststoffen worden op dit moment op twee manieren ingezameld. Ten eerste hebben burgers de mogelijkheid om op een gemeentelijke milieustraat de harde kunststoffen in te leveren. Daarnaast komen er veel harde kunststoffen vrij uit bouw- en sloopafval. Dit materiaal wordt vaak gezamenlijk met andere soorten afval (bijvoorbeeld hout, restafval, puin) ingezameld door afvalverwerkers middels een container op een bouw- of renovatieproject. Dit materiaal wordt vervolgens door een bouw- en sloopsorteerder gesorteerd waarbij onder andere de harde kunststoffen apart worden gescheiden. De bouw- en sloopsorteerder brengt vervolgens de gescheiden harde kunststoffen naar een recycler. De aangeleverde harde kunststoffen worden door zowel gemeentelijke milieustraten als bouw- en sloopsorteerders aangeleverd als een mix. Dat wil zeggen: de samenstelling bestaat nog steeds uit allerlei verschillende soorten *polymeren*. Om deze reden wordt deze stroom ook wel gemengde harde kunststoffen genoemd (hierna: 'harde kunststoffen').

Zoals Figuur 2 laat zien zijn er binnen de plasticindustrie verschillende afzetmogelijkheden voor het recyclaat. Ten eerste wordt er geleverd aan *compoundeer-/regranuleerbedrijven* die het maalgoed omsmelten tot *regranulaat*, waarbij additieven en kleurstoffen worden toegevoegd op basis van specificaties van plastic converters. Ten tweede wordt er materiaal afgezet aan plastic converters die maalgoed rechtstreeks toepassen in nieuwe plastic producten zoals transportpallets. Tot slot gebruiken buizenproducenten *micronisaat* (maalgoed vermalen tot poeder) als grondstof voor nieuwe buizen.



Figuur 2. recyclaat wordt als vervanging van primair plastic toegepast in hoogwaardige applicaties

Zoals Figuur 1 laat zien is er naast recycling nog steeds de mogelijkheid om harde kunststoffen te verbranden in afvalenergiecentrales. Van deze optie wordt in Nederland grootschalig gebruik gemaakt. Uit een recent rapport van CE Delft komt bijvoorbeeld naar voren dat in 2017 minimaal 580.000 ton plastic (hard en niet-harde kunststoffen) in Nederland werd verbrand.[10] Ondanks dat in afvalenergiecentrales energie wordt opgewekt (en daarmee gebruik van fossiele brandstof voor energieopwekking voorkomt), komt bij dit verbrandingsproces nog steeds veel CO_2-emissie vrij. Ook gaat er een waardevolle grondstofstroom verloren die vervangen moet worden door nieuwe primaire plastic grondstoffen. Bij de productie van een ton primair plastic wordt 2,5 ton CO_2 uitgestoten en bij verbranding ervan nog eens 2,7 ton.[11] De werkelijke CO_2-emissie hangt af van het type plastic polymeer en dit wordt nader toegelicht in de hoofdstukken 5, 6 en 7 (o.b.v. onderzoek door TNO uitgevoerd voor dit methodedocument).

[10] Snijder, L., & Nusselder, S. (2019). Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland. CE Delft. Retrieved from https://www.ce.nl/publicaties/download/2736

[11] European Environment Agency. (2020). Towards Zero Pollution in Europe. Retrieved from https://www.eea.europa.eu/publications /signals-2020#:~:text=Moving%20towards%20zero%20pollution %20in,zero%2Dpollution%20ambition%20for%20Europe.&text= European%20Green%20Deal%3F ,EEA%20Signals%202020%20looks%20at%20pollution%20through%20different%20lenses%20 related,Agency's%20work%20and%20EU%20legislation.

3. Bepaling van additionaliteit van emissiereductie

In het kort:
Er is geen ketenbeleid in Nederland voor de recycling van harde kunststoffen, met als gevolg dat:

- een groot deel van de harde kunststoffen niet apart wordt ingezameld maar verbrand,
- er geen zicht is op de recycling van het materiaal dat wél wordt ingezameld, waardoor export en verbranding nog steeds tot de mogelijkheden behoort, en
- de inzameling, sortering en recycling niet wordt gefinancierd door producenten waardoor concurrentie met afvalenergiecentrales (input) en recyclers van verpakkingen (output) wordt bemoeilijkt.

Voor harde kunststoffen uit bouw-, sloop- en KWD-afval (kantoor-, werken- en dienstenafval) is er überhaupt geen beleid.

Tot slot is er geen sprake van gangbare praktijk (common practice), aangezien slechts 18% van de harde kunststoffen worden gerecycled.

3.1 Additionaliteit ten opzichte van vigerend beleid

Het vitale belang van recycling wordt erkend op nationaal en Europees niveau. In het Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050 staan doelen voor circulariteit zoals 50% reductie van primair materiaalgebruik in 2030 en een 100% circulaire economie in 2050.[12] [13] Eén van de belangrijkste redenen voor het stimuleren van een circulaire economie is de impact ervan op de CO_2-emissie en daarmee het halen van de klimaatdoelen uit het Parijs-Akkoord.[14]

Desondanks worden er nog steeds veel harde kunststoffen verbrand. Zo blijkt dat gemeenten in 30% van de onderzochte milieustraten geen mogelijkheid aanbieden om harde kunststoffen apart in te zamelen voor recycling, ondanks dat artikel 3.115 van de Activiteitenregeling Milieubeheer voorschrijft dat hiervoor voorzieningen aanwezig moeten zijn.[15] [16] De oorzaak is dat het financieel niet aantrekkelijk is om deze separate voorziening aan te bieden.[17] Gemeenten hebben wel de mogelijkheid om harde kunststoffen in een milieustraat gezamenlijk met andere stromen bij het grof huishoudelijk restafval in te zamelen voor nascheiding, mits er geen sprake is van kwaliteitsverlies ten opzichte van scheiding

[12] https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050
[13] Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat. (2016). Nederland Circulair in 2050; Rijks breed programma Circulaire Economie. Retrieved from https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050#:~:text=In%20het%20Rijksbrede%20programma%20Nederland,en%20diensten%20om%20te%20gaan.
[14] https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement
[15] https://wetten.overheid.nl/BWBR0022830/2020-07-08
[16] Inspectie leefomgeving en transport & Ministerie van infrastructuur en Waterstaat. (2014). Scheiding afvalstromen, scheiden van 18 stromen grof huishoudelijk afval op gemeentelijke milieustraten. Retrieved from https://docplayer.nl/9015919-Scheiding-afvalstromen.html
[17] Royal Haskoning. (2017). Status inzameling grof huishoudelijk afval op milieustraten. Retrieved from: https://zoek.officiele bekendmakingen.nl/blg-828589.pdf

aan de bron.[17] Ondanks dat nascheiding van harde kunststoffen technisch mogelijk is (alleen in een zeer moderne sorteerinstallatie),[17] wordt in 43% van de onderzochte milieustraten het restafval zo geperst, en daardoor versnipperd, dat recycling nauwelijks nog mogelijk is.[16] Daarnaast zijn er ook gemeenten zonder milieustraat.[18] De verplichting in de Activiteitenregeling Milieubeheer wordt dus niet gehandhaafd met als gevolg dat er jaarlijks minstens 41% van de 40.000 ton vrijgekomen harde kunststoffen uit huishoudelijk afval niet apart wordt ingezameld en verloren gaat in afvalenergiecentrales.[10] [17] Voor harde kunststoffen uit bouw- en sloop, en KWD-afval (kantoor-, werken- en dienstenafval) is er helemaal geen beleid. Hierdoor worden er geen harde kunststoffen uit KWD-afval gerecycled en gaat minstens 75% van de harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval naar afvalenergiecentrales. [10] [19] [20]

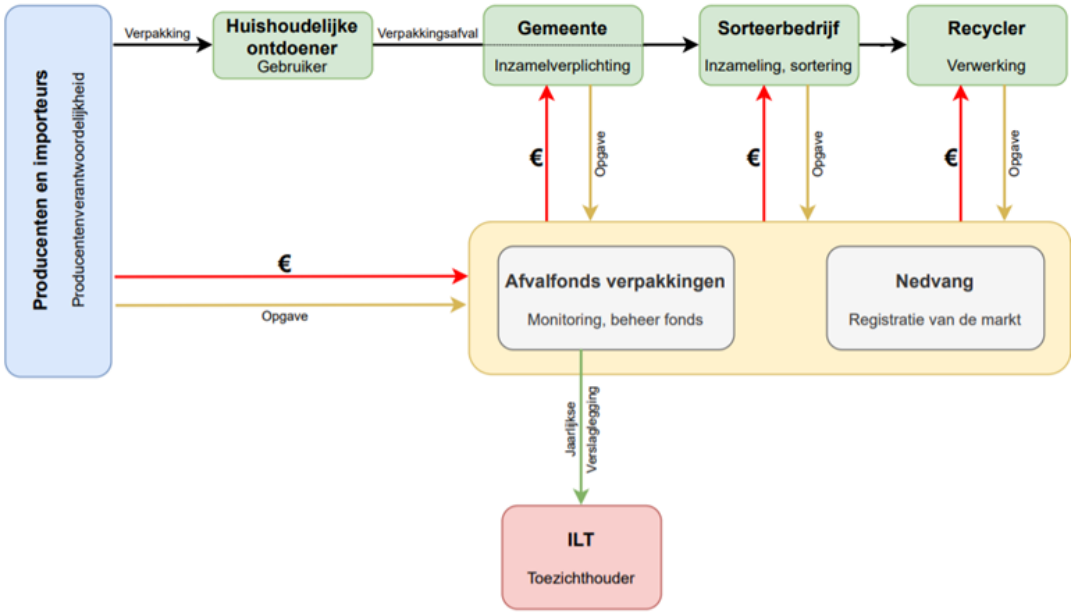
Hoewel artikel 3.115 van de Activiteitenregeling Milieubeheer op het eerste gezicht wel duidt op vigerend beleid voor gemeentelijke milieustraten, is, zoals hierboven beschreven, een inzamelverplichting pas effectief is in combinatie met ketenbeleid. Door het gebrek hieraan wordt er veel materiaal niet ingezameld, zoals reeds beschreven. Daarnaast wordt de recycling van wel ingezamelde harde kunststoffen overgelaten aan de markt met een onduidelijk financieel perspectief waarbij er weinig zicht is op de verdere recyclingroute.[10] Hierdoor kan die markt nog steeds terugvallen op export en verbranding.[21] [22] Ketenbeleid is door de overheid wel goed georganiseerd voor de recycling van verpakkingen (zie kader 1).

Kader 1: Hoe werkt producentenverantwoordelijkheid voor verpakkingen in Nederland? [26]

De beleidsfocus op plastic verpakkingen kent zijn oorsprong in de Richtlijn 94/62/EG en de richtlijn (EU) 2018/852 van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie, waarin de regels van de EU met betrekking tot het beheer van verpakkingen en verpakkingsafval zijn vastgesteld. [23] [24] [25] Europese lidstaten moeten op basis van deze richtlijnen maatregelen nemen, zoals regelingen en programma's die recycling van verpakkingen stimuleren om daarmee het negatieve effect van verpakkingen op het milieu te reduceren.[23] Eén van deze regelingen is een verplichting voor alle Europese lidstaten om vóór 2025 producentenverantwoordelijkheid voor verpakkingen te implementeren.[25] Hierin wordt niet alleen voorzien dat verpakkingen worden ingezameld, maar ook dat het ingezamelde materiaal daadwerkelijk wordt getransporteerd naar recyclers met als doel de verpakkingen opnieuw om te zetten naar grondstoffen.[23] De Nederlandse overheid heeft deze Europese richtlijnen vertaald naar Nationale wetgeving in het Besluit beheer verpakkingen 2014, waar onder andere ook producentenverantwoordelijkheid is ingericht.[26] [27] Dit systeem wordt in de volgende alinea en figuur 3 nader toegelicht.

[18] https://www.regiocontainer.nl/tarieven-milieustraat-2018
[19] Berenschot. (2011). Onderzoek kunststof afdankstromen in Nederland. Retrieved from: https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/ Onderzoek%20kunststof%20afdankstromen%20in%20Nederland%20-%20december%202011.pdf
[20] Plastics Europe & NRK. (2018). Een nieuwe kijk op kunststof en rubber. Feiten & Cijfers, Retrieved from: https://www.kunststofoveral.nl/ uploads/moxiemanager/papers_rethink/Thema-paper-Een_nieuwe_kijk_op_kunststof.pdf
[21] https://pointer.kro-ncrv.nl/waarom-we-tonnen-plastic-afval-naar-het-buitenland-sturen
[22] https://www.trouw.nl/buitenland/interpol-criminelen-misbruiken-crisis-in-verwerking-plasticafval~b4fd9745e/
[23] https://www.korrel.nl/eu-richtlijn-94-62/
[24] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062&from=EN
[25] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0852&from=NL
[26] https://www.umpverpakkingen.nl/algemeen
[27] https://wetten.overheid.nl/BWBR0035711/2020-07-01

Producenten en importeurs brengen in Nederland producten en verpakkingen op de markt. Hiervoor doen zij opgave aan het Afvalfonds Verpakkingen en wordt er een afvalbeheersbijdrage betaald.[28] Na consumentengebruik ontstaat er verpakkingsafval, waarvan de gemeente in verband met de Wet Milieubeheer een inzamelverplichting heeft. Naast de inzameling regisseert de gemeente ook de verwerking en recycling van het verpakkingsafval waarvoor het erkende afvalverwerkers/sorteerders contracteert. Het ingezamelde verpakkingsafval wordt vervolgens gerapporteerd aan Nedvang. Het sorteerbedrijf sorteert na inzameling het verpakkingsafval en voert deze af naar een recycler voor verdere recycling. Zowel de recycler als het sorteerbedrijf rapporteren de gewichten aan Nedvang. Nadat Nedvang de opgaven van zowel de gemeenten, sorteerbedrijven en recyclers heeft goedgekeurd wordt de hoogte van de vergoeding bepaald en betaalt het Afvalfonds Verpakkingen de vergoedingen uit. Tot slot zorgt het Afvalfonds Verpakkingen voor een jaarlijkse verslaglegging aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. *Figuur 3* toont dit ketenbeleid.



Figuur 3. Schematische weergave van het producentenverantwoordelijkheidssysteem[26]

Waar bij harde kunststoffen het vigerende beleid slechts is ingericht tot en met de inzamelverplichting van gemeenten, laat kader 1 zien dat er voor plastic verpakkingen een ketenbeleid is ingericht om gemeenten te stimuleren (d.m.v. een vergoeding) om de inzamelverplichting na te komen. Daarnaast wordt door middel van dit systeem al het ingezamelde materiaal naar recyclers afgezet waarbij er transparantie en duidelijkheid is over de hoeveelheden en de recycling van het ingezamelde materiaal (d.m.v. opgaves, monitoring en een toezichthouder), waardoor export en verbranding wordt voorkomen. Daarnaast wordt de inzameling, sortering en recycling van plastic verpakkingen met dit ketenbeleid gefinancierd door producenten. Recyclers van harde kunststoffen missen deze financieringsstroom met als gevolg dat er een concurrentienadeel ontstaat met recyclers van plastic verpakkingen. Deze zetten immers het recyclaat af in dezelfde markt als het recyclaat van harde kunststoffen. Bovendien missen recyclers van harde kunststoffen hierdoor een extra financiële mogelijkheid om de concurrentie met afvalenergiecentrales aan te gaan voor input materiaal (zie businessmodel in bijlage 1). Koolstofcertificaten geven daarom een goede impuls aan de recycling van

[28] https://afvalfondsverpakkingen.nl/verpakkingen/alle-tarieven

harde kunststoffen, waardoor er wordt bijgedragen aan het waarborgen van continuïteit, verdere groei van de plastic recycling en daarmee de realisatie van circulaire doelstellingen.

Geconcludeerd kan worden dat voor recycling van harde kunststoffen (per 2023) er geen geïnstrumenteerd beleid is (door het ontbreken van ketenbeleid) voor projecten gericht op recycling van harde kunststoffen.

3.2 Additionaliteit in termen van *common practice*

In het kort:
De common practice toets (additioneel tot 20% marktpenetratie) kan om praktische redenen niet worden toegepast bij recyclers van harde kunststoffen. De reden hiervoor is dat het een markt betreft met slechts enkele bedrijven en een beperkt aantal installaties. Het huidige recyclepercentage van 18% is geen teken van een uitontwikkelde marktrijpe technologie maar van het ontbreken van ketenbeleid. De maximale grens voor de bepaling van common practice ligt op 36% marktaandeel.

De SNK-regel over additionaliteit bepaalt dat er naast de toets op additionaliteit ten opzichte van vigerend beleid (zie vorige paragraaf), ook moet worden gekeken of de toegepaste techniek mogelijk al gangbaar is (*common practice*).[29] Wordt een techniek al in meer dan 20% van de markt toegepast dan vervalt de mogelijkheid om certificaten te krijgen. Zoals de marktverkenning in bijlage 2 laat zien wordt er door gebrekkig ketenbeleid op dit moment 18% van de hoeveelheid vrijkomende harde kunststoffen daadwerkelijk gerecycled (23 van in totaal 129 kton). Hoewel dit percentage lager is dan de common practice toets, is er nog slechts 2% ruimte voordat de 20% grens wordt overschreden. De recycling van harde kunststoffen vormt echter een aparte categorie waardoor de toets *common practice* niet kan worden toegepast.

In de praktijk blijkt namelijk dat de toets *common practice* een zinvolle benadering is wanneer de techniek in heel veel situaties en plekken kan worden toegepast, dus wanneer het om grote aantallen gaat waarin concurrentie tot innovatie leidt en een betere rentabiliteit. De markt voor recycling van harde kunststoffen is niet zo'n markt. Het gaat om een beperkt aantal bedrijven en installaties. Gebrek aan innovatie is niet de reden dat deze recycling niet van de grond komt, maar het gebrek aan ketenbeleid van overheidswege, zoals besproken in de vorige paragraaf. Omdat er reeds 18% van de harde kunststoffen wordt gerecycled dient dit percentage als nationale baseline voor alle marktpartijen, ongeacht of het om nieuwe of reeds bestaande bedrijven gaat (zie hoofdstuk 5).

In plaats van de toets *common practice* met een grens op 20% bepaalt SNK in dit methodedocument dat wanneer het marktaandeel recycling harde kunststoffen groter wordt dan 36%, nieuwe projecten niet meer als additioneel worden beschouwd. Daarboven mag verondersteld worden dat de techniek voldoende gangbaar is geworden om verder door de markt te worden opgepakt.

[29] Stichting Nationale Koolstofmarkt. (2019). Additionaliteit van emissiereducties.

4. Projectgrens

In het kort:
Het projecttype is afgebakend tot alleen de recycling van post-consumer gemengde harde kunststoffen uit Nederland. Verder komen alleen in aanmerking de recyclers die de harde kunststoffen zelf recyclen en het zelf afzetten in de plasticindustrie. Bij de berekening van de CO_2-emissie is onder andere rekening gehouden met het energieverbruik van een recycler en transport. De vermeden emissies hebben betrekking op de emissies van primaire kunststofproductie en afvalverbranding. De equivalenten zijn generiek te gebruiken voor alle projectaanvragers.

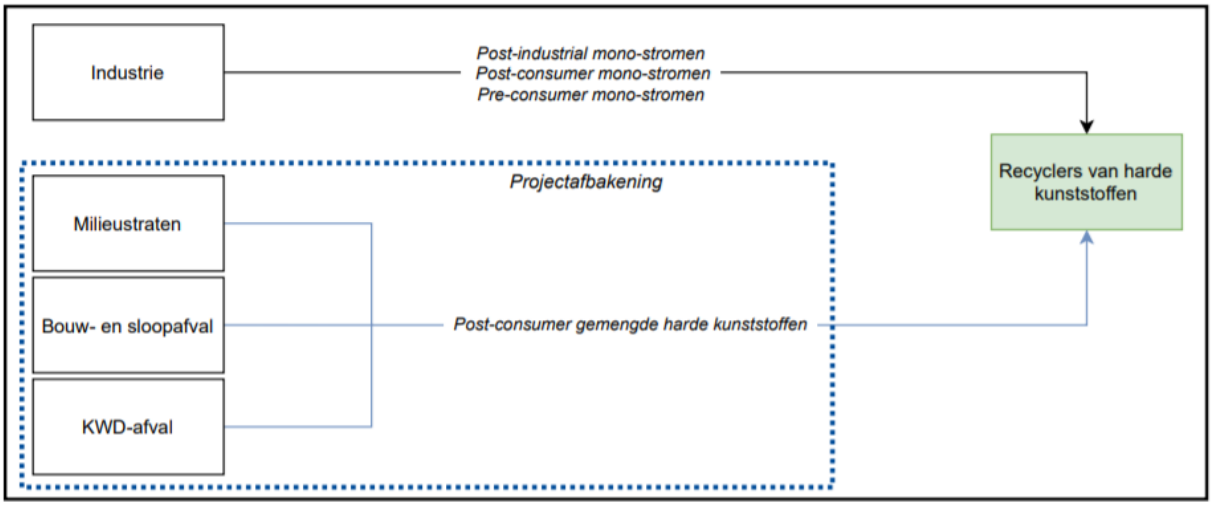
4.1 Afbakening harde kunststoffen en recyclers

Zoals in hoofdstuk 2 is toegelicht, verwerken recyclers van harde kunststoffen verschillende inputstromen. Het projecttype in dit methodedocument wordt afgebakend tot alleen de CO_2-emissiereductie die wordt behaald door het recyclen van post-consumer gemengde harde kunststoffen vanuit milieustraten, bouw-, sloop- en KWD-afval (zie Figuur 4). Door deze afbakening valt de CO_2-emissiereductie die wordt gerealiseerd door het recyclen van buitenlandse volumes plastic buiten dit projecttype. De reden hiervan is dat de focus van de Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) ligt op Nederlandse maatregelen.[30]

Alle recyclers die harde kunststoffen vanuit gemeentelijke milieustraten en bouw- en sloopafval recyclen kunnen een project ontwikkelen volgens dit methodedocument. Hierin schuilt echter een risico dat een recycler het materiaal alleen grof voorsorteert en het vervolgens exporteert buiten Europa waardoor er geen of beperkt zicht is in de verdere recycling, de kwaliteit en het uiteindelijke recyclaat dat kan worden toegepast in de plasticindustrie.[31] Daarom komen voor dit projecttype alleen in aanmerking de recyclers die de harde kunststoffen recyclen tot maalgoed of micronisaat en het zelf afzetten in de plasticindustrie. Dit dient te worden geverifieerd door een onafhankelijke deskundige waarbij de volgende criteria wordt getoetst:

1) de recycler recyclet harde kunststoffen afkomstig vanuit milieustraten en bouw- en sloopafval (check door middel van tabel 15, hoofdstuk 8),
2) de recycler exploiteert een recyclelijn om de kunststoffen verder te recyclen tot eindproduct (recyclaat: maalgoed of micronisaat) en zet deze eindproducten af in de Europese plasticindustrie (fysieke check op locatie + check productie logboeken), en
3) de recycler heeft een administratief proces ingericht waarmee specifieke data (conform tabel 15, hoofdstuk 8) kan worden aangetoond. Dit heeft als doel om de jaarlijkse gerecyclede inputvolumes vanuit specifiek milieustraten en specifiek bouw- en sloopafval inzichtelijk te maken.

[30] https://nationaleco2markt.nl/wp-content/uploads/2020/09/SNK-terms-and-conditions-23-September-2020.pdf
[31] https://www.nrc.nl/nieuws/2020/10/16/plastic-afval-hoe-een-nederlands-dropzakje-kon-eindigen-in-een-turkse-berm-a4016112



Figuur 4. Projectafbakening

4.2 Afbakening berekening CO_2-equivalenten

In de hoofdstukken 5, 6 en 7 is een berekening door TNO gemaakt van de CO_2-eq.-emissieeffecten voor harde kunststoffen recycling. Bij de berekening van de projectemissies is er rekening gehouden met het energieverbruik van een recycler (elektriciteit, gas en diesel). Daarnaast is het transport van zowel de aanvoer van harde kunststoffen naar een recyclinglocatie als de afvoer van recyclingresidu naar de afvalenergiecentrale in de berekening verwerkt. Tot slot wordt de verwerking van dit residu in de afvalenergiecentrale ook meegerekend als projectemissie.

De vermeden emissie heeft betrekking op de vermeden primaire kunststofproductie a.g.v. de recycling. Verder is er gerekend met het transport van harde kunststoffen naar en de verwerking ervan in de afvalenergiecentrale. Tot slot is er geen verschil in emissies indien een plastic converter recyclaat of primair plastic gebruikt.[32]

Aangezien deze berekening van toepassing is op de harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval en gemeentelijke milieustraten, is er nog geen CO_2-emissieeffect berekend voor harde kunststoffen uit KWD-afval. Deze stroom wordt immers rechtsreeks naar de afvalenergiecentrale afgevoerd waardoor het nog niet mogelijk is om het exacte CO_2-emissieeffect te berekenen. De berekening voor KWD-afval kan alsnog worden gemaakt als de harde kunststoffen uit deze stroom in de toekomst wel worden gerecycled. De berekeningen in de volgende hoofdstukken is generiek te gebruiken voor alle recyclers die in aanmerking komen voor dit projecttype, omdat de polymeersamenstelling van het materiaal niet significant afwijkt tussen recyclers (het betreft namelijk Nederlands afval van dezelfde bron; sorteerbaar bouw-, sloop-, bedrijfsafval, milieustraten) en er is geen reden om aan te nemen dat het energieverbruik van recyclers onderling significant anders zal zijn. Variatie in energieverbruik tussen recyclers wordt namelijk veroorzaakt door de kwaliteit van het aangeleverde kunststof, de gewenste eindkwaliteit en het type output.[4] Deze variatie is dus zeer beperkt omdat de recyclers in dit

[32] Benner, J.H.B., Otten, M.B.J., Wielders, L.M.L., & Vroomhof, J.T.W. (2007). CO2 kentallen afvalscheiding. CE Delft. Retrieved from https://www.yumpu.com/nl/document/read/19899334/rapport-co2-kentallen-afvalscheiding-tcm24-255007pdf

projecttype hetzelfde type materiaal verwerken volgens hetzelfde recycleproces zoals eerder geschetst in Figuur 1 (hoofdstuk 2). Een mogelijk verschil in projectemissies kan worden veroorzaakt door het verschil in transportafstand tussen de toeleverancier van harde kunststoffen en de recycler enerzijds en de transportafstand van de recycler naar de afvalenergiecentrale anderzijds. De berekening veronderstelt respectievelijk 50 km en 100 km transportafstand. Zoals uit de berekening zal blijken, is het effect van transport op de projectemissies echter zo marginaal dat het verschil in mogelijke transportafstand tussen recyclers geen significant effect heeft op het CO_2-equivalent (slechts circa 0,04%). De transportemissies van de baseline en het project kunnen daardoor ook bijna één op één tegen elkaar worden weggestreept.

5. Vaststelling van baseline

In het kort:
Het verbranden van harde kunststoffen is de baseline van het projecttype. In totaal leidt de verbranding van 1 kg harde kunststoffen afkomstig uit milieustraten en bouw- en sloopafval tot respectievelijk een emissie van 1,13 en 0,97 kg CO_2-eq. inclusief transport. Per kg eindproduct (recyclaat, oftewel maalgoed en micronisaat) wordt er door voorkoming van dit verbrandingsproces omgerekend respectievelijk 1,71 en 1,47 kg CO_2-eq. vermeden. Daarnaast gaan er waardevolle plastic grondstoffen verloren die opnieuw moeten worden opgewerkt uit ruwe olie. Elke kg recyclaat afkomstig van harde kunststoffen uit de milieustraten en bouw- en sloopafval vermijdt, door het voorkomen van dit intensieve productieproces van nieuwe plastic grondstoffen, respectievelijk 1,46 en 1,55 kg CO_2-eq. Bij elkaar opgeteld is de baseline emissie van 1kg eindproduct uit milieustraten 1,71 + 1,46 = 3,17 kg CO_2-eq en baseline emissie 1 kg eindproduct uit bouw- en sloopafval 1,47 + 1,55 = 3,02 kg CO_2-eq.
Omdat 18% van de verzamelde harde kunststoffen per 2023 in Nederland wordt gerecycled geldt dit percentage als nationale baseline waarover geen certificaten kunnen worden gegenereerd.

De kengetallen voor het vaststellen van de baseline en projectemissies (dit en volgende hoofdstukken) zijn berekend door TNO. In alle berekeningen betreft het niet alleen de directe CO_2-emissie van een proces, maar de CO_2-emissies over de levenscyclus (cradle-to-grave, ook wel well-to-wheel).

De baseline voor het recyclen van harde kunststoffen is de verwerking in afvalenergiecentrales (AEC), omdat verbranding momenteel het gangbare alternatief is voor de recycling. Verder is voor het vaststellen van de baseline, van de projectemissies (hoofdstuk 6) en van de emissiereductie een in levenscyclusanalyses (LCA's) gebruikelijke benadering van vermeden productie meegenomen. De LCA-benadering houdt ook in dat er bij de projectemissies alleen wordt gekeken naar de emissies die het gevolg zijn van de recycling van harde kunststoffen afkomstig uit milieustraten en bouw- en sloopafval. Meer details zijn gegeven in Hoofdstuk 6 (Bepaling projectemissies).

Per 2023 wordt er reeds 18% van de harde kunststoffen gerecycled (zie hoofdstuk 3). Dit percentage geldt daarom als nationale baseline voor dit projecttype, wat betekent dat 18% van de harde kunststoffen die binnen de projectgrens worden gerecycled niet in aanmerking komen voor koolstofcertificaten. In de berekening van TNO is de baseline van 18% nog niet verwerkt. Concreet wordt de baseline namelijk pas doorgerekend in het aantal certificaten waarvoor een projectaanvrager in aanmerking komt. Met andere woorden: van het aantal certificaten op basis van de totale emissiereductie wordt 18% uiteindelijk geschrapt (zie hoofdstukken 7 en 8).

5.1 Baseline-emissies verbranding en energieterugwinning uit kunststoffen

In deze baseline is voor het transport naar de AEC een transportafstand van 100 km enkele reis brandbaar materiaal van de sloop- of sorteerlocatie en de milieustraten opgenomen. Dit conform de forfaitaire afstand in de *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. v1*.[33] Voor de transportemissies is uitgegaan van een 'Vrachtwagen Groot (> 20 ton) WTW' conform de Lijst emissiefactoren.[34]

De CO_2-emissie voor het verbranden van de kunststoffen (zie tabel 2) is berekend op basis van het koolstofgehalte van de polymeren volgens de *Ecoinvent v.3.6 database*[35] en de *Industry data 2.0 database*. Ook de onderste stookwaarde (LHV) is in tabel 2 per polymeer aangegeven. De efficiënties van de door de AECs extern geleverde warmte en elektriciteit gebruiken de onderste stookwaarde van de plastics en andere materialen gecombineerd met een efficiëntie voor elektriciteit van 0,169 MJ_E/MJ_{input} en voor warmte van 0,202 MJ_{Th}/MJ_{input}. Voor de vermeden elektriciteit is een waarde van 0,37 kg CO_2-eq/kWh aangehouden, op basis van elektriciteitsopwekking met een HR-gascentrale conform de regel van SNK voor het bepalen van de marginale stroomproductiecapaciteit aan het net.[36] De vermeden warmte is analoog hieraan vastgesteld als warmte uit aardgas: 1,884 kg CO_2-eq/m^3.

De samenstelling van harde kunststoffen verschilt tussen milieustraten en bouw- en sloopafval. Daarom is de samenstelling van de harde kunststoffen voor zowel milieustraten als bouw- en sloopafval bepaald door sorteertesten. Voor materiaal uit milieustraten zijn er voor dit methodedocument 8 sorteertesten uitgevoerd waarbij er in totaal 143 ton (staat gelijk aan circa 53 vrachten) is gesorteerd. Voor bouw- en sloopafval zijn 6 sorteertesten uitgevoerd met een totaal volume van 106 ton (ongeveer gelijk aan 30 vrachten). Vervolgens is per afkomst de carbon footprint apart berekend.

---

[33] Stichting Nationale Milieudatabase. (2020). Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. v3.0. Retrieved from
https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2020/07/Bepalingsmethode-Milieuprestatie-Bouwwerken-juli-2020.pdf

[34] https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/

[35] Weidema, B. P., Bauer, C., Hischier, R., Mutel, C., Nemecek, T., Reinhard, J., … Wernet, G. (2013). Overview and methodology. Data
quality guideline for the ecoinvent database version 3. Ecoinvent Report 1 (v3). In Swiss Center For Life Cycle Inventories (Vol. 3).
Retrieved from http://www.ecoinvent.org/database/methodology-of-ecoinvent-3/methodology-of-ecoinvent-3.html

[36] Rijkswaterstaat. (2019). Heffing op import CO2 vervanging energie. Retrieved from: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/
rapporten/2019/11/04/co2-berekening-rws

Tabel 2: CO_2-eq. voor de verbranding van kunststoffen, uitgaande van zuiver polymeer, en overige stoffen en onderste stookwaarde (LHV).

Materiaal	CO_2-eq/kg	LHV (MJ/kg)
PP	3,14	44.2
HDPE	3,14	44.2
PC	2,89	37.3
LDPE	3,14	44.2
ABS	3.08	38.8
PEPP	3.14	44.2
PS	3.38	40.7
PVC	1.42	16.8
Aanhangend vuil*	0.39	10.0
Carbon black (additive)	3.36	30.0

*Op basis van restafval uit de Nederlandse lijst van energiedragers.[37]

Tabel 3: CO_2-eq. voor de opwekking van elektriciteit en warmte in Nederland.

Energiesoort	CO_2-eq.	Per
Elektriciteit, HR aardgas centrale*	0.104	MJ_e
	0.370	kWh_e
Warmte, aardgas	1.88	Nm^3
	0.060	MJ_{th}

*Op basis situatie 2018. [36]

Zoals hierboven is aangegeven, zijn de door de AEC vermeden elektriciteit- en warmteproductie gebaseerd op de efficiënties voor elektriciteit (0,169 Mj/MJ) en warmte (0,202 MJ/MJ) en de onderste stookwaarde van het afval. Zie kader 2 voor een voorbeeld van hoe dit zich verhoudt voor polypropyleen (PP).

Kader 2: voorbeeld CO_2 emissiereductie vanwege vermeden elektriciteit- en warmteproductie.

Een voorbeeld op basis van de energieterugwinning uit 1 kg PP (44,2 MJ/kg): afgezette elektriciteit (44,2*0,169=) 7,45 MJ en warmte (44,2*0,202=) 8,92 MJ. Dit vermijdt respectievelijk (7,45*0,104=) 0,77 en (8,92*0,06=) 0,53 kg CO_2-eq. In totaal vermijdt 1 kg zuiver PP daarmee (0,77+0,53=) 1,30 kg CO_2-eq.

De emissies van verbranding en de vermeden emissies door de energieterugwinning zijn gegeven in tabel 4 voor de harde kunststoffen uit de milieustraten en in tabel 5 voor bouw- en sloopafval. Netto leidt de verbranding van 1 kg harde kunststoffen afkomstig uit milieustraten tot een emissie van 1,12 kg CO_2-eq. (1,96 – 0,84 kg CO_2-eq), voor harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval is deze waarde 0,96 kg CO_2-eq. Het transport naar de AEC heeft een zeer beperkte bijdrage van 0,011 kg CO_2-eq. per kg harde kunststoffen. Tabel 6 geeft aan hoe deze CO_2 equivalenten zich verhouden ten opzichte van 1 kg eindproduct. Voor 1 kg eindproduct uit harde kunststoffen van de milieustraten moet namelijk in totaal 1,51 kg afval van harde kunststoffen, inclusief de daarbij behorende verontreinigingen worden

[37] Zijlema, P. J. (2020). Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2-emissiefactoren, versie januari 2020 concept.

getransporteerd en verbrand met energieterugwinning (zie voor de uitleg hiervan hoofdstuk 6 o.b.v. het TNO-onderzoek). Voor het afval afkomstig van bouw- en sloopafval is deze hoeveelheid eveneens 1,51 kg.[38]

In de toekomst kan de hoeveelheid vermeden kg CO_2-eq. door energieterugwinning per kg afval veranderen, door variatie in de efficiëntie van de AECs voor elektriciteit en warmte door de jaren heen. Deze variaties zijn echter gering en de te verwachte veranderingen in de hoeveelheid vermeden kg CO_2-eq. zijn daarom beperkt.

Tabel 4: Samenstelling van 1 kg harde kunststoffen afkomstig van milieustraten (situatie 2020) en de CO_2-emissie voor verbranding en vermeden emissies energie opwekking. De verbrandingsemissies en de vermeden emissies zijn gebaseerd op het aandeel zuiver polymeer in een kunststof component (zie tabel 8).

Component	Aandeel	Verbranding plastics (kg CO_2-eq.)	Vermeden emissies a.g.v. energiewinning door verbranding (kg CO_2-eq.)
PS	2,6%	0,089	0,03
ABS	1,6%	0,050	0,02
PC	0,2%	0,006	0
PVC	8,3%	0,117	0,04
HDPE	14,1%	0,443	0,18
PP	36,0%	1,132	0,47
Carbon black (additive)	0,0%	0,001	0
Fillers & stabilisers	3,1%	0,000	0
Triphenyl phosphate (flame retardant)	0,6%	0,000	0
Zinc borate (flame retardant)	0,6%	0,000	0
Proces- en sorteerafval	32,4%	0,125	0,1
Totaal	**100%**	**1,96**	**0,84**

[38] Dat beide uitkomsten 1,51 zijn wil niet zeggen dat deze getallen dezelfde zijn. Feitelijk zijn ze de inverse van twee verschillende cijfers uit het TNO-onderzoek, zie inleiding in hoofstuk 6.

Tabel 5: Samenstelling 1 kg harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval (situatie 2020) en de CO_2-emissies voor verbranding en vermeden emissies energie opwekking. De verbrandingsemissies en de vermeden emissies zijn gebaseerd op het aandeel zuiver polymeer in een kunststof component (zie tabel 8).

Component	Aandeel	Verbranding plastics (kg CO_2-eq.)	Vermeden emissies a.g.v. energiewinning door verbranding (kg CO_2-eq.)
PS	2.9%	0,099	0,04
ABS	2,7%	0,085	0,03
PC	0,1%	0,003	0
PVC	23,5%	0,333	0,12
HDPE	13.9%	0,438	0,18
PP	17,8%	0,558	0,23
Carbon black (additive)	0,3%	0,010	0
Fillers & stabilisers	5,7%	0,000	0
Triphenyl phosphate (flame retardant)	0,4%	0,000	0
Zinc borate (flame retardant)	0,4%	0,000	0
Proces- en sorteerafval	33,7%	0,130	0,1
Totaal	**100%**	**1,66**	**0,70**

Tabel 6: Vermeden emissies voor de verbranding met energieterugwinning uit harde kunststoffen voor de twee bronnen van harde kunststoffen in kg CO_2-eq. per kg eindproduct.

Bron	A Transport naar AEC (kg CO_2-eq.)	B Verbranding (kg CO_2-eq.)	C Vermeden emissies energie (kg CO_2-eq.)	Totaal kg CO_2-eq. (A+B) - C
Milieustraten	0.017	2,96	1,27	**1.71**
Bouw- en sloopafval	0.017	2,51	1,06	**1.47**

5.2 Baseline emissies productie primaire kunststoffen

De recycling van harde kunststoffen uit milieustraten en bouw- en sloopafval vermijdt ook de productie van *virgin* kunststoffen zoals ABS, HDPE, PVC en PS. Elk type kunststof heeft een eigen CO_2-voetafdruk (in kg CO_2-eq) die varieert tussen 1,5 en 4 kg CO_2-eq per kg kunststof (zie tabel 7).

Kunststofproducenten verwerken doorgaans geen zuiver polymeer in hun producten, maar gebruiken polymeren met vulstoffen, brandvertragers, kleurstoffen en andere additieven. Het gevolg is dat de eindproducten van recyclers ook deze genoemde stoffen bevatten. Daarom wordt de vermeden productie van de polymeren alleen toegerekend aan het polymeerdeel van de eindproducten. Dit polymeeraandeel ligt tussen de 80% en 100% (zie tabel 8).

Daarnaast is rekening gehouden met het feit dat de kwaliteit en toepassingsmogelijkheden van de eindproducten mogelijk afwijken van het virgin polymeer door de aanwezigheid van de additieven en omdat de eindproducten tot enkele procenten van een ander polymeer kan bevatten. Hier is, in

navolging van andere LCA-studies, een substitutiefactor van 90% gebruikt. Op deze manier wordt het gebruik van gerecycleerde polymeer en de hiermee gepaard gaande vermeden CO_2-emissie van vermeden virgin kunststofproductie conservatief ingeschat. Zie kader 3 voor een voorbeeld van hoe dit voor ABS maalgoed is toegepast.

Kader 3: voorbeeld polymeeraandeel en substitutiefactor ABS maalgoed

ABS maalgoed bevat brandvertragers en ook een paar procent polyolefinen, hierdoor is het gehalte zuiver polymeer 80%. Door nu de substitutiefactor van 90% toe te passen vervangt ABS maalgoed 72% van virgin ABS.

Tabel 7: CO_2-eq. voor de productie van kunststoffen.[35]

Kunststof	Kg CO_2-eq/kg product
Polycarbonate granulate (PC)	3.4
Polyethylene, high density (HDPE)	1.80
Polypropylene (PP)	1.63
Polyvinyl chloride, suspension (S-PVC)	2.00
Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)/EU-27	3.50
Polystyrene, general purpose	3.68

Tabel 8: Zuiver polymeergehalte (Polymeeraandeel) per type kunststof recyclaat (gebaseerd op [39,40,41,42]*).*

Kunststof	Polymeeraandeel
PP, HDPE, PE, PEPP	99%
PC	80%
ABS	80%
PS	100%
PVC	81%

Uiteindelijk kan de emissiereductie worden bepaald van het op de markt brengen van de maalgoed kunststoffen en het gemicroniseerde PVC. Omdat de inkomende harde kunststoffen in samenstelling verschillen tussen dat wat afkomstig is van de milieustraten en dat van het bouw- en sloopafval, zijn

[39] Tukker, A., Groot, H. De, Simons, I., & Wiegersma, S. (1999). Chemical Recycling of Plastics Waste (PVC and other resins). In TNO Institute of Strategy, Technology and Policy. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pvc/chem_recycle.pdf

[40] Sastri, V. R. (2014). Plastics in Medical Devices. https://doi.org/10.1016/C2012-0-05946-7

[41] Alzerreca, M., Paris, M., Boyron, O., Orditz, D., Louarn, G., & Correc, O. (2015). Mechanical properties and molecular structures of virgin and recycled HDPE polymers used in gravity sewer systems. Polymer Testing, 46, 1–8. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2015.06.012

[42] Levchik, S.V., & Weil, E.D. (2006) Flame Retardants in Commercial Use or in Advanced Development in Polycarbonates and Polycarbonate Blends. Journal of Fire Sciences. 2006;24(2):137-151. doi:10.1177/0734904106055997

ook de hoeveelheden en soorten kunststof anders. In tabel 9 en tabel 10 zijn de hoeveelheden vermeden CO_2 voor respectievelijk eindproducten uit harde kunststoffen van de milieustraten en uit bouw- en sloopafval gegeven. Dit is respectievelijk 0,97 en 1,03 kg CO_2-eq. per kg input. Omgerekend naar output wordt voor harde kunststoffen uit de milieustraten **1,46** kg CO_2-eq. per kg eindproduct voor de primaire kunststofproductie vermeden, voor bouw- en sloopafval is dat **1,55** kg CO_2-eq. per kg eindproduct.

Tabel 9: Producten, als zuiver polymeer, van de recycling van harde kunststoffen uit milieustraten en de vermeden emissies voor de productie van virgin kunststoffen. 'Aandeel' geeft het aandeel zuiver polymeer voor de totale ingaande stroom kunststof aan. Vermeden emissies zijn bepaald met correctie op basis van zuiver polymeergehalte en een substitutiefactor van 90%.

Kunststof	Aandeel	Vermeden kg CO_2-eq.
PP	34.56%	0.51
HDPE	0.31%	0.00
PC	0.22%	0.01
PE	7.07%	0.11
ABS	4.21%	0.08
PEPP	7.22%	0.11
PS	0.04%	0.00
PVC	8.27%	0.15
Totaal	**61,9%**	**0.97**

Tabel 10: Producten, als zuiver polymeer, van de recycling van hard kunststoffen uit bouw- en sloopafval en de vermeden emissies voor de productie van virgin kunststoffen. 'Aandeel' geeft het aandeel zuiver polymeer voor de totale ingaande stroom kunststof aan. Vermeden emissies zijn bepaald met correctie op basis van zuiver polymeergehalte en een substitutiefactor van 90%.

Kunststof	Aandeel	Vermeden kg CO_2-eq.
ABS	3.02%	0.10
HDPE	2.74%	0.04
PC	0.10%	0.00
PE	4.72%	0.08
PEPP	7.61%	0.12
PP	15.70%	0.23
PS	1.08%	0.04
PVC	23.46%	0.42
Totaal	**58.4%**	**1.03**

6. Bepaling projectemissies

In het kort:
De totale projectemissies zijn 0,13 en 0,17 kg CO_2-eq. per kg eindproduct uit respectievelijk milieustraten en bouw- en sloopafval. In de berekening is er wederom onderscheid gemaakt tussen

het CO_2-eq. per kg input en kg eindproduct. Van 1 kg input harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval en milieustraten wordt namelijk respectievelijk 0,664 kg en 0,660 kg omgezet naar eindproduct (66%). De in het hoofdstuk genoemde getallen zijn afkomstig van TNO-onderzoek en zijn representatief voor de Nederlands recyclingmarkt.

6.1 Aanvoer

De emissies van de recyclingroute voor harde kunststoffen wordt ten eerste bepaald door de emissies van het transport naar een recycler. Hiervoor is een forfaitaire afstand van 50 km enkele reis genomen, wat leidt tot een emissie van **0,008** kg CO_2-eq. per kg eindproduct uit zowel de harde kunststoffen van de milieustraten als bouw- en sloopafval. Per kg inkomende harde kunststoffen is dit 0,006 kg CO_2-eq.

6.2 Verwerking recycler

Het verbruik van elektriciteit, aardgas en diesel van een recycler draagt bij aan de emissies (zie tabel 11). Het energiegebruik benodigd voor recycling is op basis van het massa-aandeel uitgedrukt per uitgaande kunststofstroom in tabel 12 en tabel 13. De recycling van harde kunststoffen geeft per kg eindproduct een emissie van **0,067** en **0,099** kg CO_2-eq. voor respectievelijk milieustraten en bouw- en sloopafval.

Tabel 11: Energieverbruiken per ton eindproduct.

Energieconsumptie	Verbruik
Elektriciteit, maalgoed	93 kWh
Elektriciteit, micronisaat	471 kWh
Gasverbruik, maalgoed	0,100 Nm^3
Dieselverbruik, maalgoed	13 L

Tabel 12: Samenstelling uitgaande eindproducten voor de recycling van 1 ton harde kunststoffen uit milieustraten, de energieconsumptie per stroom (data 2020) en de CO_2-emissies in kg.

Type	%	Elektriciteit (kWh)	Gas (m^3)	Diesel (l)	Elektriciteit (kg CO_2-eq)	Gas (kg CO_2-eq)	Diesel (kg CO_2-eq)	Totaal kg CO_2-eq
PP	34.9%	32.54	0.03	4.46	12.04	0.07	14.4	26.50
HDPE	7.4%	6.94	0.01	0.95	2.57	0.01	3.07	5.65
PEPP	7.3%	6.80	0.01	0.93	2.52	0.01	3.01	5.54
PVC*	10.2%	55.40	0.01	1.30	20.50	0.02	4.21	24.73
Technische plastics	6.5%	6.02	0.01	0.82	2.23	0.01	2.66	4.90
Metaal	1.6%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Afval	32.0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Totaal	**100.0%**	**107.70**	**0.07**	**8.47**	**39.85**	**0.12**	**27.3**	**67.32**

*Inclusief de voor micronisatie benodigde elektriciteitsconsumptie.

Tabel 13: Samenstelling uitgaande eindproducten voor de recycling van 1 ton harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval en de energieconsumptie per stroom (data 2020) en de CO_2-emissies in kg.

Type	%	Elektriciteit (kWh)	Gas (m^3)	Diesel (l)	Elektriciteit (kg CO_2-eq)	Gas (kg CO_2-eq)	Diesel (kg CO_2-eq)	Totaal kg CO_2-eq
PP	15.9%	14.78	0.02	2.03	5.47	0.03	6.54	12.04
HDPE	7.5%	7.03	0.01	0.96	2.60	0.01	3.11	5.72
PEPP	7.7%	7.17	0.01	0.98	2.65	0.01	3.17	5.84
PVC*	29.0%	160.13	0.03	3.70	59.25	0.05	11.95	71.25
Technische plastics	6.0%	5.55	0.01	0.76	2.05	0.01	2.46	4.52
Metaal	1.4%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Afval	32.6%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totaal	**100.0%**	**194.67**	**0.07**	**8.43**	**72.03**	**0.12**	**27.22**	**99.37**

*Inclusief de voor micronisatie benodigde elektriciteitsconsumptie.

6.3 Verbranding en energieterugwinning proces- en sorteerafval

Het sorteer- en procesafval wordt over een afstand van 100 km naar de AEC vervoerd. De hoeveelheid bouw- en sloopafval (34%) is vrijwel gelijk aan het afval via de milieustraten (32%). De emissies van het transport naar de AEC zijn daarom ook vrijwel gelijk: voor de milieustraten 0,0035 kg CO_2-eq. per kg inkomende harde kunststoffen en voor bouw- en sloop 0,0036 kg CO_2-eq. Per kg eindproduct zijn de waarden respectievelijk **0,0053** en **0,0054** kg CO_2-eq.

De verbranding van het sorteer- en procesafval geeft een netto emissie, door aftrek van emissies vanwege vermeden energieproductie, van 0,030 en 0,035 kg CO_2-eq. per kg inkomende harde kunststoffen, voor respectievelijk milieustraten en bouw- en sloopafval. Uitgedrukt per kg eindproduct zijn deze waarden **0,045** kg CO_2-eq. voor harde kunststoffen afkomstig van de milieustraat en **0,052** kg CO_2-eq. voor het bouw- en sloopafval. Deze waarden verschillen met name door de andere samenstelling, zoals meer PVC bij het bouw- en sloopafval.

6.4 Totale project emissies

Per kg eindproduct is de totale emissie van het project:

- Voor harde kunststoffen uit milieustraten:
    - transport 0,008 + sortering en recycling 0,067 + transport afvalverbranding 0,005 + afvalverbranding (netto) 0,045 = 0,126 kg CO_2-eq. per kg eindproduct
- Voor harde kunststoffen uit bouw- en sloopafval:
    - transport 0,008 + sortering en recycling 0,099 + transport afvalverbranding 0,005 + afvalverbranding (netto) 0,052 = 0,166 kg CO_2-eq. per kg eindproduct

Doordat de samenstelling van het sorteer- en procesafval zeer divers en daarom onbekend is, wordt deze in dit methodedocument beschouwd als restafval (uit de lijst van energiedragers[37]). Restafval is al het afval dat overblijft na het scheiden van de grondstoffen.[43] Dit komt overeen met het sorteer- en procesafval, aangezien deze niet meer verder kan worden gescheiden en alleen nog maar kan worden verbrand (het is niet-recyclebaar materiaal). Ondanks dat de foto's van harde kunststoffen in kader 5 (pagina 28) op het oog lijken op een zuivere stroom plastic, bevat het veel materialen die aan de bron niet zijn gescheiden van harde plastics, zoals piepschuim, barbiepoppen, spuitbussen, videobanden, DVD's, en ordners. Het sorteer- en procesafval lijkt qua samenstelling dus op huishoudelijk restafval en had al bij de bron bij het restafval gescheiden moeten worden. Restafval heeft een onderste stookwaarde van 10 MJ/kg en een emissie van 0,104 kg CO_2 per MJ. Van deze CO_2-emissie is 63% van biogene oorsprong en wordt, omdat deze CO_2 (relatief) kort daarvoor uit de atmosfeer is opgenomen, niet meegenomen in de berekening.

[43] https://www.rova.nl/inwoners/pagina/58/Alles-over-restafval

7. Bepaling emissiereductie

In het kort:
Voor elke kg eindproduct afkomstig van harde kunststoffen uit milieustraten en bouw- en sloopafval wordt respectievelijk 3,05 en 2,86 kg CO_2-eq. vermeden. De grootste winst wordt gehaald door het vermijden van de verbranding van de harde kunststoffen gevolgd door de vermeden productie van primaire kunststoffen.

Op basis van de baseline (hoofdstuk 5) en de projectemissies (hoofdstuk 6) kan de netto CO_2-emissiereductie van de recycling van harde kunststoffen worden bepaald. Tabel 14 geeft het overzicht van de emissies van het totale recyclingproces en van de vermeden emissies door het niet te hoeven produceren van primaire kunststoffen en het niet verwerken van de harde kunststoffen in een afvalenergiecentrale. Geconcludeerd wordt dat, onder de streep, voor eindproducten afkomstig van harde kunststoffen uit milieustraten 3,05 kg CO_2-eq. emissiereductie wordt behaald per kg gerecycleerd product en voor eindproducten afkomstig van bouw- en sloopafval 2,86 kg CO_2-eq. per kg product.

Tabel 14: Opbouw van de emissiereductie voor de recycling van harde kunststoffen afkomstig van milieustraten en bouw- en sloopafval in kg CO_2-eq. per kg eindproduct. AEC staat voor afvalenergiecentrale.

	Emissie door recycling van harde kunststoffen (kg CO_2-eq. per kg eindproduct)	
	Milieustraten	**Bouw- en Sloopafval**
Projectemissies		
Transport naar recycling	0.008	0.008
Recycling	0.067	0.099
Transport naar afvalenergiecentrale	0.005	0.005
AEC (netto)	0.045	0.052
Subtotaal recycling	***0.126***	***0.166***
Vermeden emissies (baseline)		
'Virgin' kunststofproductie	1.46	1.55
Transport naar AEC	0.017	0.017
Verbranding AEC	2.96	2.51
Vermeden emissies energie AEC	-1.27	-1.06
Subtotaal vermeden	***3.17***	***3.02***
Totaal netto emissie (vermeden minus projectemissies)	**3.05**	**2.86**

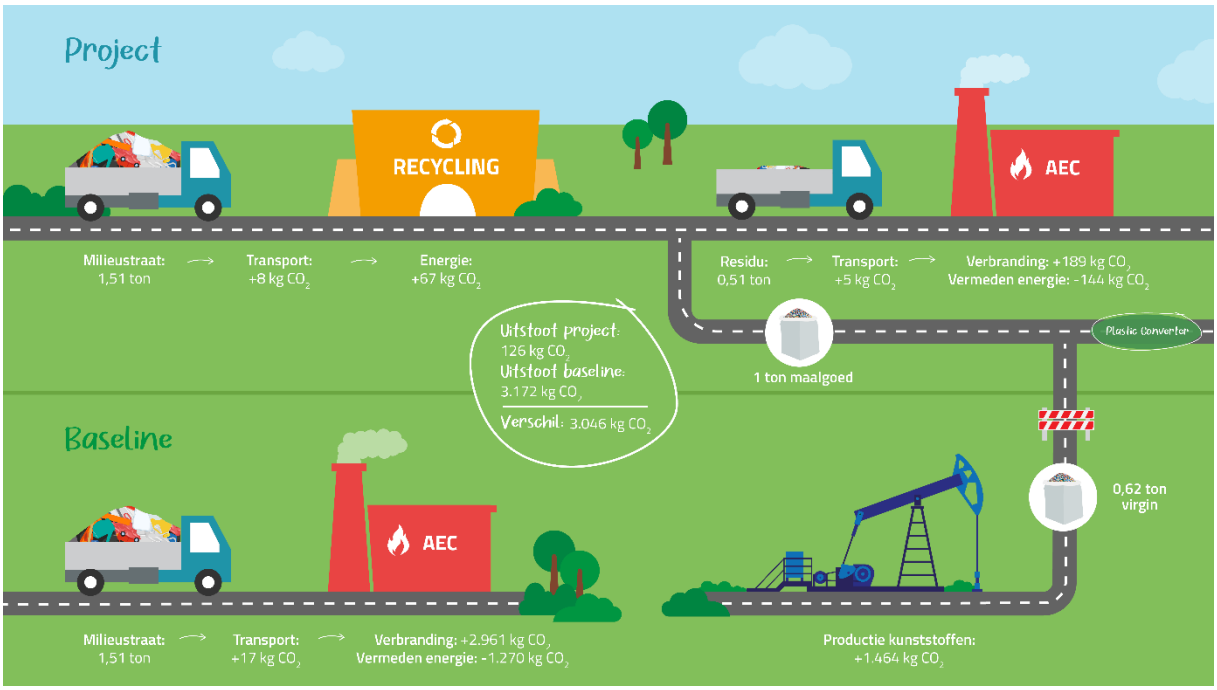
Een andere wijze van weergeven van de netto emissie n.a.v. het recyclen van harde kunststoffen wordt, met het afval uit de milieustraten als voorbeeld, getoond in figuur 5. Hier is ook 1 ton eindproduct als uitgangspunt genomen. Op deze manier wordt nogmaals duidelijk dat per ton eindproduct 1,51 ton input harde kunststoffen nodig is en dat ook, vanwege de aanwezigheid van vulstoffen en additieven, 0,62 ton primaire kunststoffen wordt vermeden. De grootste winst wordt

gehaald door het vermijden van de verbranding van de harde kunststoffen gevolgd door de vermeden productie van primaire kunststoffen.

De genoemde hoeveelheid CO_2-reductie in tabel 14 bevat onzekerheid die niet getalsmatig kan worden gegeven, zoals:

- De samenstelling van het sorteer- en procesafval bij de recyclers is, gezien de diversiteit ervan, niet bekend en komt het meest overeen met restafval. Daarom is het kental voor restafval[37] hier genomen. De stookwaarde, van belang voor energieterugwinning, en het aandeel biogeen koolstof kan daarom afwijken.
- De exacte samenstelling van het maalgoed en micronisaat is qua hoeveelheid en soort vulstoffen en additieven niet bekend. Daarom is een inschatting gemaakt op basis van literatuurbronnen. Dit geeft onzekerheid over de hoeveelheid vermeden virgin polymeer. Daarnaast zijn vermeden vulstoffen/additieven niet meegerekend. Dit is een conservatieve rekenaanpak omdat een deel van de additieven wel degelijk koolstof bevat en daarmee ook CO_2-emissies veroorzaakt.
- Maalgoed of micronisaat vervangt niet één-op-één het virgin polymeer. Daarom is een substitutiefactor van 0,9 aangenomen. Ook dit is een conservatieve rekenaanpak.

Figuur 5: Overzicht van de CO_2-emissies voor de recycling van hard kunststofafval uit milieustraten voor 1 ton eindproduct.



8. Plan voor monitoring en projectvoortgang

In het kort:
De koolstofcertificaten worden uitgegeven als geverifieerde emissiereductie op basis van het input volume (kg gerecycleerde harde plastics) en gerealiseerde recyclingpercentage. Deze volumes kunnen worden vastgesteld aan de hand van afvalregistratieprocessen van recyclers en periodieke onderzoeken op de projectlocatie. Op basis hiervan kan de monitoring en controle plaatsvinden. Het projecttype heeft een looptijd van 10 jaar.

Uit kostenoogpunt en praktische overwegingen is het onmogelijk om de rechtstreekse CO_2-emissie te meten. Daarom ligt de basis voor de monitoring van de CO_2-emissiereductie in het volume harde kunststoffen wat jaarlijks wordt gerecycled. Het is echter niet mogelijk om op basis van output (lees: kg eindproduct) de totale CO_2-emissiereductie te bepalen, omdat er niet kan worden berekend welke jaarlijkse verkochte tonnen eindproduct zijn toe te rekenen aan dit projecttype. Zo worden er bijvoorbeeld ook harde kunststoffen geïmporteerd. Dit betekent dat de jaarlijkse CO_2-emissiereductie alleen kan worden bepaald door het input jaarvolume afkomstig van zowel de gemeentelijke milieustraten als bouw- en sloopafval te vermenigvuldigen met de specifieke input CO_2-equivalenten.

Op basis van hoofdstuk 7 is geconcludeerd dat er 1,51 kg input afval van milieustraten en eveneens 1,51 kg input vanuit bouw- en sloopafval nodig is om 1 kg eindproduct te produceren, en bedragen de kg CO_2-eq. per kg input respectievelijk 2,02 en 1,89. Aangezien er wordt gerekend met inputvolumes is het belangrijk om te controleren of er werkelijk recyclaat (output) is geproduceerd. Dit controleproces geschiedt door middel van een fysieke check op de locatie. Bovendien moet de projectaanvrager productielogboeken kunnen aantonen. Het is echter wel noodzakelijk om te controleren of de recyclelijn net zo effectief is als in de berekening van TNO (66% recyclingrate). Daarom wordt er tijdens de fysieke check een periodiek herhaald onderzoek (elk jaar) naar de werkelijke situatie in de specifieke productiefaciliteit uitgevoerd, dat wordt begeleid door een onafhankelijke instantie. Deze controle ziet er in ieder geval als volgt uit:

- Er wordt zowel een batch milieustraten als bouw- en sloopafval (circa 10 vrachten elk) apart gehouden en gewogen. Randvoorwaarde is dat de vrachten willekeurig worden gekozen door de onafhankelijke instantie.
- Deze worden apart gesorteerd in verschillende fracties (PP, HDPE etc.).
- De verschillende gesorteerde fracties worden vervolgens elk apart verwerkt in de recyclelijn waarbij er gemeten wordt hoeveel recyclaat er uiteindelijk is geproduceerd. Randvoorwaarde is dat bij aanvang van elke geproduceerde fractie de productielijn wordt schoongemaakt.
- Op basis hiervan ontstaat er door de periodieke controles een voortschrijdend gemiddelde (% recyclaat t.o.v. input = recyclingrate).

Om het input jaarvolume te bepalen zijn er wel data vereist die gemakkelijk kunnen worden geverifieerd. Afvalverwerkers met een afvalvergunning zijn verplicht om alle ontvangen afvalstromen te melden bij het Landelijk Meldpunt Afvalstoffen (LMA). Op deze manier heeft Rijkswaterstaat, onderdeel van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, inzicht in de manier waarop bedrijven omgaan met afval.[44] Dit betekent indirect dat recyclers van harde kunststoffen systemen en processen geïmplementeerd hebben om aan deze informatievoorziening te voldoen. Met deze systemen kan de projectvoortgang voor koolstofcertificaten ook uitstekend gemonitord worden. Als praktijkvoorbeeld wordt in kader 4 het inkomende afvalregistratieproces en dataverzameling van een recycler toegelicht.

[44] https://www.lma.nl/

Kader 4: hoe werkt het afvalregistratieproces bij een recycler?

De vracht harde kunststoffen wordt allereerst gewogen op de weegbrug, waarna de leverancier zijn vracht onder begeleiding van een kwaliteitscontroleur op de locatie lost. De kwaliteitscontroleur stelt middels een app (Bizzstream[45]) onmiddellijk vast welke type materialen zijn geleverd, waarbij er ook duidelijke foto's van het materiaal worden gemaakt. Vervolgens wordt de vrachtwagen voor de tweede maal gewogen. Het verschil tussen de eerste en tweede weging is het gewicht van de geloste vracht. De backoffice finaliseert hierna de registratie van de vracht in Bizzstream. Al deze data kunnen vervolgens op elk moment worden geanalyseerd door middel van een Business Intelligence Tool (Qlikview[46]). Omdat harde kunststoffen vanuit milieustraten en bouw- en sloopafval op aparte codes worden geregistreerd is het gemakkelijk om de jaarvolumes van deze specifieke stromen te bepalen. Het is zelfs mogelijk om op vrachtniveau de foto's van de betreffende vrachten te bekijken. Tot slot worden de weegbonnen van elke geleverde vracht gearchiveerd.

De voortgang van het project en de emissiereductie kan gedurende het project dus gemakkelijk worden bijgehouden door verzamelde data t.b.v. het LMA. Een onafhankelijke verifiërende instelling kan deze data vervolgens controleren en de emissiereductie of koolstofvastlegging vaststellen. Ondanks de verwachting dat elke recycler aan dit monitoringsplan kan voldoen, is het advies om deze informatievoorziening wel van tevoren te toetsen, volgens de criteria in tabel 15, aangezien elke recycler verschillende systemen heeft geïmplementeerd. Het projectplan dat bij SNK wordt ingediend dient hierover duidelijkheid te verschaffen.

Een projecthouder bepaalt zelf de frequentie van de onafhankelijke verificatie van de gemonitorde gegevens (inputvolume en maximaal geschatte CO_2-emissiereductie), zolang het voldoet aan de SNK regel over het proces van richting uitgifte van certificaten[47]. Om de kosten van de verificatie te minimaliseren wordt geadviseerd dit hooguit eenmaal per jaar te doen. Aangezien een recycler mogelijk 5.000 vrachten per jaar ontvangt is het onmogelijk om elke vracht te controleren. Daarom dient de vrachtspecifieke controle steekproefsgewijs plaats te vinden, waarbij de data in tabel 15 worden gecontroleerd. Het periodieke herhaald onderzoek dient overigens minimaal één keer per jaar te worden uitgevoerd.

Certificaten voor jaar X worden als geverifieerd in het register SNK opgenomen nadat de werkelijke monitoringsresultaten voor jaar X zijn geverifieerd. De hoeveelheid CO_2 certificaten wordt berekend volgens de formules in tabel 16, waarin ook rekening wordt gehouden met de nationale baseline van 18%. Dit betekent dat een bedrijf dat, bijvoorbeeld, 100 ton harde kunststoffen recyclet, voor 82 ton hiervan certificaten kan krijgen. Voor de 18 ton die als baseline beschouwd wordt krijgt het bedrijf geen certificaten. Bovendien wordt er een eventuele correctiefactor gehanteerd op basis van de uitkomst van het periodieke onderzoek. Het verschil in recyclingrate (het voortschrijdend gemiddelde vergeleken met het recyclepercentage van 66% in dit methodedocument) wordt namelijk afgetrokken van de uitgifte koolstofcertificaten. Bijvoorbeeld: een bedrijf realiseert een recyclingrate van 63% in plaats van 66%. Dit betekent dat de projectaanvrager 95% (63%/66%) van de berekende

[45] https://www.vanmeijel.nl/en/nieuws/vanmeijel-lanceert-eerste-module-metacom-online-bizzstream
[46] https://help.qlik.com/nl-NL/qlikview/April2020/Content/QV_HelpSites/QV_AtAGlance.htm
[47] https://nationaleco2markt.nl/wp-content/uploads/2022/04/SNK-Proces-uitgifte-certificaten-van-plan-tot-certificaat-6.1.pdf

koolstofcertificaten realiseert. Wanneer de recyclingrate hoger is dan 66% wordt er geen extra CO_2 reductie toegekend.

Het projecttype heeft een looptijd van 10 jaar. In verband met deze looptijd wordt de data tussentijds geüpdatet. Tabel 15 geeft aan om welke data dit specifiek gaat, de termijn en de uitvoerende instantie.

Tabel 15: Administratieve criteria waar recycler aan moet voldoen

Specifieke vereiste data	Omschrijving
Input gewichten	Input gewicht van de geleverde binnenlandse vrachten die in aanmerking komen voor dit projecttype.
Weegbonnen	Vracht-specifieke weegbonnen van input vrachten voor het vaststellen van de gewichten en ter bevestiging van de geleverde vrachten (ook hier uitsluitend binnenlandse vrachten).
Materiaaltype	Vracht-specifieke omschrijving van het geleverde materiaal in verband met het onderscheid tussen bouw- en sloopafval en milieustraten.
Foto's	Vracht-specifieke foto's van het geleverde materiaal om materiaaltype te bevestigen (zie kader 5 en 6). Tot slot wordt er een foto gemaakt van het kenteken van de vrachtwagen dat het materiaal heeft geleverd. Alle foto's zijn voorzien van data- en tijdstamp. Dit kan worden vergeleken met de datum en tijdstip van de weegbon.
Toeleverancier	Gegevens van de toeleverancier in verband met het vaststellen van de herkomst van het materiaal (Nederland en post-consumer harde kunststoffen).

Tabel 16: Formuleblad berekende CO_2 emissiereductie t.b.v. koolstofcertificaten

Oorsprong	Formule berekening CO_2 certificaten	Controlerende instantie
Milieustraten	Input tonnage jaar * 82% * 2,02 * (voortschrijdend gemiddelde recycling rate % uit periodiek onderzoek / 66%)	Onafhankelijke verificatie- en validatieorganisatie
Bouw- en sloopafval	Input tonnage jaar * 82% * 1,89 * (voortschrijdend gemiddelde recycling rate % uit periodiek onderzoek / 66%)	

Tabel 17: Specifieke data die periodiek dient te worden geactualiseerd t.b.v. het monitoringsplan en de verificatie van emissiereductie

Specifieke data	Geüpdatet door?	Wanneer?	Wie berekent CO_2 impact?
CO_2-kentallen voor virgin polymeer productie	LCA databases	Jaarlijks	TNO
Berekening CO_2-equivalent harde kunststoffen uit KWD-afval	Praktijkcase	Wanneer gerecycled	TNO

Kader 5: voorbeelden van vrachten harde kunststoffen die in aanmerking komen voor dit projecttype.

Milieustraten:

Bouw- en sloopafval

Kader 6: voorbeelden van vrachten harde kunststoffen die NIET in aanmerking komen voor dit projecttype.

Mono-stromen

9. Risico's

In het kort:
Het projecttype is onderhevig aan een aantal projectrisico's die de beoogde emissiereducties kunnen beïnvloeden, namelijk recyclaat dat niet wordt verkocht, een veranderende (lokale) samenstelling van het materiaal en risico op fraude. Deze risico's zijn beschreven met daarbij mogelijke maatregelen die de risicofactoren mitigeren.

Recyclaat wordt niet verkocht of in een ander jaar opnieuw toegepast

De CO_2-equivalenten zijn berekend op basis van de veronderstelling dat de materialen na recycling opnieuw worden toegepast in nieuwe applicaties. Dit vereist wel dat het materiaal daadwerkelijk is verkocht aan de plasticindustrie. De COVID-crisis (2020 en 2021) heeft destijds gezorgd voor lage olieprijzen met als gevolg dalende tarieven voor primair plastic.[48] [49] Dit heeft vervolgens geleid tot een daling van zowel de prijs als vraag naar recyclaat waardoor recyclers tijdelijk hun recyclaat moeilijk konden afzetten.[50] Dit was ook het geval voor recyclers van harde kunststoffen. Er bestaat dus een projectrisico dat CO_2 emissie reductie wordt berekend over tonnen die uiteindelijk niet of later worden afgezet.

Hoewel er inderdaad sprake is geweest van grote voorraden geproduceerd recyclaat is er geen reden tot zorg dat het materiaal nooit zal worden afgezet. Recyclers van harde kunststoffen zullen hun fabrieken immers niet draaiende houden om het geproduceerde recyclaat uiteindelijk alsnog te verbranden. Dit is financieel erg onaantrekkelijk gezien de extra kosten die hiermee gepaard gaan. Medio 2022 zijn de opgebouwde voorraden van recyclers ook weer sterk gereduceerd.[51] De CO_2 emissiereductie zal dus, ondanks mogelijke tijdelijke stagnaties van de vraag naar recyclaat, uiteindelijk worden gerealiseerd. Het enige 'probleem' is dat recyclaat mogelijk in een ander jaar wordt afgezet dan het jaar waarin het als afval is ontvangen op de recycling locatie. Het meetmoment ligt immers aan de inputkant (zie hoofdstuk 8). Zo kan een vracht harde kunststoffen uit een milieustraat in 2020 zijn verwerkt tot recyclaat, maar in 2021 pas opnieuw zijn toegepast in nieuwe applicaties. De CO_2 emissiereductie is dan over 2020 berekend terwijl een deel van de vermeden CO_2 emissie betrekking heeft op 2021. Los van de afzet is het ook mogelijk dat een vracht harde kunststoffen op 31 december 2020 wordt gelost op een recycling locatie, maar pas in januari 2021 verder wordt gerecycleerd. Dit hoeft echter niet tot extra complicaties te leiden, omdat mogelijke verschillen over de jaren heen namelijk tegen elkaar worden weggestreept en over de gehele looptijd van het project de cumulatief berekende CO_2 emissiereductie accuraat zal zijn.

Samenstelling van harde kunststoffen verandert

Het CO_2-equivalent is berekend op basis van de huidige samenstelling van de harde kunststoffen. Een projectrisico is dat het CO_2-equivalent wordt beïnvloed omdat de samenstelling in de loop der tijd verandert. Er is echter geen reden om aan te nemen dat deze samenstelling jaarlijks significant wijzigt. Het is bijvoorbeeld onwaarschijnlijk dat burgers jaarlijks een beduidend andere afvalstroom inleveren

[48] Essenscia Polymatters. (2020). Evolution in raw material price index, Price index for October 2020.
[49] https://www.rtlnieuws.nl/economie/bedrijven/artikel/5197828/opec-shell-pensioenfonds-lijden-lage-olieprijs-shell-akzonobel
[50] https://www.recyclepro.be/artikel/lage-olieprijs-zet-plastic-recycling-onder-druk/
[51] https://nrk.nl/nieuws/nieuwsbericht?newsitemid=3445424128

op een milieustraat. Dit wordt bijvoorbeeld bevestigd door het feit dat het percentage kunststof in huishoudelijk restafval stabiel is sinds 2012. [52] Hoewel dit een andere afvalstroom betreft geeft dit wel aan dat de samenstelling van afval niet onderhevig is aan sterke veranderingen. Het is gezien het beperkte risico daarom niet nodig om de samenstelling van de harde kunststoffen binnen de looptijd van het project opnieuw te testen.

Samenstelling van harde kunststoffen is lokaal anders

Een mogelijk projectrisico is dat de samenstelling van de harde kunststoffen lokaal verschilt. Dit risico is echter klein en niet aannemelijk. In de literatuur is er namelijk geen informatie te vinden over een lokale afwijkende samenstelling van harde kunststoffen. Daarnaast is het CO_2-equivalent berekend op basis van de samenstelling van harde kunststoffen die bij een recycler vanuit het hele land zijn aangeleverd, van Friesland tot Brabant. Dit betekent dat harde kunststoffen uit verschillende delen van Nederland onderdeel zijn geweest van de geteste samenstelling. Hieruit zijn geen lokale afwijkingen geconstateerd. Ten slotte is de harde kunststoffenstroom een dusdanig specifieke afgebakende stroom dat een lokale afwijking op polymeerniveau ook logischerwijs niet te verwachten is. Met andere woorden: er is geen reden om aan te nemen dat een burger in Brabant significant andere harde kunststoffen inlevert op een milieustraat dan een burger in Friesland.

Risico op fraude

Het risico op fraude is door de wijze van monitoring uitgesloten (zie hoofdstuk 8). Een recycler kan bijvoorbeeld geen koolstofcertificaten claimen over harde kunststoffen die buiten de projectgrens vallen, aangezien de administratie van input vrachten wordt gecontroleerd door een onafhankelijke verificatie- en validatieorganisatie. Daarnaast is het ook niet mogelijk om koolstofcertificaten te genereren terwijl de harde kunststoffen niet worden gerecycled. Er vindt namelijk een periodiek herhaald onderzoek plaats op locatie waarbij het recyclepercentage wordt bepaald en er eventueel een correctiefactor wordt gehanteerd. Hiermee krijgt elke projectaanvrager koolstofcertificaten aan de hand van haar eigen prestaties.

Literatuurlijst

Geraadpleegde websites:

http://werkboek.nrk.nl/bapps/imt/Processenbeschrijving-pre.asp?id=415&s=1&mo=6
https://www.verlosdezee.nl/zeeland/info-over-granulaat/845/#:~:text=Granulaat%20is%20materiaal%20in%20korrelvorm,gewenste%20vorm%20gespoten%20of%20geperst.
https://www.hetkanmetkunststof.nl/wat-is-plastic/
https://afvalonline.nl/artikel?id=7203
https://wetten.overheid.nl/BWBR0022830/2020-07-08
https://www.regiocontainer.nl/tarieven-milieustraat-2018
https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050
https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement
https://afvalfondsverpakkingen.nl/verpakkingen/alle-tarieven
https://veenendaal.raadsinformatie.nl/document/8182201/2/Technische_vragen_en_antwoorden_RV_Belastingverordeningen_2020
https://themasites.pbl.nl/balansvandeleefomgeving/jaargang-2018/themas/circulaire-economie/afvalproductie-en-afvalverwerking
https://www.nrk.nl/Content/Files/file/Downloads/Artikel%20Afzetmarkt%20kunststof%20recyclaat%20op%20hellend%20vlak.pdf
https://nationaleco2markt.nl/wp-content/uploads/2020/09/SNK-terms-and-conditions-23-September-2020.pdf
https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/

[52] Rijkswaterstaat. (2020). Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2019. Retrieved from https://www.afval circulair.nl/publish/pages/181399/samenstelling-van-het-huishoudelijk-restafval-2019.pdf

https://www.lma.nl/
https://www.vanmeijel.nl/en/nieuws/vanmeijel-lanceert-eerste-module-metacom-online-bizzstream
https://help.qlik.com/nl-NL/qlikview/April2020/Content/QV_HelpSites/QV_AtAGlance.htm
https://www.rtlnieuws.nl/economie/bedrijven/artikel/5197828/opec-shell-pensioenfonds-lijden-lage-olieprijs-shell-akzonobel
https://www.recyclepro.be/artikel/lage-olieprijs-zet-plastic-recycling-onder-druk/
https://www.nrc.nl/nieuws/2020/10/16/plastic-afval-hoe-een-nederlands-dropzakje-kon-eindigen-in-een-turkse-berm-a4016112
https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/08/rendement-en-co2-emissie-elekrtriciteitproductie-2018
https://www.linkedin.com/pulse/post-consumer-pre-consumer-post-industrial-waste-marcel-van-enckevort/
https://www.korrel.nl/eu-richtlijn-94-62/
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062&from=EN
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0852&from=NL
https://www.umpverpakkingen.nl/algemeen
https://wetten.overheid.nl/BWBR0035711/2020-07-01
https://www.bedrijfsafval.nl/pmd-container/
https://www.wastenet.nl/de-regels-voor-bedrijfsafval/
https://nrk.nl/nieuws/nieuwsbericht?newsitemid=3445424128
https://www.joostdevree.nl/shtmls/afvalenergiecentrale.shtml#:~:text=Een%20afvalenergiecentrale%20is%20een%20centrale,(meestal%20via%20een%20warmtenet).
https://pointer.kro-ncrv.nl/waarom-we-tonnen-plastic-afval-naar-het-buitenland-sturen
https://www.trouw.nl/buitenland/interpol-criminelen-misbruiken-crisis-in-verwerking-plasticafval~b4fd9745e/
https://www.rova.nl/inwoners/pagina/58/Alles-over-restafval

Onderzoeken en publicaties:

Alzerreca, M., Paris, M., Boyron, O., Orditz, D., Louarn, G., & Correc, O. (2015). Mechanical properties and molecular structures of virgin and recycled HDPE polymers used in gravity sewer systems. Polymer Testing, 46, 1–8. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2015.06.012

Benner, J.H.B., Otten, M.B.J., Wielders, L.M.L., & Vroomhof, J.T.W. (2007). CO2 kentallen afvalscheiding. CE Delft. Retrieved from https://www.yumpu.com/nl/document/read/19899334/rapport-co2-kentallen-afvalscheiding-tcm24-255007pdf

Berenschot. (2011). Onderzoek kunststof afdankstromen in Nederland. Retrieved from: https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Onderzoek%20kunststof%20afdankstromen%20in%20Nederland%20-%20december%202011.pdf

Bergsma, G., Bijleveld, M.M., Krutwagen, B.T.J.M. & Otten, M.B.J. (2011). LCA: recycling van kunststof verpakkingsafval uit huishoudens. CE Delft. Retrieved from: https://www.cedelft.eu/en/publications/download/1230

CBS. (2018). Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. Retrieved from: http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=83558NED&D1=1-36,121-156&D2=0&D3=11-23&HDR=G1,G2&STB=T&VW=T

Essenscia Polymatters. (2020). Evolution in raw material price index, Price index for February 2020.

European Environment Agency. (2020). Towards Zero Pollution in Europe. Retrieved from https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2020#:~:text=Moving%20towards%20zero%20pollution %20in,zero%2Dpollution%20ambition%20for%20Europe.&text=European%20Green%20Deal%3F ,EEA%20Signals%202020%20looks%20at%20pollution%20through%20different%20lenses%20related,Agency's%20work%20and%20EU%20legislation.

Inspectie leefomgeving en transport & Ministerie van infrastructuur en Waterstaat. (2014). Scheiding afvalstromen, scheiden van 18 stromen grof huishoudelijk afval op gemeentelijke milieustraten. Retrieved from https://docplayer.nl/9015919-Scheiding-afvalstromen.html

Jetten, L. (2014). Van Afval Naar Grondstof: Het sluiten van de Kunststofketen. DPI Value Centre. Retrieved from: https://kunststofkringloop.nl/wp-content/uploads/2014/05/Rapport-VANG-sluiten-van-de-kunststofketen-definitief-maart-20141.pdf

Levchik, S.V., & Weil, E.D. (2006) Flame Retardants in Commercial Use or in Advanced Development in Polycarbonates and Polycarbonate Blends. Journal of Fire Sciences. 2006;24(2):137-151. doi:10.1177/0734904106055997

Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat. (2016). Nederland Circulair in 2050; Rijks breed programma Circulaire Economie. Retrieved from https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in 2050#:~:text=In%20het%20Rijksbrede%20programma%20Nederland,en%20diensten%20om%20te%20gaan.

NEW_InnoNet. (2020). Report summarising the analysis of the plastic packaging value chain. Retrieved from http://www.newinnonet.eu/downloads/D%202.4_RP_Report%20summarising%20the%20analysis%20of%20the%20plastic%20packaging%20value%20chain2.pdf

Plastics Europe & NRK. (2018). Een nieuwe kijk op kunststof en rubber. Feiten & Cijfers, Retrieved from https://www.kunststofoveral.nl/uploads/moxiemanager/papers_rethink/Thema-paper-Een_nieuwe_kijk_op_kunststof.pdf

Rijkswaterstaat. (2018). Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2017. Retrieved from https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/linkportaal/publicaties/downloads/downloads-0/afvalverwerking-8/

Rijkswaterstaat. (2019). Heffing op import CO2 vervanging energie. Retrieved from: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/11/04/co2-berekening-rws

Rijkswaterstaat. (2020). Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2019. Retrieved from https://www.afvalcirculair.nl/publish/pages/181399/samenstelling-van-het-huishoudelijk-restafval-2019.pdf\

Royal Haskoning. (2017). Status inzameling grof huishoudelijk afval op milieustraten. Retrieved from: https://zoek.officiele bekendmakingen.nl/blg-828589.pdf

Sastri, V. R. (2014). Plastics in Medical Devices. https://doi.org/10.1016/C2012-0-05946-7

Siebens, K. (2018) Sorteeranalyse van bedrijfsrestafval ingezameld door private inzamelaars. Ovam. Retrieved from: https://ovam.be/sites/default/files/atoms/files/Eindrapport_Sorteeranalyse_Bedrijfsrestafval_20180320.pdf

Snijder, L., & Nusselder, S. (2019). Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland. CE Delft. Retrieved from https://www.ce.nl/publicaties/download/2736

Stichting Nationale Milieudatabase. (2020). Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. v3.0. Retrieved from https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2020/07/Bepalingsmethode-Milieuprestatie-Bouwwerken-juli-2020.pdf

Stichting Nationale Koolstofmarkt. (2020). Methode voor vaststelling van emissiereductie CO2-eq.

Stichting Nationale Koolstofmarkt. (2019). Additionaliteit van emissiereducties.

Tukker, A., Groot, H. De, Simons, I., & Wiegersma, S. (1999). Chemical Recycling of Plastics Waste (PVC and other resins). In TNO Institute of Strategy, Technology and Policy. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pvc/chem_recycle.pdf

Van Engelen, A., Romijn, S., Schrauwen, A., & Troelstra, W. (2016).. Kansen voor minder restafval bij negen KWD sectoren. Rotterdam: Stichting Stimular. Retrieved from: https://vangbuitenshuis.nl/publish/pages/156250/onderzoek_kwd-sector_1_overkoepelend_rapport_-_stimular_okt2016.pdf

Weidema, B. P., Bauer, C., Hischier, R., Mutel, C., Nemecek, T., Reinhard, J., … Wernet, G. (2013). Overview and methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3. Ecoinvent Report 1 (v3). In Swiss Center For Life Cycle Inventories (Vol. 3). Retrieved from http://www.ecoinvent.org/database/methodology-of-ecoinvent-3/methodology-of-ecoinvent-3.html

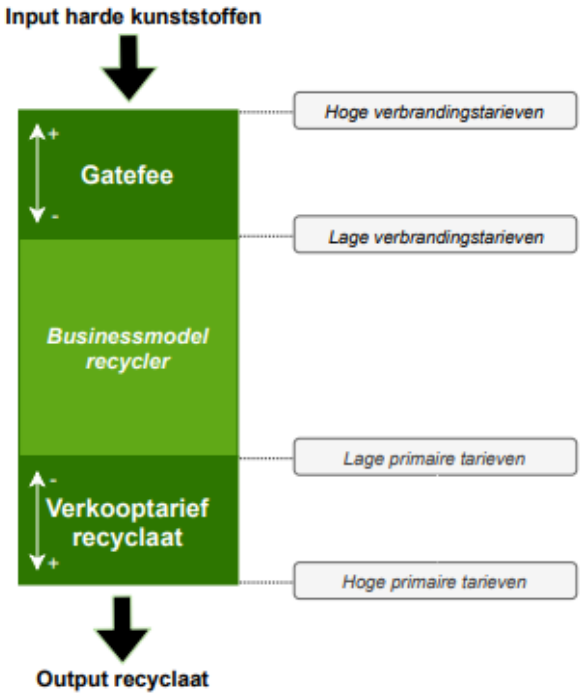
Zijlema, P. J. (2020). Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2-emissiefactoren, versie januari 2020 concept.

Bijlage 1: Businessmodel

Het businessmodel van een harde kunststoffen recycler wordt voornamelijk beïnvloed door twee factoren, namelijk afvalkosten en de prijzen van primaire kunststoffen (figuur 6).

Afvalkosten zijn de kosten van het alternatief voor recycling, in dit geval dus afvalenergiecentrales. Recycling wordt aantrekkelijker als de afvalkosten (lees: verbrandingstarieven) hoog zijn.[53] Hoe hoger de afvalkosten, hoe meer ruimte een recycler heeft om een gatefee te vragen voor de input (de toeleverancier van harde kunststoffen betaalt bij een gatefee de recycler). Koolstofcertificaten geven extra financiële mogelijkheden voor recyclers in de concurrentie met afvalenergiecentrales om input materiaal. De gatefee kan bijvoorbeeld worden verlaagd om daarmee toeleveranciers te stimuleren harde kunststoffen aan te leveren bij een recycler in plaats van de afvalenergiecentrale. Bovendien kunnen de inkomsten uit koolstofcertificaten worden gebruikt om verder te investeren, waardoor het recyclepercentage kan worden vergroot.

De prijzen van primaire kunststoffen bepalen tot op heden de vraag en verkoopprijzen van het output recyclaat.[54] Bij hoge tarieven van primaire kunststoffen stijgen de verkooptarieven van recyclaat, terwijl dalende primaire tarieven de verkoop van recyclaat onder druk zet.



*Figuur 6: schematische weergave van het businessmodel**

*Het businessmodel wordt in dit methodedocument niet getoetst. Wel wordt in dit methodedocument d.m.v. het businessmodel een zo compleet mogelijk beeld geschetst van de huidige situatie waarin recyclers van harde kunststoffen acteren.

[53] https://themasites.pbl.nl/balansvandeleefomgeving/jaargang-2018/themas/circulaire-economie/afvalproductie-en-afvalverwerking

[54] https://www.nrk.nl/Content/Files/file/Downloads/Artikel%20Afzetmarkt%20kunststof%20recyclaat%20op%20hellend%20vlak.pdf

Bijlage 2: Marktverkenning

Voor deze verkenning is er onder andere gebruik gemaakt van een recent onderzoek van CE Delft.[10] De conclusie staat weergegeven in tabel 18, waarna de categorieën in detail verder worden toegelicht.

Tabel 18: Marktverkenning harde kunststoffen in Nederland (volumes worden weergegeven in Kton)

Categorie	Volume afval	Volume gerecycled
Milieustraten	40	16
Bouw- en sloopafval	45	7
Handel, diensten en overheid (KWD)	44	0
Totaal	**129**	**23**

Milieustraten

Grote harde plastic gebruiksvoorwerpen worden door huishoudens apart ingezameld op een gemeentelijke milieustraat. Jaarlijks komt er 40 Kton van dit materiaal als afval vrij, waarvan 24 Kton apart wordt ingezameld.[10 55] CE Delft geeft aan dat er onduidelijkheid is over de verdere recycling van dit ingezamelde materiaal en neemt aan dat 100% wordt gerecycled.[10] Uit de sorteerproeven en de berekening van TNO blijkt echter dat 66% van dit materiaal werkelijk wordt gerecycled. Dit komt overeen met het VANG-rapport die aangeeft dat het maximale recyclepercentage voor kunststof tussen de 50%-70% ligt.[56]

Volume harde kunststoffen wat als afval vrijkomt: 40 Kton
Volume harde kunststoffen gerecycled = 24 Kton * 66% = 16 Kton

Bouw- en sloopafval

Jaarlijks komt er 68 Kton aan plastic afval uit de bouw vrij, waarvan volgens een studie 17 Kton wordt gerecycled. [10 19] Het aandeel harde kunststoffen binnen de toegepaste kunststoffen in de bouw is 66%.[19] De studie noemt zelf dat er in werkelijkheid minder volume wordt gerecycled in verband met het verschil in meetmoment (input of output). Dit wordt bevestigd in de berekening van TNO waaruit blijkt dat 66% van dit materiaal werkelijk wordt gerecycled, overeenkomstig het VANG rapport.[56]

Volume harde kunststoffen wat als afval vrijkomt: 68 Kton * 66% = 45 Kton
Volume harde kunststoffen gerecycled = 17 Kton * 66% * 66% = 7 Kton

Kantoor-, werken- en dienstenafval (KWD)

In het KWD-afval wordt vaak alleen papier en karton apart ingezameld. Het overige afval is te duur om apart in te zamelen en verdwijnt daarom in het bedrijfsrestafval welke wordt verbrand.[57 58 59] Jaarlijks

[55] CBS. (2018). Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. Retrieved from: http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA =83558NED&D1=1-36,121-156&D2=0&D3=11-23&HDR=G1,G2&STB=T&VW=T

[56] Jetten, L. (2014). Van Afval Naar Grondstof: Het sluiten van de Kunststofketen. DPI Value Centre. Retrieved from: https://kunst stofkringloop.nl/wp-content/uploads/2014/05/Rapport-VANG-sluiten-van-de-kunststofketen-definitief-maart-20141.pdf

[57] https://www.bedrijfsafval.nl/pmd-container/

[58] Van Engelen, A., Romijn, S., Schrauwen, A., & Troelstra, W. (2016).. Kansen voor minder restafval bij negen KWD sectoren. Rotterdam: Stichting Stimular. Retrieved from: https://vangbuitenshuis.nl/publish/pages/156250/onderzoek_kwd-sector_1_overkoepelend _rapport_-_stimular_okt2016.pdf

[59] https://www.wastenet.nl/de-regels-voor-bedrijfsafval/

betreft dit 585 Kton.[10 60] Daarnaast wordt er ook nog eens 155 Kton gestort.[60] Het aandeel harde kunststoffen binnen het bedrijfsrestafval is 6%.[61]

Volume harde kunststoffen wat als afval vrijkomt: (585 Kton + 155 Kton) * 6% = 44 Kton
Volume harde kunststoffen gerecycled = 0 Kton

[60] Rijkswaterstaat. (2018). Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2017. Retrieved from https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/ linkportaal/publicaties/downloads/downloads-0/afvalverwerking-8/

[61] Siebens, K. (2018) Sorteeranalyse van bedrijfsrestafval ingezameld door private inzamelaars. Ovam. Retrieved from: https://ovam.be/ sites/default/files/atoms/files/Eindrapport_Sorteeranalyse_Bedrijfsrestafval_20180320.pdf