



Methodiek duurzaam aanbesteden afval

Opgesplitst in een basismethodiek en
een gedetailleerde methodiek update
2021



CE Delft

Committed to the Environment

Methodiek duurzaam aanbesteden afval

Opgesplitst in een basismethodiek en een gedetailleerde methodiek update 2021

Dit rapport is geschreven door:
Geert Bergsma

Delft, CE Delft, januari 2021

Publicatienummer: 21.200151.001

Gemeenten / Koop / Duurzaam / Diensten / Huishoudelijk afval / Afvalverwerking / Prijsstelling / Kwaliteit / Meetmethode / VT: Aanbesteden

Opdrachtgever: Attero

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Geert Bergsma](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

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



Inhoud

1	Introductie	3
2	Terminologie	5
3	Te beoordelen verwerkingsmethoden	6
	3.1 Huishoudelijk restafval	6
	3.2 Plastic, metaal en drankenkartons (PMD) afval	10
	3.3 Groente-, fruit- en tuinafval (GFT)	12
4	Bestaande handvatten/methodieken	15
	4.1 Klimaatmonitor	15
	4.2 EpE-protocol	16
	4.3 CO ₂ -emissiefactoren.nl	16
	4.4 Energie-efficiëntieplan (EEP) en de GER-waardenlijst	17
	4.5 CO ₂ -tool GFT-verwerking	17
	4.6 NVRD/LCKV Handreiking: Sorteren en vermarkten kunststofverpakkingsmateriaal	17
	4.7 MVI-richtlijnen	18
	4.8 Het derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP3)	18
	4.9 Green Deal Bodemassen	19
5	Voorstel methodieken	20
	5.1 Methodieken samengevat: Basis- en gedetailleerde methodiek	20
	5.2 Aanbestedingsmethode	20
	5.3 Vaststellen CO ₂ -emissiereductie	21
	5.4 Controle van ingediende gegevens	28
	5.5 Garantie milieuwinst	29
A	Weegfactoren basismethodiek	30
B	Kengetallen gedetailleerde methodiek	35
C	Rekenvoorbeelden methodiek	37
D	Update historie	38
	D.1 Updates Versie 2021 t.o.v. Versie 1.1 (in 2020)	38
	D.2 Update Versie 1.1 t.o.v. Versie 1.0 (in 2019)	38



1 Introductie

Er is steeds meer aandacht voor duurzaamheid. In het Rijksoverheidsbeleid spelen met name de duurzaamheidsthema's klimaat, energie en grondstoffen een grote rol. Zo is het Rijksbrede programma circulaire economie in 2016 van start gegaan (50% minder grondstoffengebruik in 2030) en heeft het nieuwe kabinet in 2017 ambitieuze klimaatdoelstellingen gesteld (49% minder broeikasgasemissies in 2030). Het kabinet heeft zich ook aangesloten bij de Parijsdoelstellingen om het klimaatbeleid te richten op maximaal 2°C opwarming van de aarde, en waar mogelijk op 1,5°C.

In december 2016 is ook het Manifest MVI voor het eerst ondertekend. Inmiddels hebben ook een groot aantal overheidslagen (ministeries, provincies, waterschappen en gemeenten) dit manifest ondertekend. In het manifest zijn ambities vastgelegd die verder gaan dan het toepassen van minimumeisen voor duurzaam inkopen. Een aantal van de ondertekenaars is ook actief op het gebied van circulair inkopen en hebben de Green Deal circulair inkopen getekend. Voor veel productgroepen zoals catering, elektriciteit en transport zijn er in MVI-kader officiële criteriadocumenten, deze worden beheerd door het ministerie van BZK. Voor afvalverwerking dat door gemeenten wordt aanbesteed bestaat geen criteriadocument.

Ondanks al deze landelijke en regionale initiatieven en ambities houden niet alle gemeenten rekening met duurzaamheid bij het inkopen van afvalverwerking van huishoudelijk afval en de gemeenten die dit wel doen vinden duurzaam aanbesteden van afval complex. Dit terwijl verschillende duurzaamheidsthema's zoals klimaat, energie en grondstoffen (circulaire economie) samenkomen in afvalbeleid. Een MVI-criteriadocument en aanbestedingsleidraad voor gemeenten waarin energie en grondstofaspecten goed worden afgewogen zou daarom interessant zijn.

Attero heeft CE Delft daarom gevraagd om na te denken over een mogelijke methodiek voor het duurzaam aanbesteden van de volgende afvalstromen:

- huishoudelijk restafval;
- groente-, fruit- en tuinafval (GFT-afval);
- plastic, metaal en drankenkartons (PMD) afval.

Eind 2018 is de eerste versie van deze methodiek uitgebracht. In dit rapport vindt u de update hiervan voor 2021.

Twee methodiekvarianten: basismethodiek en gedetailleerde methodiek

Bij sommige aanbestedingen worden duurzaamheidselementen kwantitatief ingezet. Hierbij moeten inschrijvende partijen naast kwantitatieve financiële gegevens ook kwantitatieve gegevens opleveren over sociale en milieukundige duurzaamheid. Bij deze aanpak is de hier gepresenteerde **gedetailleerde methodiek** het meest geschikt. Alhoewel hij gedetailleerd is, is hij wel zo behapbaar mogelijk gehouden. Voor bijzondere cases is maatwerk nog steeds een optie.

Bij andere aanbestedingen worden kwaliteit, sociale en duurzaamheidsaspecten minder kwantitatief meegenomen en wordt gevraagd naar een aantal aspecten (bijv. met behulp van een afvinklijst). De hier gepresenteerde **basismethodiek** past goed bij deze manier van aanbesteden.

Methodiek als aanzet voor een MVI-criteriadocument en handreiking op PIANOo

De hier gepresenteerde methodiek kan gezien worden als aanzet voor een MVI-criteriadocument en een handreiking voor het aanbesteden van afval. De gepresenteerde methodiek is nu al toepasbaar door gemeenten. Er is echter nog geen afstemming geweest met de afvalsector, gemeenten en andere belanghebbenden over de methodiek. De gepresenteerde methodiek zal in een vervolg in samenwerking met verschillende organisaties verder ontwikkeld moeten worden tot een gedragen en praktisch toepasbare methodiek.

Leeswijzer

- Hoofdstuk 3, gaat in op de (duurzaamheid van de) huidige toegepaste afvalverwerkingsmethoden;
- Hoofdstuk 4, geeft een overzicht van de bestaande handvatten waarbij de te ontwikkelen methodiek kan of zou moeten aansluiten;
- Hoofdstuk 5, introduceert twee mogelijke methodieken die toegankelijk zijn voor Nederlandse gemeenten: een basismethodiek en een gedetailleerde methodiek.

De volgorde van de hoofdstukken is erop gericht om inzicht te geven in hoe de voorgestelde methodieken tot stand zijn gekomen. In een eventueel later te maken handleiding zou het huidige Hoofdstuk 5 (methodieken) centraal staan en zouden de overige hoofdstukken bijlagen kunnen zijn.

Versie 2021

In Bijlage D is aangegeven wat de aanpassingen zijn die doorgevoerd zijn in deze versie 2021 ten opzichte van Versie 1.0 en Versie 1.1.

2 Terminologie

Terminologie	
AEC	Afval- en energiecentrale
EEP	Energie-efficiëntieplan
EpE	Entreprises pour l'environnement
GER	Gross Energy Requirement
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval
MVI	Maatschappelijk verantwoord inkopen
ONF	Organische Natte Fractie
PMD-afval	Plastic, metaal en drankenkartons (PMD) afval. Hiervoor wordt ook wel de term PBD-afval gebruikt.
Restafval	Huishoudelijk afval dat niet gescheiden wordt ingezameld
WAR	Werkgroep Afvalregistratie, werkgroep van Rijkswaterstaat
Wkk-installatie	Warmtekrachtkoppelingsinstallatie

3 Te beoordelen verwerkingsmethoden

Voor een relatief eenvoudig aanbestedingsmodel is het zaak om de nadruk te leggen op een aantal factoren die een grote invloed hebben op het verschil in duurzaamheid tussen verschillende verwerkingsmethoden voor restafval, PMD-afval en GFT. Daarom kijken we in dit hoofdstuk naar de duurzaamheid van de verwerkingsmethoden die worden toegepast voor deze drie Nederlandse afvalfracties. Hierbij maken we gebruik van openbaar beschikbare gegevens waaronder eerder uitgevoerde analyses door CE Delft.

3.1 Huishoudelijk restafval

Nederlands restafval wordt op dit moment op twee verschillende manieren verwerkt:

- verwerking in een AEC inclusief metaalterugwinning uit bodemas;
 - nascheiding van materiaal uit huishoudelijk restafval alvorens het residu naar een AEC gaat.
- In beide gevallen gaat het hierbij om totaaloplossingen; het verwerken van al het ingezamelde restafval.

Huidige verwerking: AEC

Het belangrijkste onderscheid dat gemaakt kan worden tussen verschillende AECs is het verschil in energieproductie uit afval; de ene AEC heeft een grotere efficiëntie in energierterugwinning dan de ander. Tabel 1 geeft het netto thermisch en elektrisch rendement weer evenals het totaal rendement van Nederlandse AECs in 2015.

Alle Nederlandse AECs voor de verwerking van stedelijk afval (waaronder huishoudelijk restafval) hebben een R1-status, dit betekent dat er een bepaalde mate van energierterugwinning plaatsvindt en de installaties dus aangemerkt kunnen worden als installatie voor nuttige toepassing. Het netto energierendement komt (gedeeltelijk¹) tot uitdrukking in de R1-waarde die voor het verkrijgen van deze status bepaald moet worden.

Tabel 1 - Netto elektrisch en thermisch rendement van Nederlandse AECs in 2015 onderverdeeld in laag, gemiddeld en hoog rendement

	Laag rendement	Gemiddeld rendement	Hoog rendement
Netto-elektrisch rendement	19%	15%	11%
Netto-thermisch rendement	8%	28%	53%
Totaal	27%	43%	65%

Bron: Rapportage van RWS aan CE Delft, 2017.

Een ander verschil in AECs is het verschil in terugwinning van ferro en non-ferrometaal uit bodemas. De terugwinning is verplicht maar de terugwinrendementen verschillen per AEC. Gemiddeld werd in 2015 95% van ferrometaal uit bodemas teruggewonnen evenals 75% non-ferro materiaal (aluminium, koper en zink)².

¹ De R1-formule is geen berekening van de fysieke energie-efficiëntie van een installatie, maar geldt als een performance indicator voor de mate van energierterugwinning uit verbrand afval, zo wordt aangegeven in de EU Waste Directive.

² Zoals gerapporteerd door het Afvalfonds in de Monitoringsrapportage verpakkingen over 2015.

Huidige verwerking: nascheiding en verwerking residu in AEC

In Nederland zijn op dit moment vijf nascheiders actief: Attero, Omrin, AVR, AEB en HVC. Attero heeft twee nascheidingsinstallaties (één in Wijster en één in Groningen), de overige hebben er één. Hiernaast is ook AVR bezig met het opzetten van een tweede nascheidingslijn.

Nascheidingsinstallaties verschillen van elkaar in de mate van terugwinning van verschillende materialen, de hoeveelheid biogas of groengas die geproduceerd wordt en de hoeveelheid hulpstoffen en energie die nodig zijn voor het scheidingsproces. Een belangrijk onderscheid dat gemaakt kan worden is of organisch materiaal wél of niet vergist wordt. Vergisting vindt wél plaats bij Attero en Omrin maar staat (nog) niet in de planning bij AEB, AVR en HVC.

Het restafval wordt in de praktijk uitgesorteerd in maximaal de volgende fracties:

- DKR-310: Kunststoffolieverpakkingen;
- DKR-324: PP-kunststofverpakkingen;
- DKR-328: PET-kunststofverpakkingen;
- KIDV 05/2016: PET-schalen;
- DKR-329: PE-kunststofverpakkingen;
- DKR-350: Mix van kunststofverpakkingen;
- DKR-510: Drankenkartons;
- Ferrometaal;
- Non-ferrometaal.

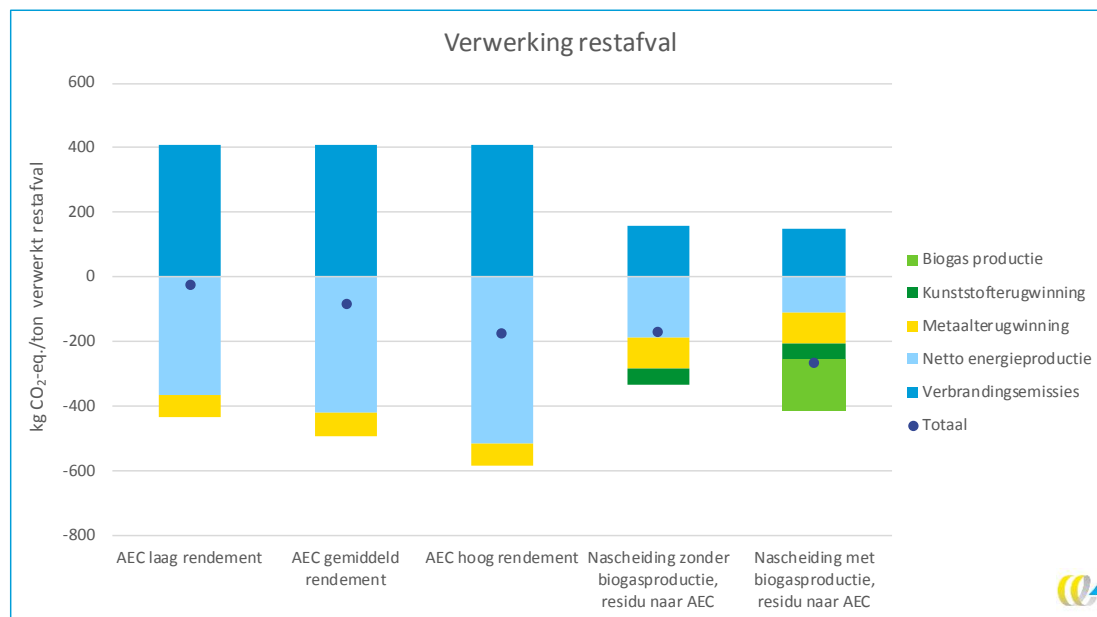
Naast deze fracties wordt er ook energie teruggewonnen door verwerking van het residu in een AEC en door vergisting van de organische fractie tot biogas. ONF-vergisting levert meer energie op dan de verbranding van ONF. Dat komt omdat de ONF-fractie in een vergistingsinstallatie efficiënter wordt omgezet in energie dan bij verbranding in een AEC. Het residu uit ONF-vergisting gaat wel naar een AEC om te worden verbrand. Bij ONF-vergisting wordt er dus, anders dan bij vergisting van GFT, geen compost geproduceerd. De biogasopbrengst van ONF-vergisting is wél een stuk hoger dan bij vergisting van GFT omdat ONF een hoger gehalte organisch stof bevat.

Al deze materiaalfracties en de energieterrugwinning leveren een milieuvoordeel op. Het milieuvoordeel verschilt per fractie.

Duurzaamheid van huidige verwerking

CE Delft heeft eerder studies uitgevoerd waarin de verwerking van restafval aan bod komt. Op basis van deze studies maken we een vergelijking tussen de twee verschillende verwerkingsmethoden. Uit Figuur 1 wordt duidelijk dat een onderscheid gemaakt kan worden tussen enkel verwerking in een AEC en nascheiding gecombineerd met verwerking van het residu in een AEC op basis van de klimaatimpact van beiden verwerkingsmethoden. Vergelijking op basis van klimaatimpact laat ook helder het voordeel zien van grondstoffenterugwinning en energieproductie. Op basis hiervan kan de conclusie getrokken worden dat over het algemeen verwerking van restafval via nascheiding in combinatie met verwerking van het residu in een AEC nu 'duurzamer' is dan enkel verwerking in een AEC.

Figuur 1 - Klimaatimpact van huidige verwerking restafval (update 2021) (nascheiding bij AEC met gemiddeld rendement)



Toelichting: De stip geeft de totaalwaarde weer, hoe lager deze stip hoe beter de verwerkingsmethode is voor het klimaat. In deze 2021-versie zijn de scores verschoven ten opzichte van de Versie 1.0/1.1 door het aanpassen van de CO₂-factor voor elektriciteit van 0,413 kg CO₂/kWh en door correctie van het biotisch aandeel in de CO₂-emissie van AECs van 53 naar 63%. Ook is het RWS-afvalmodel nu gebruikt voor de directe emissies van Nederlandse afval in een AEC.

Figuur 1 laat verder zien dat de volgende factoren belangrijk zijn in de vergelijking tussen huidige verschillende vormen van restafval verwerking:

- rendement van de AEC;
- het energie- en grondstoffenverbruik tijdens het verwerkingsproces;
- de aan-/afwezigheid van biogasproductie en de hoeveelheid geproduceerd biogas;
- de mate van metaalterugwinning;
- de mate van kunststofterugwinning.

De directe bruto niet biotische CO₂-eq.-emissies met een biotisch deel van 63% zijn op basis van gemiddeld Nederlands restafval berekend op 407 kg CO₂-eq. per ton afval in het afvalmodel dat RWS hiervoor hanteert zoals o.a. gerapporteerd in de "Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren, versie januari 2020".

Drankenkartonterugwinning is niet terug te zien in de vergelijking door de lage klimaatwinst per ton drankenkarton teruggewonnen en het lage aandeel drankenkartons in restafval.

De klimaatimpact van afvaltransport

In de gepresenteerde gegevens in Figuur 1 is transport van de verschillende fracties meegenomen. Deze maken geen significant onderdeel uit van de klimaatimpact. Ter illustratie; bij het transporteren van 100 kg kunststof voor 500 km (van Nederland naar Oost-Duitsland) wordt ongeveer 6 kg CO₂-eq. uitgestoten. Dat is een stuk minder dan het voordeel dat er te behalen is bij het goed uitsorteren van de kunststoffen (ongeveer 60 kg CO₂-eq.). Daarnaast zal de transportafstand ook niet significant afwijken tussen verschillende verwerkers. In een basis aanbestedingsmethodiek is het opnemen van

afvaltransport daarom niet nodig, in een gedetailleerdere methodiek kan deze wel worden opgenomen.

Toekomstige ontwikkeling restafvalverwerking

Meerdere AECs doen onderzoek naar het toepassen van CO₂-afvang. Deze CO₂ kan na afvang óf worden opgeslagen (CCS) óf worden toegepast in een andere toepassing (CCU). Afhankelijk van de toepassing van de CO₂ kunnen broeikasgasemissies vermeden worden. Uit een recent uitgevoerde studie door CE Delft voor het toepassen van CCU voor het CO₂-smartgrid blijkt dat er per ton afgevangen CO₂ in het geval van CCS ongeveer 800 kg CO₂-eq.-emissie vermeden wordt en dat er bij toepassing in CCU tussen de 400 en 950 kg CO₂-eq.-emissie vermeden kan worden maar dat het ook tot meer emissie kan leiden dan er afgevangen worden. Het vermijden van 675 kg CO₂-eq. per ton afgevangen CO₂ is een realistische inschatting.

Voor CO₂-afvang en -toepassing geldt dus dat het tot CO₂-emissiereductie kan leiden, maar dat dit het gebruik van fossiele grondstofvoorraden niet vermindert. Daarnaast zien sommige partijen CO₂-afvang niet als een structurele CO₂-emissiereductie omdat het huidige proces in stand wordt gehouden en er enkel een 'end-of-pipe'-oplossing wordt toegepast. Ook is bij CO₂-afvang en gebruik de reductie vrijwel nooit 100% maar varieert deze tussen de 40 en 95%. In een aanbestedingsmethodiek is het daarom aan te bevelen om CO₂-emissiereductie door CO₂-afvang minder zwaar mee te tellen dan bijvoorbeeld grondstofterugwinning. Een factor 0,5 lijkt hiermee redelijk. Dit is een beleidsmatige afweging die verder wordt toegelicht in Paragraaf 3.3. Hiermee wordt de gemiddelde CO₂-reductie van 67,5% afgewaardeerd naar 50% (25% minder zwaar).

Daarnaast zijn er plannen voor het terugwinnen van meer stromen uit restafval zoals glas, papier en luiers. Ook deze toekomstige ontwikkeling moet meegenomen worden in een aanbestedingsmethodiek om deze toekomstbestendig te maken. In Tabel 2 is te zien dat niet al deze toekomstige ontwikkelingen in terugwinning van materiaal leiden tot een grote CO₂-emissiereductie, zelfs niet bij 100% terugwinning.

Tabel 2 - Maximale CO₂-emissiereductie bij 100% uitsortering van materiaal door grondstofbesparing

Grondstofterugwinning	Hoeveelheid in restafval kg/ton restafval (1)	Emissiereductie door grondstofbesparing kg CO ₂ -eq./kg materiaal (2)	Max. emissiereductie bij 100% uitsortering kg CO ₂ -eq./ton restafval
Glas als glas	53 kg	0,477 kg	25 kg
Glas als bouw materiaal	53 kg	~ 0 kg	~ 0 kg
Luiers	60 kg	0,104 kg	5 kg
Metaal	43 kg	2,386 kg	100 kg
Kunststof	140 kg	1,000 kg	150 kg
Papier	210 kg	(3)	(3)

(1) Gebaseerd op driejaarlijks gemiddelde samenstelling Nederlands restafval, 2015. Gepubliceerd door Rijkswaterstaat.

(2) Zie Bijlage A. Metaal is een gewogen gemiddelde van ferro en non-ferrometaal.

(3) Waarde afhankelijk van het toepassingsgebied en vooral afhankelijk van andere milieueffecten.

Tot slot wordt er gesproken over toetreding van nieuwe verwerkingsmethoden op de markt voor restafvalverwerking, het gaat hierbij o.a. om natte nascheiding-, vergassing-, pyrolyse- of plasma-technieken. Deze technieken zijn niet meegenomen in dit document omdat ze nog niet worden toegepast voor Nederlands huishoudelijk restafval. Aanbestedingen waarbij dit soort technieken meedingen vragen om maatwerk.

3.2 Plastic, metaal en drankenkartons (PMD) afval

Nederlands PMD-afval wordt op dit moment niet op (heel) uiteenlopende manieren verwerkt. Er zijn wel verschillende spelers op de markt waarbij SUEZ, PreZero en Attero (locatie Wijster) het grootste marktaandeel hebben.

PMD-afval wordt meestal uitgesorteerd in de volgende fracties:

- DKR-310: Kunststoffolieverpakkingen;
- DKR-324: PP-kunststofverpakkingen;
- DKR-328: PET-kunststofverpakkingen;
- KIDV 05/2016: PET-schalen;
- DKR-329: PE-kunststofverpakkingen;
- DKR-350: Mix van kunststofverpakkingen;
- DKR-510: Drankenkartons;
- ferrometaal;
- non-ferrometaal.

Naast deze fracties wordt er ook energie teruggewonnen door verwerking van het residu in een AEC. Al deze materiaalfracties en de energieterrugwinning leveren een milieuvoordeel op. Het milieuvoordeel verschilt per fractie.

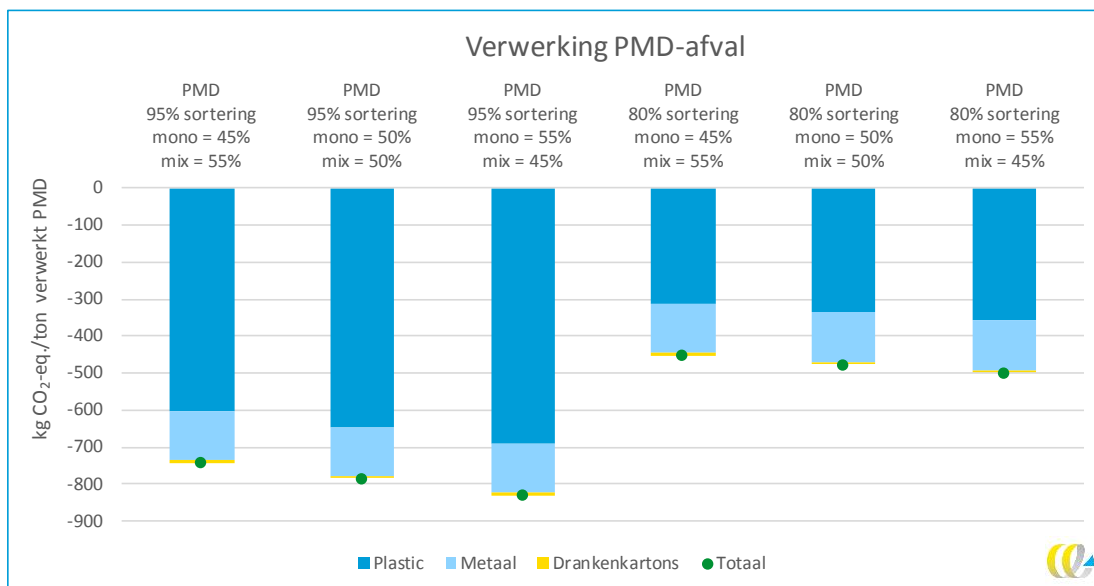
Duurzaamheid van huidige verwerking

De verwerkingsmethoden van PMD-afval verschillen niet zoveel als bij huishoudelijk restafval het geval is. PMD-afvalscheidingsinstallaties gebruiken weinig energie in verhouding met het energiegebruik in de verdere keten van verwerking van uitgesorteerde kunststof-, metaal- en drankenkartonfracties. De belangrijkste parameters voor de duurzaamheid van PMD-afvalverwerking zijn:

- de hoeveelheid materiaal die uitgesorteerd wordt;
- de kwaliteit van het gesorteerde materiaal.

Figuur 2 laat zien dat het verschil tussen verwerkingsmethodes vooral zit in het sorteerrendement van kunststof. De terugwinning van drankenkartons maakt voor de klimaatimpact niet veel uit. Verder laat Figuur 2 zien dat een verschuiving van uitsortering kunststof van gemixte kunststof (DKR-350) naar mono-kunststofstromen voordelig is voor het klimaat. Omdat DKR-350 echter ook gedeeltelijk tropisch hardhout vervangt dat een relatief groot biodiversiteitseffect heeft, maakt in een bredere milieuanalyse het verschuiven van mono naar mix milieukundig weinig uit. We gaan daarom verder niet in op het aandeel mono/mix ook omdat de impact van kwaliteit van het materiaal kleiner is dan die van het sorteerrendement. Economisch is de verhouding tussen mono- en mixstromen wel een relevant punt (een monostroom levert veelal geld op, een mixstroom kost geld). Dat zal naar voren komen in een aanbesteding als economische factor bij het bepalen van een aanbiedingsprijs.

Figuur 2 - Klimaatimpact van verwerking PMD-afval



Het scheidingsrendement van PMD-afvalinstallaties wordt deels gestuurd door economische overwegingen. Wordt er meer betaald voor de PMD-afvalverwerking dan kan de band door de installatie langzamer lopen of kan een fractie meerdere keren over de band gehaald worden om zo een hoger scheidingsrendement te halen.

Scheidingsrendement lastig te bepalen

Om de duurzaamheid van installaties te vergelijken zal dus vergelijking gemaakt moeten worden van het daadwerkelijk behaalde scheidingsrendement van kunststof. Dit scheidingsrendement hangt met name af van economische overwegingen omdat verschillende verwerkers gebruik maken van vergelijkbare apparatuur. Het scheidingsrendement is echter lastig te bepalen bij inschrijving en lastig te controleren na gunning door de wisselende samenstelling van PMD-afval over een aanbestedingsperiode.

In een basismethodiek kan het stimuleren van een hoog sorteerrendement en hoge kwaliteit van de gesorteerde stromen als economische overweging worden meegegeven aan sorteerdere door ook de vermarkting van de gesorteerde stromen mee te nemen in de aanbesteding. Als de sorteerder de vermarkting zelf kan uitvoeren en hiervoor de vermarktungskostenvergoeding van het Afvalfonds een-op-een van de gemeente doorgesluisd krijgt, dan is er een economische prikkel om beter te sorteren.

In een gedetailleerde methodiek is wel ruimte voor het controleren van een scheidingsrendement en de daadwerkelijke afscheiding van grondstoffen.

De klimaatimpact van afvaltransport

In de gepresenteerde gegevens in Figuur 2 is transport van de verschillende fracties meegenomen. Deze maken geen significant onderdeel uit van de klimaatimpact. Ter illustratie; bij het transporteren van één ton PMD-afval voor 500 km (van Nederland naar Oost-Duitsland) wordt ongeveer 60 kg CO₂-eq. uitgestoten. Dat is een stuk minder dan het voordeel dat er te behalen is bij het goed

uitsorteren van bijvoorbeeld metaal. Daarnaast zal de transportafstand ook niet significant afwijken tussen verschillende verwerkers. In een basis aanbestedingsmethodiek is het opnemen van afvaltransport daarom niet nodig, in een gedetailleerdere methodiek kan deze wel worden opgenomen.

3.3 Groente-, fruit- en tuinafval (GFT)

Nederlands GFT wordt op twee verschillende manieren verwerkt, in lijn met de minimumstandaard die gedefinieerd is in LAP3:

- compostering;
- vergisting met nacompostering.

Het geproduceerde biogas uit vergisting wordt of toegepast in een wkk-installatie voor de productie van warmte en elektriciteit óf wordt opgewerkt tot groengas, eventueel in combinatie met afvang en verkoop van CO₂.

Duurzaamheid van huidige verwerking op basis van WAR-cijfers

Figuur 3 laat een vergelijking van de verschillende toegepaste verwerkingsmethoden voor GFT zien. Voor het definiëren van de verschillende varianten is gekeken naar de meest recente WAR-cijfers. Hierbij is uitgegaan van:

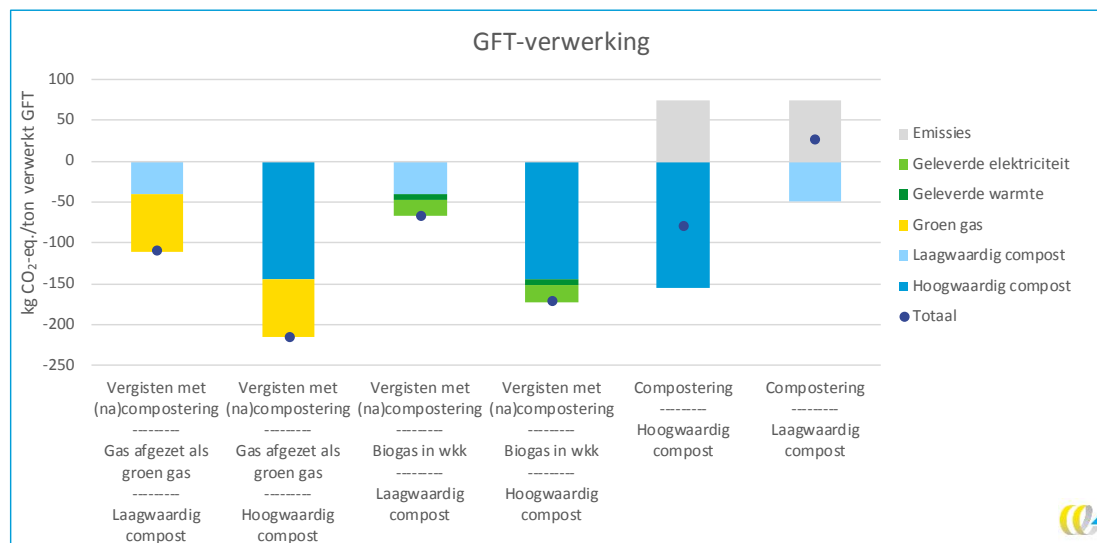
- vergisten met (na)compostering en gas afzet als groengas: maximale groengasproductie en gemiddelde compostproductie;
- vergisten met (na)compostering en gas afzet als biogas: maximale biogasproductie en gemiddelde compostproductie;
- composteringsroutes: maximale compostproductie.

Voor elke variant wordt zowel laagwaardige compost als hoogwaardige compost weergegeven.

Hoogwaardige compost is compost die ingezet kan worden in de potgrond- en opzaksector of in de glastuinbouw en hierbij het gebruik van veen (dat een hoge klimaatimpact heeft) voorkomt. De WAR-rapportering laat zien dat als een GFT-verwerker hoogwaardige compost afzet dit om ongeveer 25% van de compost gaat, de rest wordt in andere sectoren afgezet. Laagwaardige compost is compost die toegepast kan worden in andere toepassingen zoals in de akkerbouw en hierbij kunstmestproductie voorkomt, maar niet leidt tot veenvervanging zoals bij hoogwaardig compost.

NB: In deze figuur is het eigen energiegebruik van de installatie niet meegenomen. Ook de emissie van methaan en lachgas uit de GFT-verwerking is verwaarloosd. Voor de basismethodiek stellen we voor om dit niet mee nemen omdat dit lastig te achterhalen is, en weinig onderscheidende waarde heeft. Voor de gedetailleerde methodiek is het wel zaak te rekenen met het netto energiegebruik (bruto min eigen gebruik).

Figuur 3 - Klimaatvoordeel behaald door verwerking van GFT, per verwerkingsmethode



Op basis van de figuur kan geconcludeerd worden dat de volgende aspecten een rol spelen bij het bepalen van de duurzaamheid van verwerking van GFT:

- hoeveelheid groengasproductie;
- energie geproduceerd uit biogas verwerkt in een wkk;
- hoeveelheid compost geproduceerd;
- de kwaliteit en het toepassingsgebied van het geproduceerde compost.

Daarnaast kan geconcludeerd worden dat in de klimaatimpact de duurzaamheidsaspecten energie en grondstoffen naar voren komen. Klimaatvoordeel is dus een goede maatstaf om ook energie en grondstofuitputting mee te wegen in een aanbesteding.

De klimaatimpact van afvaltransport

In de gepresenteerde gegevens in Figuur 3 is transport van GFT meegenomen, hierbij is aangenomen dat er niet verder getransporteerd wordt dan 50 km. In dat geval gaat het om 6 kg CO₂-eq. In een basis aanbestedingsmethodiek is het opnemen van afvaltransport daarom niet nodig, in een gedetailleerdere methodiek kan deze wel worden opgenomen.

Overige overwegingen: residu verwerking en CO₂-afvang

Naast groengasproductie, energieproductie en compostproductie (incl. kwaliteit en toepassingsgebied) zijn er nog twee aspecten die bijdragen aan de duurzaamheid van GFT-verwerking: residuverwerking, biobrandstof en CO₂-afvang bij de opwerking van biogas tot groengas. Deze aspecten komen niet terug in de WAR-rapportage.

Het onderwerp CO₂-afvang is in Paragraaf 3.1 besproken. Vanuit verschillende invallen kan hierbij geconcludeerd worden dat een weging van 0,5 voor afgevangen CO₂ redelijk is. Hiermee wordt de gemiddelde CO₂-reductie van 67,5% (variatie 40 tot 95%) afgewaardeerd naar 50% (25% minder zwaar). Hierbij moet worden aangemerkt dat dit een beleidsmatig keuze is. De redenatie daarbij is dat CO₂-afvang en -opslag op zich technisch een valide manier is om CO₂-emissie te beperken maar dat dit niet een fundamenteel duurzame optie is die op de zeer lange termijn te handhaven is. Daarnaast

speelt ook mee dat energiegebruik en andere emissies door CO₂-afvang niet beperkt worden waardoor de impact op andere emissies op deze maatregelen ook lager is. Ook is de precieze CO₂-reductie bij CO₂-afvangproject vrij onzeker. Deze onzekerheid is ook vertaald in deze afwaardering.

Een deel van het GFT dat bij een GFT-verwerker komt wordt niet gecomposteerd of vergist omdat het te grof materiaal is. Deze grove biomassa wordt afgezeefd en soms afgezet voor verwerking in een biomassacentrale. Naast grove biomassa wordt nog andere materiaal afgezeefd (zowel voor als na verwerking) dat niet goed is voor de compostkwaliteit, het gaat hierbij zowel om inert materiaal (zand/steen) als organisch materiaal. Er zijn aanwijzingen dat residu met een aandeel biomassa gestort wordt, met mogelijk stortgas (methaanemissies) tot gevolg. In de meeste gevallen wordt dit residu echter afgezet in een AEC of opgewerkt tot bouw materiaal. Het omgaan met residu en het klimaatvoordeel van deze verschillende routes is ingewikkeld voor een basismethodiek maar zal in een gedetailleerde methodiek een plek moeten krijgen.

4 Bestaande handvatten/methodieken

Er bestaat een groot aantal handvatten voor gemeenten en/of afvalbedrijven die als input kunnen dienen voor het ontwikkelen van een MVI-richtlijn voor de drie afvalstromen. De voorgestelde methodiek zal voor draagvlak zoveel mogelijk moeten aansluiten bij de bestaande handvatten.

Tabel 3 geeft een overzicht van de relevante handvatten per afvalstroom, in de rest van dit hoofdstuk geven we een korte beschrijving van de handvatten.

Tabel 3 - Relevante handvatten per afvalstroom

Handvat Afvalstroom	Restafval	GFT	PMD-afval
Klimaatmonitor	Nee	Nee	Nee
EpE-protocol	Ja	Ja	Ja
CO ₂ -emissiefactoren.nl	Ja	Nee	Nee
GER-waardenlijst	Nee	Nee	Nee
CO ₂ -rekentool GFT-verwerking	Nee	Ja	Nee
NVRD/LCKV-handreiking	Nee	Nee	Ja
MVI-richtlijnen	Nee	Ja	Nee
LAP3	Ja	Ja	Ja
Green Deal Bodemassen	Ja	Nee	Nee

Een aantal van de handvatten die niet direct iets zeggen over verwerking van verschillende afvalstromen, kunnen mogelijk wel gebruikt worden om energie-, transport- en materiaalkengetallen aan te ontleen. Hierbij gaat het met name om de CO₂-emissiefactoren.nl en de GER-waardenlijst.

4.1 Klimaatmonitor

De Klimaatmonitor is een monitoringportaal opgezet door de Rijksoverheid die gegevens presenteert over onder andere de klimaatimpact van gemeenten. De klimaatmonitor bevat voor gemeenten echter geen uitgesplitste klimaatimpact van afvalverwerking. Zowel niet op het gebied van daadwerkelijke uitstoot binnen de gemeentegrenzen van bijvoorbeeld een afvalenergiecentrale (AEC), als niet van de klimaatimpact van de totale afvalverwerking van afval geproduceerd door inwoners van een gemeente. Wel wordt de klimaatimpact van het energiegebruik voor afvalverwerking meegenomen in de Klimaatmonitor.

De Klimaatmonitor is voor het opstellen van een richtlijn voor het duurzaam inkopen van afvalverwerking dus nu niet geschikt. In de toekomst zou het opnemen van afvalverwerking van huishoudelijk afval voor gemeenten wel een welkome toevoeging zijn aan de Klimaatmonitor.

4.2 EpE-protocol

Het EpE-protocol bestaat uit een rekenmodel (in Excel) waarmee de CO₂-emissies van een afvalverwerkingsinstallatie bepaald kunnen worden en een toelichting op het gebruik van dit model. Het rekenmodel sluit zoveel mogelijk aan bij het internationale Greenhouse Gas Protocol en kan toegepast worden voor verschillende installaties. Relevante installaties waarvoor een rekenmodel bestaat zijn:

- Vergistingsinstallaties.
- Recycle-installatie waarbij fracties gescheiden worden en vervolgens gerecycled. Dit is alleen van toepassing op installaties waar geen directe CO₂-emissies vrijkomen behalve een gescheiden fractie gerecycled wordt.
- Composteerinstallaties.
- Installaties waarbij sortering en biologische processen gecombineerd worden.
- AECs.

Daarnaast bestaat er een model voor transport en vermeden emissies door de sortering en/of recycling van materialen en energie.

Deze richtlijn is bruikbaar voor het duurzaam aanbesteden van afval, maar er is een aantal kanttekeningen bij te plaatsen:

- Het is een richtlijn die zich richt op één installatie, en niet op de verwerking van een bepaalde hoeveelheid afval.
- Het rekenmodel moet ingevuld worden door de afvalverwerker, en is moeilijk te controleren door een inkopende partij.
- Hoe complexer de afvalverwerkingsinstallatie hoe lastiger het wordt om de tool in te vullen. Dit kan met name een probleem zijn voor nascheidingsinstallaties.
- De kengetallen die gebruikt worden in de tool zijn niet allemaal van toepassing op de Nederlandse situatie. Bij gebruik van het rekenmodel is daarom aan te raden om de kengetallen te specificeren voor de huidige Nederlandse situatie. Een aantal kengetallen is recent ge-update voor Nederland met name over energie.

4.3 CO₂-emissiefactoren.nl

CO₂-emissiefactoren.nl is opgezet om kengetallen die door verschillende overheidsinstanties gebruikt worden te harmoniseren. Het gaat hierbij met name om kengetallen voor transport en elektriciteitsproductie. Het enige kengetal dat iets met afvalverwerking te maken heeft dat terug te vinden is op deze website is een CO₂-emissiefactor voor de ketenemissies van warmtelevering uit een AEC.

Aangezien we in een aanbesteding van afvalverwerking onderscheid willen maken tussen verschillende AECs is een algemeen kengetal voor warmte geleverd uit een AEC niet zo relevant. Deze bron kan mogelijk wel gebruikt worden om kengetallen voor transport en energiegebruik aan te ontleen.

CO₂-emissiefactoren.nl zou een goede plek zijn om kengetallen gebruikt in de voorgestelde methodiek te borgen en zo gemakkelijk te kunnen verspreiden.

4.4 Energie-efficiëntieplan (EEP) en de GER-waardenlijst

Afvalverwerkende bedrijven (AECs, sorteerders en nascheiders) zijn niet aangesloten bij de MJA3-afspraken die gemaakt zijn. Zij hoeven dus ook geen energie-efficiëntieplannen op te stellen of ketenmaatregelen te nemen om hun klimaatimpact te verminderen. Een groot aantal andere sectoren is wel aangesloten bij deze afspraken en maakt bij het opstellen van hun EEP-gebruik van de GER-waardenlijst. Dit is een lijst opgesteld voor RVO door CE Delft met daarin CO₂-en energiekengetallen voor een groot aantal materialen. De lijst bevat geen CO₂-kengetallen voor afvalverwerking. Een aantal van de kengetallen kan mogelijk wel gebruikt worden voor transport, energie en vermeden grondstoffen.

Er moet gezegd worden dat afvalverwerkers, als de organisatie een bepaalde omvang heeft, elke vier jaar een energie-audit uit moeten laten voeren. Hierin moeten energiebesparingsmaatregelen gekwantificeerd worden. Hierbij hoeft de GER-waardenlijst niet toegepast te worden.

4.5 CO₂-tool GFT-verwerking

IVAM heeft eerder een methodiek ontwikkeld voor de Vereniging Afvalbedrijven (VA) om de milieu-prestatie van GFT-verwerking te beoordelen. Volgens een aantal marktpartijen is er veel kennis nodig om deze tool in te vullen en kost het juist invullen veel tijd. Voor een basismethodiek achten wij deze tool daarom te uitgebreid. Voor een meer gedetailleerde methodiek zou de tool, wellicht in aangepaste vorm, mogelijk wel goed toepasbaar zijn.

Er bestaat ook een tool ontwikkeld door IVAM voor groenafval, inclusief een handreiking voor het aanbesteden van groenafval. Deze handreiking is ondertussen vervangen door een handreiking voor maaisel en groenafval.

4.6 NVRD/LCKV Handreiking: Sorteren en vermarkten kunststofverpakkingsmateriaal

De geactualiseerde handreiking van de NVRD en LCKV voor het sorteren en vermarkten van kunststof-verpakkingsmateriaal gaat over het aanbesteden van verwerking van kunststofverpakkingsafval. Hierbij wordt expliciet ingegaan op de verschillende mogelijkheden; alleen gericht op kunststof, combinatie van kunststof en drankenkartons evenals de volledige sortering en vermarkting van PMD.

De handreiking geeft inzicht in de verschillende manieren van aanbesteden van PMD. Ook gaat de handreiking kort in op duurzaam aanbesteden. Aspecten die relevant zijn met het oog op duurzaamheid zijn:

- Sorteren en vermarkten van PMD opnemen in één aanbesteding zorgt ervoor dat de activiteiten beter op elkaar afgestemd kunnen worden.
- Bij een aanbesteding voor een bedrag boven de € 209.000 voor een dienst moet een Europese aanbesteding plaatsvinden. In dit geval kunnen buitenlandse partijen ook inschrijven voor de sortering en vermarkting van PMD.
- Transport kan meegewogen worden in duurzaamheid op basis van de transportafstand (die ook terugkomt in de prijs) en/of door eisen te stellen aan duurzame voertuigen zoals EURO 6-voertuigen.
- Voor kunststofaanbestedingen is het gangbaar om te beoordelen op basis van het recyclepercentage. Het risico voor een hogere inschrijving dan de gestelde eis aan het recyclepercentage moet bij de inschrijver gelegd worden.

4.7 MVI-richtlijnen

Overheden hebben tot doel om maatschappelijk verantwoord in te kopen. Voor veel productgroepen (zoals ICT-producten, catering en energie) zijn er criteriadocumenten die aangeven hoe dit kan gebeuren. Voor inkopen van afvalverwerking, dat vaak om veel grotere contracten gaat dan andere inkopen en ook milieukundig relevant is, is er nog geen MVI-criteriadocument.

Er bestaat wel een MVI-richtlijn voor de afvalverwerking van maaisel en groenafval. GFT valt niet onder deze afvalsoort maar een aantal van de aanbevelingen in de richtlijn zijn mogelijk wel van toepassing op GFT. Andere MVI-richtlijnen richten zich niet op afval. Wel zijn er andere criteria-documenten die als voorkeur hebben dat producten hergebruikt worden of gerecycled.

De richtlijn voor maaisel en groenafval beschrijft dat er vier benaderingen zijn waarmee een aanbestedende dienst CO₂-emissies kan meenemen in een aanbesteding om deze terug te dringen:

1. Gedeeltelijk gunnen op basis van directe CO₂-emissies van de afvalverwerking inclusief emissies van het energiegebruik.
2. Gedeeltelijk gunnen op basis van (1) daarbij rekening houdend met het CO₂-voordeel dat gehaald kan worden door het inzetten van (een deel van) het afval voor energierugwinning.
3. Gedeeltelijk gunnen op basis van een integrale CO₂-balans waarbij alle aspecten meegenomen zijn, dus ook transport en afzetten van grondstoffen. Een voorbeeld hiervan is de CO₂-tool voor GFT-verwerking zoals beschreven in Paragraaf 4.5.
4. Gedeeltelijk gunnen op basis van de trede waarop een organisatie gecertificeerd is voor de CO₂-prestatieladder.

4.8 Het derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP3)

Het derde Landelijk afvalbeheerplan (LAP3) stelt eisen aan de minimumstandaard voor verwerking van verschillende afvalstromen. De minimumstandaard voor de drie verschillende afvalstromen waar we in dit rapport naar kijken worden weergegeven in Tabel 4. Voor deze afvalsoorten geldt dat transport de grens over, en dus verwerking buiten Nederland, toegestaan is zolang voldaan wordt aan de minimumstandaard.

Bij nascheiding van fijn huishoudelijk afval geldt voor uitgesorteerde fracties dat minimumstandaarden van deze fracties van toepassing zijn. Dit houdt in dat hierbij recycling de minimumstandaard is behalve als de fracties te vervuild is en/of de verwerking van deze fractie te duur blijkt te zijn.

Tabel 4 - Minimumstandaarden voor verwerking per soort afval

Soort afval	Van toepassing op	Minimumstandaard verwerking
Huishoudelijk restafval	Restafval	Verbranden met energierugwinning.
GFT	GFT	Compostering voor recycling of vergisting en recycling digestaat.
Kunststoffen	PMD-afval	Recyclen van thermoplasten en de rest andere nuttige toepassing (brandstof). Behalve als de kunststoffen te vervuild zijn of recycling te duur.
Metalen	PMD-afval	Recyclen.
AVI-bodemas	Restafval	Recycling (met name als bouwstof) en terugwinnen van metaalfraction t.b.v. recycling. Residu van het opwerkingsproces mag worden gestort.
Verpakkingsafval	PMD-afval	Recycling. Behalve als het afval te vervuild is. Dan een andere nuttige toepassing zoals toepassing als brandstof.

4.9 Green Deal Bodemassen

Bodemassen die voortkomen uit afvalverwerking in een AEC bevatten naast waardevolle metalen verontreinigingen. Dit betekent dat de bodemassen schoongemaakt dienen te worden (zie ook LAP3) en dat het residu gestort mag worden. Een groot aandeel van de bodemassen wordt opgewerkt om te verwerken in IBC-bouwstoffen, dit zijn bouwstoffen die alleen toegepast mogen worden met isolatie-, beheers- en controlemaatregelen.

Om stort en toepassing als IBC-bouwstoffen in de toekomst te voorkomen heeft een groot aantal Nederlandse partijen afgesproken om AEC-bodemassen hoogwaardig te verwerken.

Deze afspraken zijn vastgelegd in de Green Deal Bodemassen. De gemaakte afspraken zijn:

- 75% van de non-ferrometalen (deeltjes groter dan 6 mm) wordt teruggewonnen uit bodemassen in 2017;
- 50% van de bodemassen wordt verwerkt voor inzet als niet-IBC-bouwstof in 2017;
- 100% van de bodemassen wordt verwerkt voor inzet als niet-IBC-bouwstof (indien technisch mogelijk) in 2020.

5 Voorstel methodieken

Op basis van de hierboven beschreven informatie stellen wij twee verschillende richtlijnen voor, een basisrichtlijn die in niet al te ingewikkelde aanbestedingen gebruikt kan worden en een meer uitgebreide richtlijn die meer kwantitatieve informatie nodig heeft. De keuze voor één van de twee methodieken zal bepaald moeten worden tijdens een marktconsultatie. Beide methodieken worden hieronder toegelicht.

Afwijken van de methodiek: maatwerk

De twee voorgestelde methodieken kunnen niet in alle gevallen toegepast worden. In sommige gevallen is maatwerk aan te bevelen, en dus afwijking van de methodiek. Dit is het geval als:

- Innovatieve verwerkingsmethoden zoals pyrolyse, vergassing en chemische recycling een rol spelen bij de aanbesteding.
- De gemeente een sterk duurzaamheidsbeleid heeft en/of zeker wil zijn de meest duurzame keuze te maken i.p.v. een van de duurzaamste keuzes.

5.1 Methodieken samengevat: Basis- en gedetailleerde methodiek

De twee methodieken worden in Tabel 5 samengevat. In de rest van dit hoofdstuk bespreken we de vier aspecten, waarbij alleen onderscheid gemaakt wordt tussen de twee methodieken voor het vaststellen van de duurzaamheid van de afvalverwerking en de verificatie van de ingediende gegevens voor de kwaliteitsscore.

Tabel 5 - Samenvatting aspecten twee aanbestedingsmethodieken voor duurzaam inkopen afvalverwerking

Aspect Methodiek	Basismethodiek	Gedetailleerde methodiek
Aanbestedingsmethode	Beste PKV (1)	Beste PKV
Vaststellen duurzaamheid	Checklist + minimeisen	Kwantitatief + minimeisen
Verificatie	Door markt	Door externe partij
Garantie milieuwinst	Boetebeding	Boetebeding

(1) Behalve voor aanbesteding PMD-afval, dan de laagste prijs.

5.2 Aanbestedingsmethode

Beste prijs/kwaliteitsverhouding (beste PKV)

Voor beide aanbestedingsmethodieken wordt uitgegaan van de beste prijs/kwaliteitverhouding (de Beste PKV). Dit is een veel gebruikte aanbestedingsmethodiek waarbij gunning plaats vindt op basis van een weging tussen prijs en kwaliteit. Op de website van PIANOo is veel informatie over deze methode beschikbaar is.

Voor het vaststellen van de kwaliteit en het wegen van de prijs ten opzichte van de kwaliteit zijn verschillende opties. Voor de afvalstromen huishoudelijk restafval, PMD-afval en GFT is de CO₂-voetafdruk een goede methode om zowel energie als grondstoffen te waarderen. Daarom stellen we in deze methodiek de kwaliteitsscore op basis van CO₂-emissiereductie vast, en gebruiken we de schaduwprijs voor CO₂ om prijs en kwaliteit te wegen tot een eindscore.

De formule voor het berekenen van de kwaliteitsscore wordt hieronder weergegeven.

$$\text{Kwaliteitsscore} = \text{ton afval verwerkt in contractperiode} * \text{kg CO}_2\text{-eq. bespaard/ton verwerkt afval} * \text{CO}_2\text{-prijs/kg CO}_2\text{-eq.}$$

Als er een CO₂-besparing plaatsvindt dat wordt de kwaliteitsscore als volgt gebruikt in de aanbestedingsprocedure. Het is dan dus een fictieve korting op de inschrijfprijs.

Opgegeven prijs - kwaliteitsscore

Als CO₂-prijs zullen gemeenten minimaal aan moeten sluiten bij de Parijsdoelstellingen, waar de Rijksoverheid zich aan committeert. Dit betekent dat de CO₂-prijs in ieder geval aan sluit bij een 2°C-beleid, en idealiter bij een 1,5°C-beleid. De bijbehorende CO₂-prijzen zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - CO₂-prijzen te gebruiken in beste PKV

Doelstelling Beleid heeft invloed tot	2020	2030
1,5°C-doelstelling ³	€ 350/ton CO ₂	€ 500/ton CO ₂
2°C-doelstelling	€ 70-350/ton CO ₂ Gemiddeld: € 90	€ 100-500/ton CO ₂ Gemiddeld: € 130

Bron voor 2°C-doelstelling: Handboek Milieuprijzen 2017, CE Delft, 2018.

Mocht een aanbestedende dienst kwaliteit zwaarder willen laten wegen in de prijskwaliteit-verhouding dan kan nog gekozen worden voor een hogere CO₂-prijs. Ook kan gekozen worden voor een lagere prijs als de aanbestedende dienst meer nadruk wil leggen op de prijs in de aanbesteding.

Uitzondering basismethodiek PMD-afvalverwerking: laagste prijs

Voor PMD-afvalverwerking is het vaststellen van de kwaliteit van verwerking ingewikkeld en om onderscheid te kunnen maken tussen verschillende inschrijvers is veel tijd en verificatie nodig. Daarom is gekozen om in de basismethodiek de laagste prijsmethodiek toe te passen, met daarbij een aantal minimumcriteria. Er vindt dus geen weging plaats tussen prijs en kwaliteit.

Het hanteren van de laagste prijsmethodiek is toegestaan, zolang deze goed gemotiveerd wordt. Eén van de redenen is dat er disproportioneel veel kosten gemaakt moeten worden om een beperkt milieuvoordeel te behalen door aan te besteden op basis van beste PKV-methodiek.

5.3 Vaststellen CO₂-emissiereductie

5.3.1 Basismethodiek

De basismethodiek bevat twee ingrediënten:

- De methodiek is zo simpel mogelijk voor aanbestedende diensten en doet toch zoveel mogelijk recht aan de verschillen tussen aanbesteders; er wordt gebruik gemaakt van een **afvinklijst**. Deze lijst wordt gecombineerd met een aantal minimumcriteria.
- De ingevulde gegevens in de afvinklijst zijn verifieerbaar door de **markt** bij openbare publicatie van de ingevulde afvinklijst en jaarlijkse openbaring van de behaalde resultaten door zowel de aanbestedende dienst als de verwerker.

³ Het IPPC is bezig met een document over de beleidspaden die nodig zijn om de 1,5°C-doelstelling te halen. De precieze CO₂-prijs voor dit pad is daarom niet bekend maar zal dichtbij de bovenwaarde van de 2°C-doelstelling liggen.



In deze paragraaf beschrijven we de afvinklijst voor het vaststellen van de CO₂-emissiereductie voor de afvalstromen; huishoudelijk restafval, PMD-afval en GFT. In Paragraaf 5.4.1 bespreken we de verificatie.

5.3.2 Huishoudelijk restafval

Uit de beschrijving in Hoofdstuk 2 bleek dat bij de huidige verwerking van huishoudelijk restafval de onderdelen elektrisch en thermisch rendement van de AEC, het energie en grondstoffenverbruik tijdens het verwerkingsproces, de biogasproductie en de terugwinning van metaal en kunststof belangrijk waren. Daarnaast kan bij de toekomstige verwerking ook de terugwinning van glas voor glasproductie een significant klimaatvoordeel hebben. Deze onderdelen worden daarom meegenomen in de basismethodiek. Waarbij we uitgaan van onderdelen die makkelijk te verifiëren zijn:

- de aan- of afwezigheid van terugwinning van bepaalde grondstoffen;
- de R1-waarde van een AEC;
- de aan- of afwezigheid van CO₂-afvang bij een AEC.

Overige terugwinning van materialen wordt niet meegenomen in de basismethodiek.

Minimumeisen

- Minimaal verbranding met energierugwinning (LAP3). Storten en verbranding zonder energierugwinning zijn dus niet toegestaan.
- Afscheiding van metalen uit AEC-bodemas is verplicht (LAP3), toepassing van AEC-bodemas conform de Green Deal Bodemas waarbij het residu mag worden gestort.

Toelichting: R1-waarde of rendementen

De R1-waarde is een door de EU vastgestelde parameter waarin het elektrisch en het warmte-rendement gewogen worden opgeteld. Het elektrisch rendement telt daarin zwaarder dan het warmterendement. Deze weging van elektriciteit en warmte komt echter niet exact overeen met het CO₂-emissievoordeel van elektriciteit en warmte. Daarom is in de uitgebreide methodiek opgenomen dat de elektriciteitsopbrengst en de warmteopbrengst apart opgegeven worden en met een kental omgerekend worden naar een CO₂-voordeel. We hebben vragen gekregen of dit voor de basismethodiek ook zou kunnen. In principe zou dit een verbetering van de basismethodiek zijn. Op dit moment is het echter zo dat netto energierendementen (elektriciteit en warmte) van Nederlandse AECs niet openbaar zijn. Sommige bedrijven publiceren deze data wel maar een deel ook niet. Dit maakt dat voor een aanbestedende gemeenten het complex is om zeker te weten of opgegeven netto energierendementen accuraat. De R1-waarden zijn wel openbaar. Deze zijn op basis van vertrouwelijk aangeleverde rendementen berekend door Nederlandse overheid en gepubliceerd. Gezien deze openbaarheid blijven wij voor aanbesteding op dit moment de R1-waarde als meest geschikt voor de basismethodiek adviseren. Mocht in de toekomst de overheid of de sector zelf wel jaarlijks een overzicht van netto energierendementen zou publiceren dan zullen we de ook de basismethodiek daarop updaten om tot een preciezere aanpak te komen.

Wel is in de methodiek 2021 doorgevoerd dat de CO₂-waarde op basis van de R1-waarde niet meer in drie stappen wordt vastgesteld maar dat er een omrekening van R1-waarde naar een CO₂-waarde moet worden toegepast. Dit maakt dat ook verschillen tussen R1-waarden in de drie stappen worden meegenomen en dat kleine verschillen niet nodeloos worden uitvergroot.

Gebruik scoringstabel voor vaststellen CO₂-emissiereductie

De scoringstabel wordt hieronder weergegeven. De gegevens voor de R1-waarde dienen ingevuld te worden op basis van de laatst openbare beschikbare R1-waarden zoals gepubliceerd door Rijkswaterstaat in de jaarlijkse publicatie over Afvalverwerking in Nederland.

Tabel 7 - Scoringstabel voor kwaliteitsscore verwerking huishoudelijk restafval – basismethodiek

✓					Score
Verwerking aanwezig		Weging kg CO ₂ -eq./ton restafval			Per ton verwerkt
	Glas afscheiding (glas)	25	=		
	Kunststof afscheiding	70	=		
	Metaal afscheiding (nascheiding)	95	=		
	Metaal afscheiding (bodemas)	70	=		
	Metaal afscheiding (nascheiding + bodemas)	100	=		
	ONF vergisting	100	=		
Energieterugwinning Zonder CO₂-afvang		Hoeveelheid Ton naar AEC/ton restafval	Weging kg CO₂-eq./ton restafval naar AEC		
	CO ₂ -waarde op basis van R1-waarde	%	x	(R1 x 450) -340	=
					=
					=
Energieterugwinning Met CO₂-afvang		Hoeveelheid Ton naar AEC/ton restafval	Weging kg CO₂-eq./ton restafval naar AEC		
	CO ₂ -waarde op basis van R1-waarde	%	x	(R1 x 450) -136	=
					=
					=
					----- +
				Totaal:	

Toelichting: een positieve CO₂-score is een CO₂-emissiebesparing en een negatieve een toename.

Toelichting ONF-vergisting: ONF-vergisting krijgt een voordeel boven het verbranden van ONF in de AEC omdat deze route duidelijk meer energie oplevert dan de verbranding van het ONF. Bij ONF-vergisting wordt er niet alleen biogas geproduceerd maar ook vergistingsresidu. Dit vergistingsresidu wordt alsnog verbrand in de AEC.

5.3.3 PMD-afval

Minimumeisen

- minimaal recycling van verpakkingsafval in PMD-afval, behalve als het afval te vervuild is dan moet het materiaal een andere nuttige bestemming krijgen (LAP3);
- minimaal 45% van het uitgesorteerde kunststof waar een vergoeding voor wordt verstrekt vanuit het Afvalfonds bestaat uit monostromen (Monitoringsprotocol Nedvang).

Vermarkting uitgesorteerde stromen onderdeel van aanbesteding

Zoals besproken in Hoofdstuk 2 zijn de scheidingsrendementen van kunststof en metaal de belangrijkste factoren in het klimaatvoordeel van PMD-afvalverwerking. Het scheidingsrendement is echter lastig te bepalen bij inschrijving en lastig te controleren na gunning door de wisselende samenstelling

van PMD-afval over een aanbestedingsperiode. Het stimuleren van een hoog sorteerrendement en hoge kwaliteit van de gesorteerde stromen gebeurt door vermarkting van de gesorteerde stromen mee te nemen in de aanbesteding en deze over te laten aan de sorteerder.

5.3.4 GFT

Zoals besproken in Hoofdstuk 2 spelen bij het bepalen van de duurzaamheid van GFT-verwerking veel verschillende aspecten een rol. Het gaat hierbij om de levering van groengas, de verwerking van biogas in een wkk tot warmte en elektriciteit, de hoeveelheid compost geproduceerd en de kwaliteit en toepassing van de compost.

Minimumeisen

- Minimaal compostering voor recycling of vergisting en recycling digestaat. Storten van GFT is niet toegestaan (LAP3).
- Storten van residu is niet toegestaan, omdat dit een negatieve milieu-impact kan hebben. Residu wordt in plaats daarvan afgezet als bouw materiaal (inert) of gaat naar een (biomassa)-verbrandingsinstallatie.

Gebruik scoringstabel voor vaststellen CO₂-emissiereductie

De scoringstabel wordt in Tabel 8 weergegeven. De gegevens voor compostproductie en compost-kwaliteit dienen gebaseerd te zijn op een driejarig gemiddelde op bedrijfsniveau zoals gepubliceerd door Rijkswaterstaat in de jaarlijkse publicatie over Afvalverwerking in Nederland. Dit betekent dat als een bedrijf meerdere locaties heeft, de resultaten van deze locaties gemiddeld dienen te worden.

Tabel 8 - Scoringstabel voor kwaliteitsscore verwerking GFT basismethodiek

V					Eindscore Per ton verwerkt
Vergisting, toepassing van biogas				Weging kg CO ₂ -eq./ton GFT	
	Opwerken tot groengas, geen CO ₂ -afvang			70 kg	=
	Opwerken tot groengas, wel CO ₂ -afvang			85 kg	=
	Wkk, alleen elektriciteitsproductie*			60 kg*	=
	Wkk, elektriciteits- en warmteproductie*			90 kg*	=
Compostproductie Compostkwaliteit, aandeel afzet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw.		Hoeveelheid ton/ton GFT		Weging kg CO ₂ -eq./ton compost	
	>50 %	ton	x	465 kg	=
	40-50%	ton	x	385 kg	=
	30-40%	ton	x	305 kg	=
	20-30%	ton	x	225 kg	=
	10-20%	ton	x	145 kg	=
	1-10%	ton	x	65 kg	=
					----- +
				Totaal:	

* Aangepast in Versie 1.1 en Versie 2021.

Toelichting: een positieve CO₂-score is een CO₂-emissiebesparing en een negatieve een toename.

NB: In deze getallen is het eigen energiegebruik van de compostering en vergisting nog niet meegenomen. Ook de lachgas en methaanemissie die vrijkomt bij GFT-verwerking is verwaarloosd. Deze parameters zijn voor de basismethodiek te complex om te achterhalen.



5.3.5 Gedetailleerde methodiek

De gedetailleerde methodiek bevat twee ingrediënten:

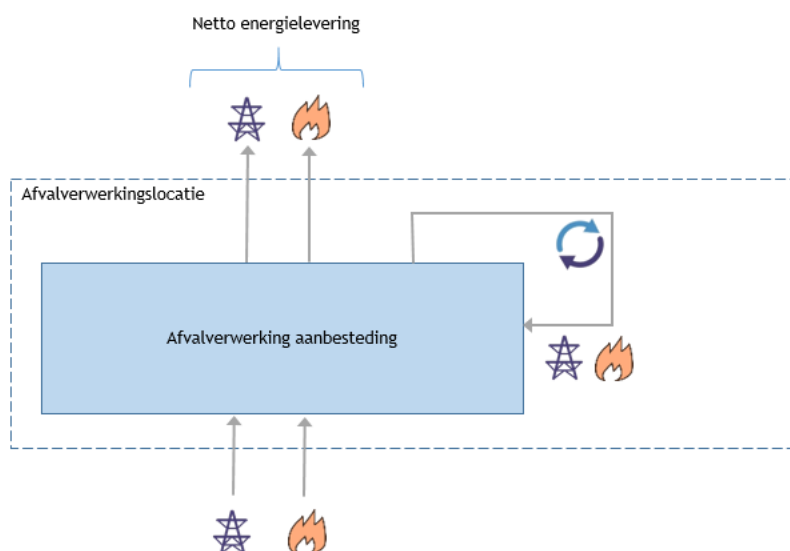
- De methodiek is direct toepasbaar door aanbestedende diensten maar vraagt een gedegen inspanning van de marktpartijen; er wordt gebruik gemaakt van **kwantificering** van de bedrijfsvoering. Deze wordt gecombineerd met een aantal minimumcriteria.
- De ingevulde gegevens zijn verifieerbaar door een **externe partij** die gedegen kennis heeft van afvalverwerking en CO₂-voetafdrukbeoordeling.

In deze paragraaf beschrijven we de kwantificering van de bedrijfsvoering voor het bepalen van de CO₂-emissiereductie voor de afvalstromen; huishoudelijk restafval, PMD-afval en GFT.

In Paragraaf 5.4.2 bespreken we de verificatie.

Afbakening voor bepalen geleverde producten

Bij het bepalen van geleverde producten is het belangrijk dat de juiste afbakening gebruikt wordt. In een handleiding voor de aanbesteding is het handig om hierover een aantal aspecten in figuren vast te stellen. Zoals bijvoorbeeld:



5.3.6 Huishoudelijk restafval en PMD-afval

Minimumeisen

- Restafval: Minimaal verbranding met energierterugwinning (LAP3). Sorteren en verbranding zonder energierterugwinning zijn dus niet toegestaan.
- Restafval: Afscheiding van metalen uit AEC-bodemas is verplicht (LAP3), toepassing van AEC-bodemas conform de Green Deal Bodemas waarbij het residu mag worden gestort.
- PMD-afval: Minimaal recycling van verpakkingsafval in PMD-afval, behalve als het afval te vervuilen is dan moet het materiaal een andere nuttige bestemming krijgen (LAP3).
- PMD-afval: Minimaal 45% van het uitgesorteerde kunststof waar een vergoeding voor wordt verstrekt vanuit het Afvalfonds bestaat uit monostromen (Monitoringsprotocol Nedvang).

Gebruik scoringstabel voor vaststellen CO₂-emissiereductie

Voor de uitgebreide methodiek kijken we naar de precieze hoeveelheden aan geproduceerde/geleverde producten uit de verwerking van huishoudelijk restafval en PMD-afval. Op deze manier kan een preciezer onderscheid gemaakt worden tussen verschillende afvalverwerkers. Om het mogelijk te maken voor marktpartijen om producten te specificeren is een gemiddelde afvalsamenstelling nodig waarop de productlevering gebaseerd kan worden⁴.

Alle mogelijke producten staan vermeld in Tabel 9, en de gehanteerde CO₂-kengetallen zijn terug te vinden in Bijlage A. De scoringstabel dient ingevuld te worden op basis van jaargemiddelden.

Tabel 9 - Scoringstabel voor kwaliteitsscore verwerking huishoudelijk restafval en PMD-afval – gedetailleerde methodiek

				Eindscore kg CO ₂ -eq./ton restafval of PMD- afval verwerkt
Energielevering	Hoeveelheid Per ton restafval/PMD-afval verwerkt		Weging kg CO ₂ -eq./kWh	
Elektriciteit (netto) (1)	kWh	x	0,556	=
Warmte (netto) (1)	kWh	x	0,205	=
Gaslevering	Hoeveelheid Per ton restafval/PMD-afval verwerkt		Weging kg CO ₂ -eq./Nm ³	
Biogas (netto)	Nm ³	x	1,8	=
Groengas (netto)	Nm ³	x	2,0	=
Materiaallevering	Hoeveelheid Per ton restafval/PMD-afval verwerkt		Weging kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR)	kg	x	1,5 ⁵	=
Drankenkarton (DKR)	kg	x	0,1	=
Ferrometaal	kg	x	0,5	=
Non-ferrometaal	kg	x	6,6	=
Glas (inzet als glas)	kg	x	0,5	=
Glas (inzet als bouw materiaal)	kg	x	0	=
Bodemas (inzet als bouw materiaal)	kg	x	0	=
Gips (inzet als zandsteen)	kg	x	0,2	=
Luiers	kg	x	0,1	=
Transport	Afstand	Hoeveelheid Per ton restafval/ PMD-afval verwerkt	Weging kg CO ₂ -eq./tkm	

⁴ Voor het bepalen van de samenstelling van te verwerken afval is het aan te bevelen om een standaardmeetmethode af te spreken met bijvoorbeeld de VNG.

⁵ In deze aanbestedingsmethodiek worden verschillende soorten kunststoffen gelijk gewogen. In de praktijk komt de productie van mono-DKR-stromen beter uit als gekeken wordt naar de klimaatimpact. Omdat echter de afzet van een mix DKR-stroom (DKR-350) leidt tot een vergelijkbare milieu-impact als ook gekeken wordt naar landgebruik is er voor gekozen om in deze methodiek alle kunststoffen gelijk te stellen aan elkaar. Deze waarde is hoger dan in Bijlage A is weergegeven om biodiversiteit ook een plek te geven in de wegingsmethodiek.

						Eindscore kg CO ₂ -eq./ton restafval of PMD- afval verwerkt
Transport naar verwerking	km x	1 ton	x	- 0,11	=	
Overig transport	km x	1 ton	x	- 0,11		
Emissies uit verbranding residu	Hoeveelheid Per ton restafval/PMD-afval verwerkt			Weging kg CO ₂ -eq./kg		
CO ₂ -eq. bij emissie van alle broeikasgassen uit verbranding (2)		kg	x	- 1,0	=	
Afgevangen CO ₂		kg	x	0,5	=	
						----- +
				Totaal:		

Toelichting: CO₂-kengetallen zijn terug te vinden in Bijlage A. (1) Voor energielevering en gaslevering kan een negatief getal worden ingevuld als meer energie of energiedragers gebruikt worden dan worden afgezet. (2) In het geval dat CO₂-afvang plaatsvindt, is dit de emissie die plaats zou vinden als CO₂ niet afgevangen wordt.

5.3.7 GFT

Minimumeisen

- Minimaal compostering voor recycling of vergisting en recycling digestaat. Storten van GFT is niet toegestaan (LAP3).
- Storten van residu is niet toegestaan, omdat dit een negatieve milieu-impact kan hebben. Residu wordt in plaats daarvan afgezet als bouw materiaal (inert) of gaat naar een (biomassa)verbrandingsinstallatie.

Gebruik scoringstabel voor vaststellen CO₂-emissiereductie

De klimaatimpact van verschillende verwerkingsinstallaties wordt met name bepaald door de biogas-opbrengst en de mate waarop (vergistings)compost afgezet kan worden als veenvervanger. Bij een uitgebreide aanbestedingsmethode moet dit dus meegewogen worden. Tabel 10 geeft een voorbeeld van een mogelijke aanbestedingsprocedure. Om het mogelijk te maken voor marktpartijen om producten te specificeren is een gemiddelde afvalsamenstelling nodig waarop de productlevering gebaseerd kan worden⁶.

Alle mogelijke producten staan vermeld in onderstaande tabel, en de gehanteerde CO₂-kengetallen zijn terug te vinden in Bijlage A. De scoringstabel dient ingevuld te worden op basis van driejarige gemiddelden.

Voor de energiegebruiken dient er gebruik gemaakt worden van netto energieopbrengsten. Dat is de bruto opbrengst min het eigen gebruik.

⁶ Voor het bepalen van de samenstelling van te verwerken afval is het aan te bevelen om een standaardmeetmethode af te spreken met bijvoorbeeld de VNG.

Tabel 10 - Scoringstabel voor bepalen kwaliteitsscore verwerking GFT - gedetailleerde methodiek

Geleverd product	Hoeveelheid			Weging		Eindscore
	Per ton GFT verwerkt			kg CO ₂ -eq.		Per ton GFT verwerkt
Energielevering composteer/ vergistingsinstallatie						
Elektriciteit (netto)	kWh	x		0,556	=	
Warmte (netto)	kWh	x		0,205	=	
Gaslevering						
Biogas (netto)	Nm ³	x		1,8	=	
Groengas (netto)	Nm ³	x		2,0	=	
Materiaallevering						
Compost/digestaat afgezet in de potgrond- en opzaksector of de glastuinbouw	kg	x		0,85	=	
Compost/digestaat niet afgezet in de potgrond- en opzaksector of de glastuinbouw	kg	x		0,05	=	
Biomassa naar biomassacentrale	kg	x		0,6	=	
Residu afgezet als bouw materiaal	kg	x		0	=	
Afgevangen CO ₂ bij biogas- opwerking	kg	x		0,5	=	
Transport	Afstand	Hoeveelheid Per ton gft verwerkt		Weging kg CO ₂ -eq./tkm		
Transport naar verwerking	km x	1 ton	x	- 0,11	=	
Overig transport	km x	ton	x	- 0,11	=	
Directe emissies				Weging kg CO ₂ -eq./tkm		
Methaanemissies	kg	x		- 34	=	
						----- +
				Totaal:		

Toelichting: CO₂-kengetallen zijn terug te vinden in Bijlage A. Voor energielevering en gaslevering kan een negatief getal worden ingevuld als meer energie of energiedragers gebruikt worden dan worden afgezet.

5.4 Controle van ingediende gegevens

Uitgangspunt voor de controle van de ingediende gegevens is het Publiek Kader Huishoudelijk afval 2025. Hierin staat het volgende: *“Overheden hebben de verantwoordelijkheid om transparantie over de door marktpartijen gebruikte grondstoffen en hun impact op mens en milieu samen met marktpartijen vorm te geven. Door inzicht in alle materiaal- en reststromen binnen ketens, ook in financiële zin, worden goede keuzes van consumenten en producenten gestimuleerd. De transparantie zet zo producenten aan tot duurzame productieprocessen.”*

5.4.1 Basismethodiek

Bij aanbesteding is in het geval van de basismethodiek publiceren van de ingevulde gegevens door de aanbestedende dienst waarbij alle aanbiedende partijen mee kunnen kijken afdoende. Andere marktpartijen kunnen zo zien of de ingevulde gegevens mogelijk zijn op basis van de bestaande kennis van de installaties van concurrenten. Jaarlijks zouden de aanbestedende dienst en verwerker de behaalde prestaties moeten publiceren.

5.4.2 Gedetailleerde methodiek

Voor de gedetailleerde methodiek raden wij aan om een externe partij de gegevens te laten controleren. Dit betekent dat er zowel door de aanbiedende partij een onderbouwing ingediend dient te worden van de ingevulde gegevens en dat de externe partij gedegen kennis heeft van afvalverwerking en CO₂-voetafdrukbeoordeling. Deze methodiek is in lijn met het EpE-protocol dat bekend is bij de inschrijvende partijen, dat een verificatie door een externe partij sterk aanbeveelt.

Verificatie zal jaarlijks of over de hele aanbestedingsperiode (bijvoorbeeld vier jaar) plaats moeten vinden. Voor de controle is een protocol aan te bevelen, zodat elke externe partij dezelfde verificatie uitvoert. Het protocol zal in ieder geval de volgende aspecten moeten bevatten:

- het bepalen van de delen van de installatie die ingezet worden voor de verwerking van het afval;
- meting gemiddelde samenstelling van verwerkt afval bij de marktpartij over te controleren periode per (onderdeel van de) installatie die ingezet wordt voor verwerking van het afval;
- meting geleverd product door de marktpartij over de te controleren periode per (onderdeel van de) installatie die wordt ingezet voor verwerking van het afval.

5.5 Garantie milieuwinst

Om te voorkomen dat marktpartijen een te rooskleurig beeld schetsen van de te halen rendementen is het aan te raden een boetebeding op te nemen in de aanbesteding in de vorm van een CO₂-prijs. Bij het niet nakomen van de afspraken zal dan voor het niet behaalde CO₂-voordeel een boete betaald moeten worden.

In een recente aanbestedingsprocedure uitgezet door Evides en Oasen (drinkwaterbedrijven) is hierbij gekozen voor het rekenen met het dubbele bedrag van de CO₂-prijs die gebruikt is voor het bepalen van de kwaliteitsscore. Bij een keuze voor € 130/ton CO₂ zou dus een boete opgenomen worden voor € 260/ton CO₂ die daadwerkelijk minder bespaard dan aangegeven in de aanbestedingsprocedure.

A Weegfactoren basismethodiek

In de volgende tabellen zijn de weegfactoren voor de basismethodiek opgenomen met een toelichting hoe deze berekend zijn.

Tabel 11 - Weegfactoren voor nascheiding

Aspect	Weegfactor Per ton restafval naar nascheider	Toelichting
Nascheiding glas voor recycling als glas	25	Per kg materiaal een milieuvoordeel van 0,477 kg CO ₂ -eq. Ongeveer 50 kg in een ton restafval (1). 100% terugwinning mogelijk bij nascheiding. $0,477 * 40 * 100\% = 25$
Nascheiding kunststof voor recycling	70	Per kg materiaal een milieuvoordeel van 1 kg CO ₂ -eq. Ongeveer 140 kg in een ton restafval. Ongeveer 50% terugwinning bij nascheiding. $1 * 140 * 50\% = 70$
Nascheiding metaal	95	Per kg materiaal een milieuvoordeel van 2,386 kg CO ₂ -eq. 43 kg in een ton restafval (1). Ongeveer 95% terugwinning bij nascheiding. $2,386 * 43 * 95\% = 95$
Nascheiding metaal en metaal afscheiding van residu uit AEC-bodemas	100	Per kg materiaal een milieuvoordeel van 2,386 kg CO ₂ -eq. 43 kg in een ton restafval (1). Ongeveer 100% terugwinning (waarvan 95% uit nascheiding, en de rest uit bodemas). $2,386 * 43 * 100\% = 100$
Vergisting van ONF (nascheiding)	100	Per m ³ groengas afgezet in aardgasnetwerk 2 kg CO ₂ -eq. Milieuvoordeel. 50 m ³ groengasproductie per ton restafval. $2 * 50 = 100$

(1) Gebaseerd op driejaarlijks gemiddelde samenstelling Nederlands restafval, 2015. Gepubliceerd door Rijkswaterstaat.

Tabel 12 - Weegfactoren voor energierterugwinning in AEC (een hogere CO₂-waarde is beter)

Aspect	Weegfactor Per ton restafval of residu uit nascheiding naar AEC	Toelichting
Energierterugwinning in AEC met laag rendement, geen CO ₂ -afvang	-70	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 19%, Thermisch rendement = 8% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 339 kg <i>Gebruikte formule voor milieuvoordeel energieproductie =</i> $(10 \text{ GJ} * 1.000 * 19\% * 0,556 / 3,6) + (10 \text{ GJ} * 1.000 * 8\% * 0,057)$ Emissies uit verbranding = 407 kg Totaal score 339 – 407 = --68 afgerond -70 $R1 = (2,6x \text{ rend E} + 1,1x \text{ rend W}) / 0,97 = 0,6$
Energierterugwinning in AEC met gemiddeld rendement geen CO ₂ -afvang	-20	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 15%, Thermisch rendement = 28% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 391 kg Emissies uit verbranding = 407 kg Totaal score: 391 – 407 = --16 afgerond -20
Energierterugwinning in AEC met relatief hoog rendement, geen CO ₂ -afvang	+65	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 11%, Thermisch rendement = 53% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 472 kg Emissies uit verbranding = 407 kg 472 – 407 = +65
Energierterugwinning in AEC met laag rendement met CO ₂ -afvang	+140	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 19%, Thermisch rendement = 8% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 339 kg Emissies uit verbranding zonder afvang = 407 kg Waardering CO₂-afvang = 0,5 339 – 407*0,5 = +136 afgerond 140
Energierterugwinning in AEC met gemiddeld rendement, met CO ₂ -afvang	+190	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 15%, Thermisch rendement = 28% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 391 kg Emissies uit verbranding zonder afvang = 407 kg Waardering CO₂-afvang = 0,5 391 – 407*0,5 = +188 afgerond 190
Energierterugwinning in AEC met relatief hoog rendement, met CO ₂ -afvang	+270	Stookwaarde: 10 GJ/ton Elektrisch rendement = 11%, Thermisch rendement = 53% kWh elektriciteit = 0,556 kg CO₂-eq. MJ warmte = 0,057 kg CO₂-eq. Milieuvoordeel energieproductie = 472 kg Emissies uit verbranding zonder afvang = 407 kg Waardering CO₂-afvang = 0,5 472 – 407*0,5 = +269 afgerond 270

Aspect	Weegfactor Per ton restafval of residu uit nascheiding naar AEC	Toelichting
Metaal afscheiding uit AEC-bodemas	70	Per kg materiaal een milieuvoordeel van 2,386 kg CO ₂ -eq. 43 kg in een ton restafval (1) Ongeveer 70% terugwinning uit bodemas $2,386 * 43 * 70\% = 70$

Vertaling CO₂-waarden en R1-waarden.

Idealiter vragen we bij inkoop van afvaldiensten de rendementen van installaties op maar deze zijn helaas niet openbaar. Wel zijn de R1-waarden van installaties openbaar. Voor de hierboven genoemde AEC met een laag rendement geldt een R1-waarde van 0,6 en CO₂-waarde van -70. Voor de AEC met een hoog rendement geldt een R1-waarde van 0,9 en CO₂-waarde van +65. Dan maakt dat met de R1-waarde de CO₂-waarde aldus geschat kan worden:

CO₂-waarde geschat op basis van R1-waarde = (R1 x 450) -340 (zonder CO₂-afvang)⁷

Voor het geval dat er CO₂-afvang plaatsvindt kan de R1-waarde als volgt worden gebruikt. (De waarde is 407/2 gunstiger=204).

CO₂-waarde geschat op basis van R1-waarde = (R1 x 450) -136 (met CO₂-afvang)⁸

(R1 formule= (Ep –(Ef + Ei)) / (0,97 × (Ew + Ef)) Bij de berekening wordt energie in de vorm van elektriciteit vermenigvuldigd met een factor 2,6 en warmte die wordt geproduceerd voor commerciële toepassingen met een factor 1,1. Ef = de jaarlijkse energie-input in het systeem afkomstig van brandstoffen die voor de productie van stoom worden gebruikt. Ew = de hoeveelheid energie die is besloten in de jaarlijks verwerkte hoeveelheid afvalstoffen, berekend aan de hand van de netto calorische waarde van de afvalstoffen.)

⁷ De omrekening van R1-waarde naar CO₂ is een lineaire functie in de vorm CO₂-waarde = a x R1 + b. Eerst berekenen we a met de delta tussen de berekende R1-waarden. Voor een R1-waarde die 0,3 hoger is de CO₂-waarde 135 maal voordeliger (scores R1 0,9 is 65 en score R1 0,6 gelijk aan -70). De CO₂-waarde neemt dus met 135/0,3= 450 toe als R1 een punt hoger wordt. a=450. Nu kunnen we b berekenen door met b= CO₂-waarde – a x R1. Voor de R1= 0,9 gaat het om b = 65 – 450 x 0,9 = - 340.

⁸ Dit is een vergelijkbare formule als hierboven alleen is de CO₂-emissie 407 x 50% lager omdat van die 441 kg CO₂ er 50% wordt afgevangen. De factor a (delta is hetzelfde als hierboven want die hangt van energie af). De factor b wordt 407/2=204 lager is dan 340-204=136

Tabel 13 - Weegfactoren GFT verwerking – vergisting (Aangepast in Versie 1.1)

Aspect	Weegfactor Per ton GFT naar verwerker	Toelichting
Vergisting, biogasopwerking tot groengas, geen CO ₂ -afvang	70	Per m ³ groengas afgezet in aardgasnetwerk 2 kg CO ₂ -eq. milieuvoordeel 35 m ³ groengasproductie per ton gft $2 * 35 = 70$
Vergisting, biogasopwerking tot groengas, wel CO ₂ -afvang	85	Per m ³ groengas afgezet in aardgasnetwerk 2 kg CO ₂ -eq. milieuvoordeel 35 m ³ groengasproductie per ton gft 0,85 kg CO ₂ -eq.-afvang mogelijk per m ³ groengas Waardering CO ₂ -afvang = 0,5 $(2 * 35) + (35 * 0,85 * 0,5) = 85$
Vergisting, biogas naar wkk, alleen elektriciteitsproductie (gasmotor) (aangepast in Versie 1.1 van 20 naar 50) (aangepast in Versie 2.0 van 50 naar 70)	70	We gaan uit van een gasmotor met rendement van 38% Geleverde elektriciteit = 120 kWh per ton GFT (Equivalent van 35m ³ groengas maal 38%) 1 kWh elektriciteit = 0,556 kg CO ₂ -eq. $120 * 0,556 = 67$ afgerond 70
Vergisting, biogas naar wkk, elektriciteits- en warmteproductie (aangepast in Versie 1.1 van 30 naar 80) (aangepast in Versie 2.0 van 80 naar 100)	80	We gaan uit van wkk met 38% elektrisch rendement en 50% warmterendement Geleverde elektriciteit = 120 kWh per ton GFT Geleverde warmte = 553 MJ per ton GFT 1 kWh elektriciteit = 0,556 kg CO ₂ -eq. 1 MJ warmte = 0,057 kg CO ₂ -eq. $(120 * 0,413) + (553 * 0,057) = 98 =$ afgerond 100

Tabel 14 - Weegfactoren GFT-verwerking - compostproductie

Aspect	Weegfactor Per ton compost	Toelichting
>50% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	465	150 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(550 * 0,85) + (450 * 0,05) - 25 = 465$
40-50% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	385	150 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(450 * 0,85) + (550 * 0,05) - 25 = 385$
30-40% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	305	150 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(350 * 0,85) + (650 * 0,05) - 25 = 305$
20-30% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	225	250 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(250 * 0,85) + (750 * 0,05) - 25 = 225$
10-20% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	145	150 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(150 * 0,85) + (850 * 0,05) - 25 = 145$
1-10% van compost afgezet in potgrond- en opzaksector en glastuinbouw	65	50 kg compost hoogwaardig afgezet, rest laagwaardig afgezet Hoogwaardig compost = 0,85 kg CO ₂ -eq./kg Laagwaardig compost = 0,05 kg CO ₂ -eq./kg 25 kg CO ₂ -eq.-emissies $(50 * 0,85) + (950 * 0,05) - 25 = 65$

B Kengetallen gedetailleerde methodiek

Deze bijlage geeft een overzicht van kengetallen voor Nederland, deze kengetallen worden in de gedetailleerde methodiek gebruikt voor de weging. Het zou goed zijn om deze kengetallen up-to-date te houden bijvoorbeeld door deze kengetallen allemaal te integreren in CO₂-emissiefactoren.nl.

De eigen modelering van CE Delft is gebeurd op basis van:

- SimaPro-software;
- Ecoinvent V3.3 LCA-database;
- Biotische aandeel afval CO₂ emissie is 63% en fossiel aandeel dus 37%.

Tabel 15 - Kengetallen voor geleverde producten

	Kengetal	Eenheid Vermeden CO ₂ -eq.	Toelichting/bron
Warmte	-0,057	kg CO ₂ -eq./MJ	Eigen modelering CE Delft; aanpassing van Ecoinvent-proces. Dit is de vermeden emissie door het vervangen van andere warmteproductie. Hier zijn de emissies uit de warmteproductie (dus in de AEC of wkk) niet in meegenomen. Het gaat om het vervangen van productie van warmte op basis van aardgas.
Elektriciteit	--0,556	kg CO ₂ -eq./kWh	CO ₂ -emissiefactoren.nl zoals weergegeven begin 2018. CO ₂ -emissiefactor januari 2020 gemiddelde grijze mix.
Glas als glas	-0,477	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft; aanpassing Ecoinvent-proces.
Bodemas als bouw materiaal (zand/grind)	0	kg CO ₂ -eq./kg	Volgens Tauw (2016) "Ketenanalyse afval verbranden CO ₂ -prestatieladder" ongeveer 0, afhankelijk van de transportafstand.
Glas als bouw materiaal (zand/grind)	0	kg CO ₂ -eq./kg	Aangenomen dat hierbij hetzelfde geldt als voor bodemas.
Kunststof als DKR-stroom (gemiddeld)	-1,00	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft voor KIDV; onderzoek naar de milieu-impact van kunststofverpakkingsafval in Nederland.
Kunststof (DKR-324)	-1,68	kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR-328-1)	-2,729	kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR-329)	-1,424	kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR-350)	-0,421	kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR-310) inzet voor plastic product	-1,604	kg CO ₂ -eq./kg	
Kunststof (DKR-310) inzet als mixed kunststof	-0,421	kg CO ₂ -eq./kg	
Drankenkarton (DKR-510) (alleen papierrecycling)	0,097	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft op basis van eerder onderzoek door CE Delft uit 2010 "Inzameling van drankenkartons. Milieu- en kostenanalyse van recyclingopties."

	Kengetal	Eenheid Vermeden CO ₂ -eq.	Toelichting/bron
Ferrometaal	-0,546	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft, waarbij aangenomen dat 70% van de ferro-stroom uit ferrometaal bestaat. Deze waarde wordt ook gehanteerd in CO ₂ -emissiefactorenlijst van de Vereniging afvalbedrijven 2019 opgesteld door TNO.
Non-ferrometaal	-6,631	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft, waarbij aangenomen dat 70% van de non-ferro stroom uit non-ferrometaal bestaat. Van het totaal bestaat 40% uit aluminium, 15% zink en 15% koper.. Deze waarde wordt ook gehanteerd in CO ₂ -emissiefactorenlijst van de Vereniging afvalbedrijven 2019 voor gemengde non-ferrometalen opgesteld door TNO.
Biogas toegepast in wkk	-1,8	kg CO ₂ -eq./Nm ³	Eigen modelering CE Delft op basis van eerder onderzoek door CE Delft uit 2017 "LCA RENescience".
Groengas afgezet in aardgasnetwerk	-2,0	kg CO ₂ -eq./Nm ³	Eigen modelering CE Delft op basis van eerder onderzoek door CE Delft uit 2017 "LCA RENescience".
Gips inzet als zandsteen	-0,150	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft aanpassing Ecoinvent-proces.
Compost/digestaat als veenvervanger	-0,850	kg CO ₂ -eq./kg	Achtergrond document bij de BVOR CO ₂ -rekentool
Compost/digestaat als kunstmestvervanger (niet als veenvervanger)	-0,05	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft op basis van eerder onderzoek door CE Delft uit 2015 "Huishoudelijke voedselresten in de afvalwaterketen".
Biomassa verwerkt in biomassacentrale	- 0,569	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft aanpassing Ecoinvent-processen.
Luiers	- 0,1	kg CO ₂ -eq./kg	Eigen modelering CE Delft op basis van eerder onderzoek door CE Delft uit 2016 "LCA afvalverwerking luiermateriaal".
Transport	-0,11	kg CO ₂ -eq./tkm	CO ₂ -emissiefactoren.nl zoals weergegeven begin 2018.
CO ₂ -eq.-emissies verbranding Nederlands afval	407	Kg CO ₂ -eq./ton afval	RWS-model Nederlandse afvalverbranding een emissie van 407 kg CO ₂ -eq. per ton NL-afval. ⁹ Dit komt vrijwel overeen met de macroberekening van PWC ¹⁰ op basis van RIVM-cijfers (2017 7,6 Mton afval. CO ₂ -analyse op basis van RIVM 2324+777=3.101 Mton. Dit geeft 408 kg CO ₂ per ton afval en hierin zit lachgas reeds in meegenomen.)

⁹ RWS-model afval zoals ook benoemd in www.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/Nederlandse-energiedragerlijst-versie-januari-2020.pdf met 104,4 kg CO₂ per GJ en 37% fossiele emissies en 10 GJ/kg is 390 kg CO₂ met daarbovenop 17 kg CO₂-eq. door N₂O-emissies is samen 407.

¹⁰ www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2c737b19-a056-4cc4-9090-530cb6980df9&title=PwC-rapport%20%27Importheffing%20buitenlands%20afval%20en%20uitstoot%20van%20broeikasgassen%27%20%28september%202019%29.pdf PWC 2019 Importheffing en Uitstoot van broeikasgassen.

C Rekenvoorbeelden methodiek

In deze bijlage worden drie rekenvoorbeelden gegeven, één voorbeeld per afvalstroom. Hierbij zijn we uitgegaan van:

- De verwerkingsprijzen zoals opgegeven in de Benchmarkt huishoudelijk afval 2016.
- Een CO₂-prijs voor een prijs-kwaliteitweging van 25%/75%. Uiteraard kan ook gekozen worden voor een CO₂-prijs (zie Paragraaf 5.2 voor suggesties) om zo te komen tot een andere weging.

De formules (om de rekenvoorbeelden na te rekenen) zijn =

- kwaliteitsscore per ton afval = Behaald milieuvoordeel in kg CO₂-eq. * CO₂-prijs in €/kg;
- fictieve inschrijfprijs per ton afval = opgegeven prijs per ton afval – kwaliteitsscore per ton afval.

Huishoudelijk restafval

Parameter	Situatie 1	Situatie 2
Behaald milieuvoordeel	-300 kg CO ₂ -eq./ton afval	300 kg CO ₂ -eq./ton afval
CO ₂ -prijs	€ 100/ton CO ₂ -eq.	€ 100 ton CO ₂ -eq.
Kwaliteitsscore	- € 30/ton afval	€ 30/ton afval
Prijsverwerking	€ 90/ton afval	€ 112/ton afval
Fictieve prijs inschrijving	€ 120/ton afval	€ 82/ton afval

Met een CO₂-prijs van € 100/ton CO₂-eq. is de weging van de kwaliteitsfactor, en dus het behaalde milieuvoordeel ongeveer 25% van de totale score. Dit sluit aan bij klimaatbeleid op de 2°C-doelstelling te halen. In dit geval vindt gunning plaats aan de verwerker die het meeste milieuvoordeel behaald.

GFT

Parameter	Situatie 1	Situatie 2
Behaald milieuvoordeel	50 kg CO ₂ -eq./ton afval	160 kg CO ₂ -eq./ton afval
CO ₂ -prijs	€ 200/ton CO ₂ -eq.	€ 200/ton CO ₂ -eq.
Kwaliteitsscore	€ 10/ton afval	€ 32/ton afval
Prijsverwerking	€ 44/ton afval	€ 51/ton afval
Fictieve prijs inschrijving	€ 34/ton afval	€ 19/ton afval

Met een CO₂-prijs van € 200/ton CO₂-eq. is de weging van de kwaliteitsfactor, en dus het behaalde milieuvoordeel ongeveer 25% van de totale score. Dit sluit aan bij klimaatbeleid op de 2°C-doelstelling te halen. In dit geval vindt gunning plaats aan de verwerker die het meeste milieuvoordeel behaald.

PMD-afval

Parameter	Situatie 1	Situatie 2
Behaald milieuvoordeel	400 kg CO ₂ -eq./ton afval	850 kg CO ₂ -eq./ton afval
CO ₂ -prijs	€ 130/ton CO ₂ -eq.	€ 130/ton CO ₂ -eq.
Kwaliteitsscore	€ 52/ton afval	€ 110/ton afval
Prijsverwerking	€ 187/ton afval	€ 260/ton afval
Fictieve prijs inschrijving	€ 135/ton afval	€ 150/ton afval

Met een CO₂-prijs van € 200/ton CO₂-eq. is de weging van de kwaliteitsfactor, en dus het behaalde milieuvoordeel ongeveer 25% van de totale score. Dit sluit aan bij klimaatbeleid op de 2°C-doelstelling te halen. In dit geval vindt gunning plaats aan de verwerker die de laagste prijs aanbiedt.

D Update historie

D.1 Updates Versie 2021 t.o.v. Versie 1.1 (in 2020)

1. Voor ONF is een toelichting gegeven op het punt dat ONF-vergisting meer energie oplevert dan ONF-verbranding. plus aangegeven dat bij ONF er geen compost wordt geproduceerd maar alleen energie.
2. De Metaalrecyclingfactoren zijn vergeleken met de factoren die de Vereniging Afvalbedrijven hanteert voor 2019 in het kader van het EpE-protocol zoals opgesteld door TNO. Uit deze vergelijking blijkt dat TNO heeft aanbevolen om de berekening te hanteren zoals in de Versie 1.1 in deze handleiding was opgenomen. Deze getallen zijn daarmee gecheckt, maar niet veranderd.
3. De CO₂-berekening voor de emissie uit een AEC is niet meer in drie klassen gevat maar omgezet naar een formule die op basis van de R1-waarde een inschatting maakt van de CO₂-waarde van een AEC.
4. De CO₂-waarde van brandbaar afval is aangepast van een biogeen aandeel van 53 naar 63% biogene emissie. De fossiele emissie is daarmee geen 47 maar 37% van de emissies uit de schoorsteen. Daarnaast is het RWS-model voor Nederlands afval als basis gebruikt voor de directe emissies van afvalverbranding in plaats van eerder het CE Delft-model hiervoor.
5. Voor de CO₂-waarde van de vermeden elektriciteit door productie van elektriciteit uit een AEC is de gemiddelde grijze mix van CO₂-emissiefactoren.nl versie januari 2020 genomen. Er is dus bewust voor gekozen om hier niet de CO₂-emissiefactor van de marginale mix te gebruiken. Dit omdat dat de hoeveelheid duurzame energie in Nederland niet wordt beïnvloed door meer of minder energiep productie uit een AEC. Deze variatie wordt opgevangen door een grijze vorm van elektriciteitsproductie (0,556 kg CO₂ per kWhe in plaats van 0,413 kg CO₂ per kWhe).

Voor warmte was reeds een marginale benadering gekozen in de vorige versies met het vervangen van het verwarmen op basis van aardgas. Daar is de marginale benadering behouden.

6. Er is extra toelichting toegevoegd over de manier van meerekenen van CO₂-afvang en het resultaat van CO₂-afvang is beperkt aangepast.
7. Diverse kleine toelichtingen.

D.2 Update Versie 1.1 t.o.v. Versie 1.0 (in 2019)

In de Versie 1.1 zijn in Bijlage A bij basismethodiek de kentallen voor elektriciteitsproductie uit GFT en voor wkk uit GFT aangepast.