

**CO₂-besparingsonderzoek t.b.v.
Milieueffectrapportage (mer)**

Bio Energy Coevorden B.V.



Verantwoording

Titel	CO ₂ -besparingsonderzoek t.b.v. Milieueffectrapportage (mer)
Opdrachtgever	Bio Energy Coevorden B.V.
Project nummer	2359324
Documentidentificatie	2359238-RAP-0028-08.docx
Auteur(s)	ing. R. Hobo, ing. F. Kuijpers, drs. K. Orbons
Aantal pagina's	44
Revisie	08 d.d. 11-9-2025

Contact	R. Verberne
Date	11 september 2025

Ingenia Consultants & Engineers BV

Esp 118 | 5633 AA Eindhoven | Nederland

T + 31-(0)40-239 30 30 | E info@ingenia.nl | I www.ingenia.nl

Ingenia © 2025

Niets uit dit document mag zonder schriftelijke toestemming van Ingenia of de opdrachtgever geheel of gedeeltelijk vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, digitale technieken of anderszins. Dit document is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Ingenia kan echter niet aansprakelijk worden gesteld voor enige directe, indirecte, toekomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken. Ingenia® is een wettelijk beschermd handelsmerk van Ingenia (Bureau Benelux des Marques dep.nr. 100.09.58)

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	6
1.1	Achtergrond.....	6
1.2	Doel.....	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Methodologie.....	8
2.1	RED II formule.....	8
2.2	E_{ec} (emissies door grondstoffen).....	10
2.3	E_i (emissies door wijzigingen in landgebruik)	10
2.4	E_p (emissies door processing).....	10
2.5	E_{td} (emissies door transport)	11
2.6	E_u (emissies ten gevolge van de gebruikte brandstof).....	11
2.7	E_{sca} (emissiereductie door koolstofaccumulatie in bodem door beter landbouwbeheer)	11
2.8	E_{ccs} (emissiereductie door geologisch opslaan van CO_2).....	11
2.9	E_{cor} (emissiereductie door afvangen en vervangen van CO_2).....	11
3	Situatie en uitgangspunten.....	12
3.1	Alternatief 0 (referentiesituatie)	12
3.2	Alternatief 1 (voorgenomen activiteit).....	13
3.3	Alternatief 2	13
3.4	Varianten	14
3.4.1	Variant A – Grondstoffenportfolio	14
3.4.2	Variant B – Geur- en luchtbehandeling.....	14
3.4.3	Variant C - Energievoorziening.....	14
3.4.4	Variant D - Productie bio-LNG.....	14
3.4.5	Variant E - Vergistingstemperatuur.....	15
3.4.6	Variant F - Scheiding digestaat	15
3.4.7	Variant G - Drogen dikke fractie	15
3.4.8	Variant H – opwerking ASL	15
3.5	Voorkeursalternatief (VKA).....	16

3.6	Gekozen alternatieven en varianten voor de CO ₂ -berekening	18
4	Aannames	19
4.1	Aannames voor de productie van grondstoffen en ruwe materialen (E _{ec})	19
4.2	Aannames voor wijzigingen in landgebruik (E _l)	20
4.3	Aannames voor emissies door processing (E _p)	20
4.4	Aannames voor emissies door transport (E _{td})	21
4.5	Aannames voor verbranding van brandstof (E _u)	22
4.6	Aannames voor afvangen en vervangen van CO ₂ (E _{ccr})	22
5	Kwalitatieve beoordeling alternatieven en varianten	23
5.1	Variant A	23
5.2	Variant B	24
5.3	Variant C	25
5.4	Variant D	26
5.5	Variant F	27
5.6	Variant H	28
6	Kwantitatieve beoordeling alternatieven	29
6.1	Beschouwing resultaten	29
6.2	Emissiefactoren	30
6.3	Belangrijkste variabelen	31
7	Kwantitatieve beoordeling Voorkeursalternatief	32
7.1	Emissiefactoren	33
8	Conclusie	34

Bijlagen

BIJLAGE A Blokschema VKA	35
BIJLAGE B Inrichtingstekening VKA	36
BIJLAGE C Berekening Alternatief 0	37
BIJLAGE D Berekening Alternatief 1	39
BIJLAGE E Berekening voorkeursalternatief 100% co-vergisting	41
BIJLAGE F Berekening voorkeursalternatief maximale allesvergisting	43

Figuren

Figuur 1-1 Ligging van de inrichting ten opzichte van omgeving	6
Figuur 2-1 Algemene formule voor het berekenen van broeikasgasemissies (RED II bijlage V, sectie C, punt 1) ¹	8
Figuur 2-2 Blokschema van proces met CO ₂ -berekening scope aangegeven	9
Figuur 3-1 procesflowdiagram voorgenomen activiteiten	13
Figuur 3-2 Procesflowdiagram van het voorkeursalternatief	17

Tabellen

Tabel 2-1 Gebruikte omrekenfactoren (RED II, bijlage V, sectie C, punt 4) ¹	9
Tabel 4-1 Lijst met de maximale hoeveelheden hulpstoffen gebruikt bij co-vergisting	19
Tabel 4-2 Emissiefactoren voor alle gebruikte hulpstoffen	19
Tabel 4-3 Overzicht emissiefactoren elektriciteit en brandstoffen ²	20
Tabel 4-4 Dieselverbruik van mobiele werktuigen	20
Tabel 4-5 Aangenomen transportafstanden voor elke materiaal stroom	21
Tabel 4-6 Emissiefactor voor transport ²	22
Tabel 5-1 Overzicht van de te beoordelen aspecten per alternatief en variant	23
Tabel 6-1 Overzicht totale emissie en emissiereductie per categorie van Alternatief 0 en 1	29
Tabel 6-2 Emissiefactoren in g CO ₂ eq/MJ en kg CO ₂ eq/Nm ³ per alternatief	30
Tabel 7-1 Overzicht totale emissie en emissiereductie per categorie van Alternatief 1 en het VKA	32
Tabel 7-2 Emissiefactoren in g CO ₂ eq/MJ en kg CO ₂ eq/Nm ³ per alternatief	33
Tabel 8-1 Totale emissie, emissiereductie en emissiefactoren van de 4 verschillende scenario's	34

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In opdracht van Bio Energy Coevorden (BEC) is een onderzoek uitgevoerd naar de te verwachten CO₂-emissies vanwege de uitbreiding van de vergistingsinstallatie aan de Berlijnse weg 1 op het industrieterrein Europark te Coevorden. Een overzicht van de ligging is gegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Ligging van de inrichting ten opzichte van omgeving

Op dit moment heeft BEC een verwerkingscapaciteit van 275.000 ton biomassa per jaar. Dit is een combinatie van dierlijke mest en co-producten. De geplande capaciteit van de installatie bedraagt maximaal 625.000 ton biomassa per jaar. Het onderzoek wordt uitgevoerd in het kader van de aanvraag van een omgevingsvergunning voor de uitbreiding van de vergistingsinstallatie en de bijbehorende milieueffectrapportage (mer).

1.2 Doel

Het doel van dit rapport is om de CO₂-emissie te berekenen van de huidige situatie en de voorgenomen uitbreiding bij BEC. Hierbij worden verscheidene alternatieven, en varianten binnen deze alternatieven, beschouwd volgens de RED II richtlijn.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is gestructureerd om de CO₂ berekening van verschillende scenario's overzichtelijk te presenteren. De leeswijzer hieronder helpt je snel door het document te navigeren.

Hoofdstuk 2: Methodologie

Hier wordt de toegepaste methodologie uitgelegd, inclusief de RED II formule en de verschillende emissiecategorieën die in de analyse worden behandeld.

Hoofdstuk 3: Situatie en uitgangspunten

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie en mogelijke alternatieven. Elk alternatief wordt afzonderlijk behandeld met specifieke aandacht voor hun kenmerken en varianten.

Hoofdstuk 4: Aannames

De belangrijkste aannames die ten grondslag liggen aan de emissieberekeningen worden in dit hoofdstuk gedetailleerd beschreven per emissiecategorie.

Hoofdstuk 5: Kwalitatieve beoordeling varianten

In hoofdstuk 7 worden de varianten op kwalitatieve wijze beoordeeld. Dit zijn kleine aanpassingen op de alternatieven. Hiermee wordt aangetoond wat de additionele CO₂ impact of besparing zou zijn als deze varianten worden toegepast.

Hoofdstuk 6: Kwantitatieve beoordeling alternatief 0 en 1

Hier worden de resultaten van de CO₂ berekening getoond en besproken van Alternatief 0 en 1. Er wordt daarna toegelicht wat de belangrijkste variabelen zijn en hoeveel impact deze hebben.

Hoofdstuk 7: Kwantitatieve beoordeling voorkeursalternatief

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de CO₂ berekening getoond en besproken van de 2 uiterste waarden van het voorkeursalternatief. Deze wordt vergeleken met Alternatief 0.

Hoofdstuk 8: Conclusie

Het rapport eindigt met de conclusies die getrokken zijn uit de kwalitatieve en kwantitatieve beoordelingen. Er wordt een tabel getoond met de verschillende kengetallen die volgen uit de CO₂ berekeningen.

2 Methodologie

Dit onderzoek is uitgevoerd als een desktoponderzoek, waarbij aannames zijn gemaakt in bepaalde aspecten van de berekening. Deze aannames zijn gebaseerd op waarden afgeleid uit literatuur of komen uit de expertise/ervaring van Ingenia, opgedaan uit vergelijkbare projecten. Gedetailleerde beschrijvingen van al deze aannames en op literatuur gebaseerde waarden zijn te vinden in de betreffende hoofdstukken. Bovendien wordt ook een overzicht gegeven van de belangrijkste parameters die van invloed zijn op de resultaten.

De broeikasgasemissie wordt berekend volgens de richtlijnen van de RED II, zoals beschreven in bijlage V, sectie C van de RED II.¹

2.1 RED II formule

Voor de berekening van de broeikasgasemissie door de productie en het gebruik van biobrandstoffen wordt de volgende formule uit de RED II gebruikt:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{cca} - e_{ccr} - e_{ccr'}$$

waarbij

E	=	de totale emissies ten gevolge van het gebruik van de brandstof;
e_{ec}	=	emissies ten gevolge van de teelt of het ontginnen van grondstoffen;
e_l	=	de op jaarbasis berekende emissies van wijzigingen in koolstofvoorraden door veranderingen in landgebruik;
e_p	=	emissies ten gevolge van verwerkende activiteiten;
e_{td}	=	emissies ten gevolge van vervoer en distributie;
e_u	=	emissies ten gevolge van de gebruikte brandstof;
e_{cca}	=	emissiereductie door koolstofaccumulatie in de bodem als gevolg van beter landbouwbeheer;
e_{ccr}	=	emissiereductie door het afvangen en geologisch opslaan van CO ₂ ; alsmede
$e_{ccr'}$	=	emissiereductie door het afvangen en vervangen van CO ₂ .

Figuur 2-1 Algemene formule voor het berekenen van broeikasgasemissies (RED II bijlage V, sectie C, punt 1)¹

¹ RED II - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0557>

Binnen dit onderzoek zijn emissiefactoren gebruikt. Deze factoren omvatten niet alleen CO₂-emissies, maar ook andere broeikasgasemissies, die zijn omgezet naar hun CO₂-equivalenten. De volgende omrekenfactoren zijn gebruikt:

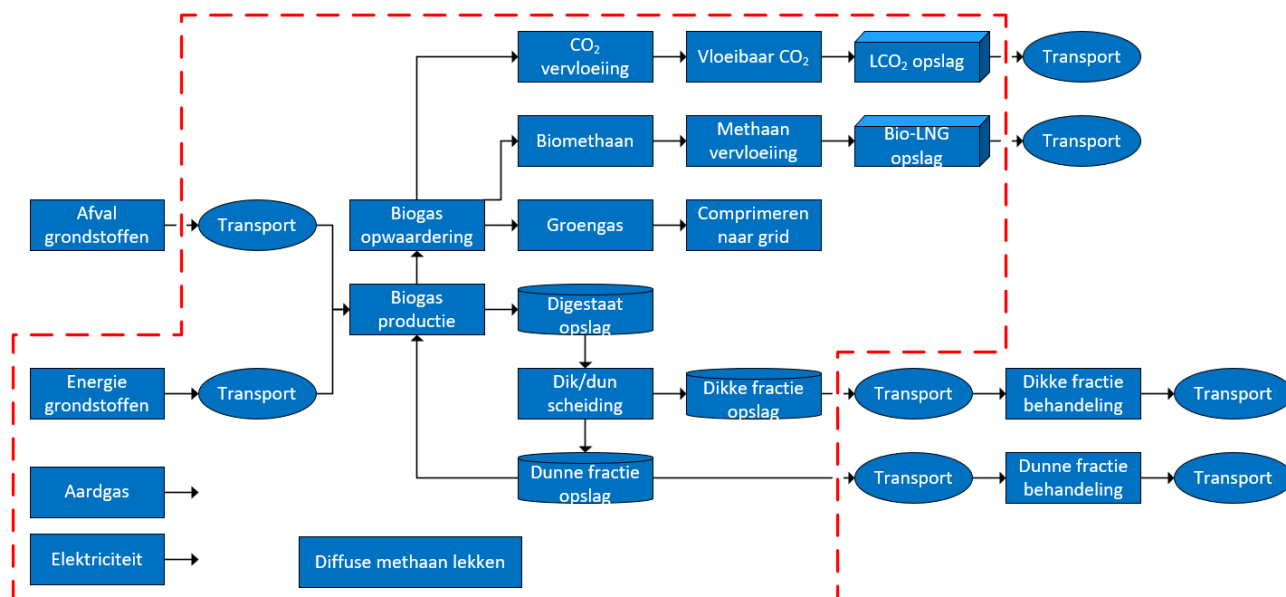
Tabel 2-1 Gebruikte omrekenfactoren (RED II, bijlage V, sectie C, punt 4)¹

Emissie	Factor
CO ₂	1
N ₂ O	298
CH ₄	25

Broeikasgasemissies worden uitgedrukt in gram CO₂-equivalent per MJ brandstof (g CO₂eq/MJ), volgens de RED II bijlage V, sectie C, punt 2. De uiteindelijke broeikasgasemissiereducties worden berekend door de totale emissie te delen door de LHV (lower heating value) van het geproduceerde eindproduct. Indien er meer dan één product gevormd kan worden, zoals groengas en bio-LNG, wordt de CO₂-emissie verdeeld over de producten naar rato van de energie-inhoud. Bewerkingen die na de scheiding plaatsvinden, zoals het comprimeren van het bio-LNG, worden alleen toegekend aan het betreffende product. Hiermee ontstaat een representatieve emissie per product. Er worden geen emissies toegekend aan afval en residuen. Ook bijproducten met een negatieve energie-inhoud heeft volgens de berekening een energie-inhoud van nul en krijgt dus geen emissies toegewezen. Dit betreft bijvoorbeeld vloeibaar CO₂.

De RED II schrijft ook voor dat er geen rekening moet worden gehouden met de CO₂-emissies die vrijkomen bij de productie van machines en apparatuur.¹

In Figuur 2-2 wordt een overzicht gegeven van de processen die vallen onder de scope van de CO₂-berekening.



Figuur 2-2 Blokschema van proces met CO₂-berekening scope aangegeven

2.2 E_{ec} (emissies door grondstoffen)

Alle emissies van de winning en teelt van grondstoffen vallen onder deze term. Als een product specifiek wordt gewonnen of geteeld voor het produceren van een biobrandstof, moeten de bijbehorende emissies mee worden genomen in de berekening. Echter, als afvalstromen of residuen worden gebruikt als grondstof, wordt de broeikasgasemissie hiervan beschouwd als 0. Pas vanaf verzameling worden emissies hieraan toegekend. Dit volgt uit RED II, bijlage V, sectie C, punt 18.

De emissies die vrijkomen door het vervoeren van grondstoffen, inclusief afvalstromen en reststromen naar de locatie van BEC, wordt wel meegenomen in de berekening. Dit valt dan onder E_{td} .

2.3 E_l (emissies door wijzigingen in landgebruik)

Landgebruiksverandering verwijst naar het wijzigen van de beplanting van een gebied, zoals bos, grasland, wetlands, nederzettingen, of ander land, naar akkerland of blijvend akkerland. Broeikasgasemissies als gevolg van deze verandering tussen de categorieën naar (blijvend)akkerland moeten worden meegenomen als ze plaatsvinden na 1 januari 2008 en in overeenstemming zijn met duurzaamheidsprincipes, zoals beschreven in de ISCC EU-documenten. Belangrijk is dat veranderingen in akkerlandstructuur, beheersactiviteiten, bewerkingstechnieken of mestpraktijken niet worden beschouwd als landgebruiksverandering. Dit is niet van toepassing bij BEC. Deze term wordt gesteld op 0 en valt weg uit de formule.

2.4 E_p (emissies door processing)

Dit omvat alle emissies die op locatie ontstaan benodigd voor het verwerken van het product. Deze term kan voor het proces van BEC in 3 hoofdcategorieën worden opgedeeld: elektriciteitsverbruik, warmte/brandstof verbruik en methaanslip/gas lekkages.

Elektriciteitsverbruik

Voor het berekenen van de emissies die ontstaan als gevolg van het gebruik van elektriciteit, wordt gebruik gemaakt van de emissiefactor voor grijze elektriciteit. Volgens CO2emissiefactoren.nl is dit 0,536 kg CO₂eq/kWh.²

Warmtegebruik

Een gedeelte van het geproduceerde biogas wordt in een gasketel gestookt om te voorzien in de eigen warmtevraag. De emissies hiervan worden gesteld op 0 aangezien dit kort-cyclisch CO₂ betreft. Alleen de additionele warmtevraag die voorzien moet worden door het stoken van aardgas wordt meegenomen.¹ Voor aardgas is een emissiefactor gebruikt van 2,134 kgCO₂eq/Nm³.²

Methaanslip/gas lekkages

Bij groengas installaties wordt biogas opgewaardeerd tot groengas door het afscheiden van de CO₂-fractie. De leveranciers hiervan garanderen een maximaal percentage methaanslip, oftewel methaan lekkage. Meestal is dit in de offerte en prestatiegaranties aangegeven. Er wordt in deze berekening uitgegaan van de worst-case situatie waarbij de maximale hoeveelheid methaan ontsnapt wat aangegeven is bij deze specificatie.

² CO2emissiefactoren.nl

Ook bij het verder opwerken van groengas tot bio-LNG kan methaan vrijkomen (vervloeiing). Ook hier wordt uitgegaan van de specificaties van de leverancier van de vervloeiingsapparatuur. Alleen het verlies van methaan is hierbij van belang. Het verlies van CO₂ heeft geen impact omdat dit kort-cyclisch CO₂ betreft.

Naast methaanslip zijn er ook diffuse methaan lekkages. Dit betreft volgens de RED II 1% van de totale methaan productie, tenzij minder kan worden aangetoond door middel van metingen. Omdat metingen niet mogelijk zijn, wordt uitgegaan van deze 1%.¹

2.5 E_{td} (emissies door transport)

Dit omvat alle emissies die vrijkomen bij het vervoeren van grondstoffen naar locatie¹. Het distribueren van groengas via het net kan hierbij worden gerekend. Maar aangezien dit gebeurt door gebruik van compressoren op locatie van BEC, wordt dit gezien als elektriciteitsverbruik op locatie. Dit wordt dus behandeld als een E_p processing emissie om dubbeltelling te voorkomen.

2.6 E_u (emissies ten gevolge van de gebruikte brandstof)

De emissies bij het verbranden van biobrandstoffen, waaronder groengas en bio-LNG, worden 0 geacht. Deze CO₂ wordt gezien als kort-cyclisch en heeft netto geen effect op het broeikaseffect. Dit volgt ook uit punt 13 van de RED II, bijlage V, sectie C.¹

2.7 E_{sca} (emissiereductie door koolstofaccumulatie in bodem door beter landbouwbeheer)

Wanneer onbewerkte mest wordt opgeslagen in afwachting van uitrijden op het land, komen gassen vrij in de atmosfeer als gevolg van afbraak van organisch materiaal door de aanwezige bacteriën. Naast afbraak tot CO₂, kunnen ook N₂O (lachgas) en CH₄ (methaan) ontstaan, welke een grotere broeikas potentiaal hebben. Wanneer mest wordt behandeld in een anaerobe vergister, wordt het methaan afgevangen en verwerkt tot groengas. Deze wordt na verbranding op de eindlocatie weer omgezet tot CO₂. De komst van een vergister kan dus zorgen voor een reductie van methaan in de atmosfeer.

Voor anaerobe vergisting wordt een bonus toegekend van -45 g CO₂eq/MJ mest door het beheer van onverwerkte mest. Dit volgt uit RED II, bijlage VI, sectie B, punt 1c.¹

2.8 E_{ccs} (emissiereductie door geologisch opslaan van CO₂)

CO₂ dat wordt afgevangen en ondergronds wordt opgeslagen kan bijdragen aan een reductie van de CO₂ in de atmosfeer. Dit is niet van toepassing voor de activiteiten van BEC. Deze term wordt dus gesteld op 0 en valt weg uit de formule.

2.9 E_{ccr} (emissiereductie door afvangen en vervangen van CO₂)

De RED II stelt dat emissiebesparingen door CO₂ opvang en vervanging beperkt moeten blijven tot emissies die worden vermeden door de opvang van CO₂ waarvan de koolstof afkomstig is van biomassa. E_{ccr} kan alleen worden meegerekend als kan worden aangetoond dat de CO₂, fossiel afgeleide CO₂ vervangt die wordt gebruikt in de productie van commerciële producten en diensten. Hierbij kan worden gedacht aan gebruik in broeikassen en gebruik in frisdranken.

BEC is van plan om de afgescheiden CO₂ van de biogasopwaardering te vervloeien tot vloeibaar CO₂ (LCO₂) en deze te verkopen aan broeikassen ter vervanging van fossiel CO₂. Deze hoeveelheid CO₂ mag dus in mindering worden gebracht.¹

3 Situatie en uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de verschillende alternatieven en varianten voor het MER beschreven. Door het vergelijken van de emissies van de huidige situatie met de verschillende toekomstige situaties, kan de CO₂ impact/besparing bepaald worden.

3.1 Alternatief 0 (referentiesituatie)

In een project-mer dient de referentiesituatie als uitgangspunt om te illustreren hoe de milieutoestand in het onderzoeksgebied zich zou ontwikkelen als het voorgenomen project niet wordt uitgevoerd, maar andere relevante ontwikkelingen wel plaatsvinden. De referentiesituatie biedt dus een toekomstscenario zonder het project, waarin rekening wordt gehouden met andere reeds geplande of verwachte ontwikkelingen. In het milieueffectrapport (MER) wordt vervolgens de milieu-impact van de verschillende alternatieven, inclusief de bijbehorende varianten, vergeleken met deze referentiesituatie.

De hoofdactiviteit in de referentiesituatie betreft het in bedrijf hebben van een biomassa conversie installatie met een verwerkingscapaciteit van 275.000 ton per jaar, waarvan maximaal 40.000 ton is bestemd voor allesvergisting. In deze installatie worden verschillende soorten biomassa omgezet naar nuttig toepasbare stoffen en gassen. Ten behoeve van de verwerking van de verschillende soorten ingaande biomassa-stromen is de installatie van verschillende (voor)verwerkingstechnieken voorzien. Deze installatie bestaat onder andere uit de volgende onderdelen:

- Co-vergistingslijn voor de verwerking van dierlijke meststoffen (minimaal 50%) en uitsluitend producten van bijlage Aa onderdeel IV van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Dit is de zogenaamde 'positieve lijst'.
- Allesvergistingslijn voor de verwerking van biomassa in de vorm van organische restproducten die niet als zodanig opgenomen zijn op de 'positieve lijst', waaronder dierlijke bijproducten zoals vermeld in de EU verordening 1069/2009.
- Het geproduceerde biogas wordt in zijn geheel:
 - opgewerkt tot aardgaskwaliteit (groengas) dat op het aardgasnet geleverd kan worden, of als biogas rechtstreeks aan derden geleverd kan worden;
 - opgewerkt tot schoon CO₂ (groen CO₂) dat, na verdichting tot Bio-CO₂ liquid, rechtstreeks aan derden geleverd kan worden;
 - opgewerkt tot groengas, ter vervanging van het gebruik van aardgas in het eigen proces.
- Het digestaat dat overblijft na co-vergisting wordt, na eventuele scheiding of bewerking, afgevoerd naar een andere locatie en kan daar worden gebruikt als meststof of verder worden opgewerkt tot minerale meststoffen van organische oorsprong.
- Het digestaat dat overblijft na allesvergisting wordt afgevoerd naar een erkende afvalverwerker.

Naast de hoofdprocessen uit de biomassa vergistingsinstallatie vinden er een aantal ondersteunende processen plaats. Deze zijn vooral gericht op de verwerking van de lucht uit de verschillende processen, het treffen van veiligheidsmaatregelen en de energievoorziening.

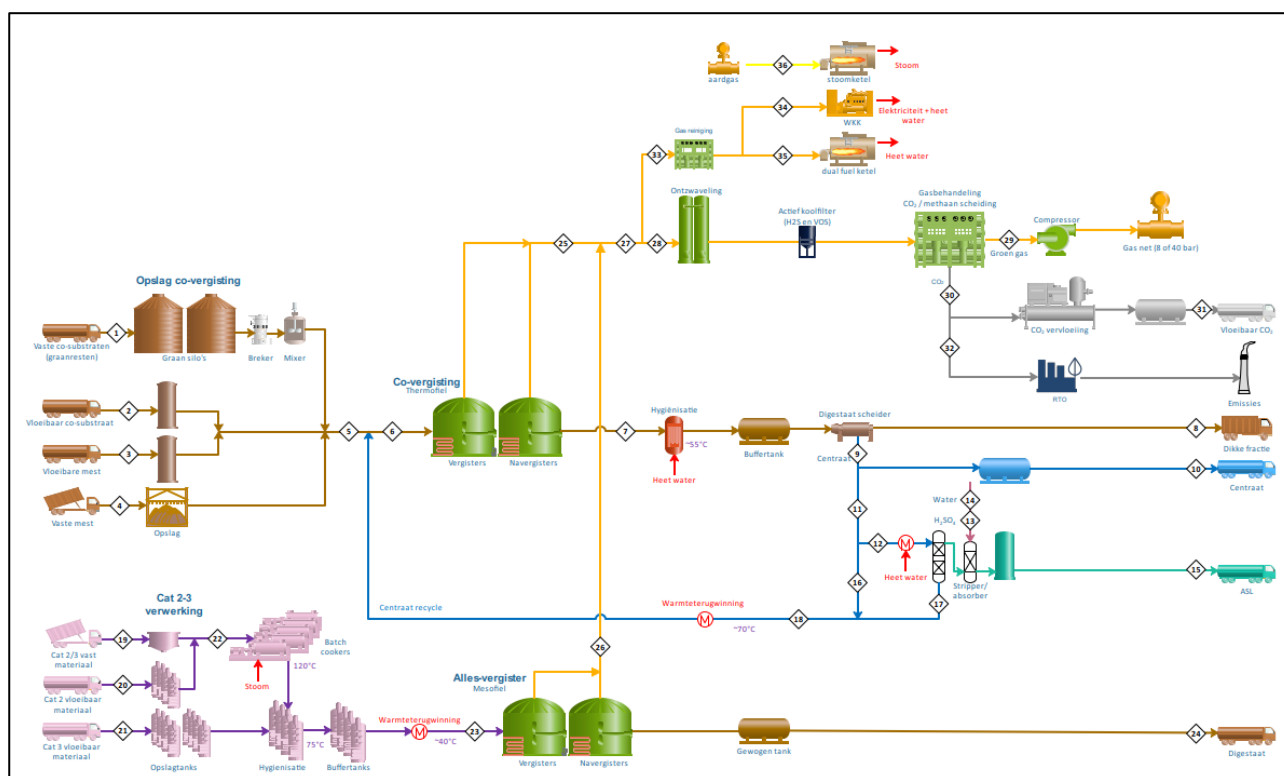
Alle bedrijfsprocessen vinden 24 uur per dag plaats als continue processen. De transportbewegingen vinden hoofdzakelijk plaats in de dag- en avondperiode (07:00 – 23:00 uur) plaats op werkdagen (maandag t/m zaterdag) en in mindere mate in de nachtperiode en op zon- en feestdagen.

3.2 Alternatief 1 (voorgenomen activiteit)

Alternatief 1 is de voorgenomen activiteit. Dit betreft enkel een uitbreiding van verwerkingscapaciteit ten opzichte van de referentiesituatie (alternatief 0). De huidige verwerkingscapaciteit van de inrichting bedraagt 275.000 ton per jaar en wordt verhoogd naar een totaal van maximaal 625.000 ton per jaar. De verdeling van de grondstoffen voor de voorgenomen activiteit is als volgt:

- Co-vergistingslijn met een maximale verwerkingscapaciteit van 275.000 ton per jaar van dierlijke meststoffen (minimaal 50%) en co-vergistingsproducten³.
- Allesvergistingslijn met een maximale verwerkingscapaciteit van 350.000 ton per jaar van biomassa in vorm van organische restproducten die niet als zodanig opgenomen zijn op de “positieve lijst”

In Figuur 1-1 is de procesflowdiagram van de voorgenomen activiteiten weergegeven.



Figuur 3-1 procesflowdiagram voorgenomen activiteiten

3.3 Alternatief 2

Alternatief 2 betreft een uitbreiding op alternatief 1. In alternatief 2 wordt de volledige capaciteit van het digestaat behandeld. Hiervoor zal de digestaatverwerking van de co-vergisting moeten worden uitgebreid om de toename in capaciteit te kunnen verwerken. Voor de allesvergisting wordt momenteel al het digestaat ongescheiden afgevoerd. Dit vereist de installatie van een volledig nieuwe digestaatbehandelingslijn.

³ “positieve lijst” (bijlage Aa onderdeel IV van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet)

3.4 Varianten

In de project-mer worden naast de alternatieven ook varianten beschouwd. Een variant heeft betrekking op een keuze voor een bepaald onderdeel van het proces zoals bijvoorbeeld een bepaalde technieke keuze. In de beoordeling van de variant wordt de impact van de variant vergeleken met alternatief 1. Naast de twee bovenstaande alternatieven overweegt BEC de volgende varianten.

3.4.1 Variant A – Grondstoffenportfolio

In deze variant wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn binnen het grondstoffenportfolio van BEC. De totale beoogde verwerkingscapaciteit bedraagt 625.000 ton grondstoffen per jaar. Deze verwerkingscapaciteit kan vrij worden verdeeld over de twee vergistingslijnen, met maximaal 625.000 ton per jaar aan co-vergisting en maximaal 350.000 ton per jaar aan allesvergisting, aangevuld met 275.000 ton co-vergisting (alternatief 1).

3.4.2 Variant B – Geur- en luchtbehandeling

Variant B heeft betrekking op de luchtbehandeling voor sterk geurende puntbronnen. Om de lucht uit de sterk geurende puntbronnen te kunnen verwerken is in de vigerende vergunning een aparte luchtbehandelingslijn opgenomen, bestaande uit een 3-trapswasser en een regeneratieve thermische oxidator (RTO) (alternatief 1). De 3-traps luchtwasser is een voorzuivering waarin de bulk van diverse componenten (bijv. NH_3 , H_2S , stof) wordt verwijderd. In deze variant wordt beschouwd of de nageschakelde techniek, de RTO, vervangen kan worden door een actief koolfilter.

De werkingsprincipes van beide technieken verschillen sterk van elkaar. In de RTO vindt thermische oxidatie plaats, waardoor de componenten nagenoeg volledig worden afgebroken tot CO_2 , H_2O en mogelijk NO_x . Het principe van een actiefkoolfilter berust op de hechting van stoffen uit een afgas aan het oppervlak van een adsorptiemiddel (in dit geval actief kool). Na verloop van tijd zal het adsorptiemiddel verzadigd zijn en moet dit vervangen worden.

3.4.3 Variant C - Energievoorziening

Variant C heeft betrekking op het invullen van de energievraag door middel van externe energievoorziening. In de vergunde situatie wordt alle benodigde energie voor de verschillende processen van BEC intern opgewekt door middel van o.a. een WKK, dual fuel ketel en een stoomketel (alternatief 1). Door de uitbreiding van de installatie zal de vraag naar energie door de nieuwe processen en de uitbreiding van bestaande processen toenemen. In deze variant wordt gekeken wat de mogelijkheden zijn om de benodigde energie vanuit een extern te kunnen voorzien. Een direct gevolg van deze externe energievoorziening is dat de interne energievoorziening van BEC vervangen kan worden.

Een van de beoogde energieleveranciers is een afvalverbrandingsinstallatie gelegen in Duitsland (EVI) ten zuidwesten van het terrein van BEC. Bij de verbranding van afval wordt stoom geproduceerd die via leidingen naar de in Nederland gelegen stoomturbine wordt getransporteerd. De stoom wordt hier omgezet naar elektriciteit. Mogelijk kan de energie-efficiëntie verhoogd worden door meer (laagwaardigere) stoom en/of warmte terug te winnen na de stoomturbine.

3.4.4 Variant D - Productie bio-LNG

In variant D wordt de optie beschouwd om het geproduceerde groengas (gedeeltelijk) te vervloeien tot bio-LNG (Liquified Natural Gas). Het (bio)-LNG wordt geproduceerd door het groengas stapsgewijs af te koelen tot het punt waar het gas vloeibaar wordt. Dit gebeurt bij ca. $-162\text{ }^\circ\text{C}$ bij atmosferische druk. Wanneer het bio-LNG voldoende gekoeld is, kan het worden opgeslagen in (gekoelde) geïsoleerde opslagtanks tot het per vrachtwagen afgevoerd kan worden. Voor een veilige en efficiënte uitvoering van dit proces is gespecialiseerde apparatuur nodig.

3.4.5 Variant E - Vergistingstemperatuur

In variant E worden de mogelijkheden onderzocht met betrekking tot het bedrijven van een mesofiele vergisting ten opzichte van de thermofiele vergisting die momenteel wordt toegepast. Mesofiele vergisting vindt plaats bij een temperatuur van 20-45°C, terwijl thermofiele vergisting bij 45-75°C plaatsvindt. Zoals bij veel (bio)chemische processen verloopt de afbraak van de grondstoffen tot biogas sneller bij een hogere temperatuur. Hierdoor wordt er meer biogas geproduceerd in dezelfde verblijftijd.

Op basis van de positieve ervaring van BEC in de co-vergistingslijn welke thermofiel wordt bedreven, is besloten om geen verder onderzoek te doen naar de overstap van thermofiele naar mesofiele vergisting in de co-vergistingslijn.

3.4.6 Variant F - Scheiding digestaat

In variant F worden twee technieken voor de verwerking van het digestaat beschouwd. De eerste stap van de digestaatverwerking is de scheiding van het digestaat in een dikke fractie en centraat (de dunne fractie). Dit kan door een van de beschikbare technieken toe te passen, in dit rapport worden de zeefbandpers en decanter onderzocht als mogelijke technieken voor de scheiding van het digestaat. Momenteel maakt BEC gebruik van een decanter voor de dun-dikscheiding en daar wordt in alternatief 1 dan ook vanuit gegaan.

Scheiding door middel van een decanter wordt momenteel al toegepast in de co-vergistingslijn en is binnen het proces van BEC dus een bewezen techniek voor de scheiding van digestaat. Decanters werken op basis van centrifugale kracht, hiermee worden de zwaardere deeltjes in het digestaat naar de buitenwand van de decanter gedrukt, terwijl de vloeibare fractie naar het midden wordt geleid.

Een zeefbandpers is een scheidingstechniek die veel wordt toegepast in de verwerking van digestaat. Bij een zeefbandpers komt het digestaat tussen twee zeefbanden terecht die door middel van drukrollen worden samengeperst. Door de kleine poriën in de onderste zeefband wordt het water uit het digestaat geperst, waardoor een dikke fractie en centraat ontstaan.

3.4.7 Variant G - Drogen dikke fractie

Deze variant is een aanvulling op variant F en zal dus alleen voorkomen in combinatie met een digestaatscheiding. In deze variant wordt de digestaatverwerking verder uitgebreid door de gescheiden dikke fractie te drogen. Dit kan worden gedaan door een van de verschillende beschikbare drogingstechnieken toe te passen, zoals een banddroger of een fluidised bed droger.

Uit de huidige vergunning blijkt dat de ruimte voor geuremissies uit het proces van BEC beperkt is. Door de beperkte beschikbare ruimte voor geur is het nagenoeg onmogelijk om het drogen van de dikke fractie toe te passen en tegelijkertijd aan de gestelde eisen voor geur te voldoen. Het aspect geur, in combinatie met de verwachte hoge toename van de energievraag, maakt het toepassen van een droger voor de dikke fractie van de vergistingsinstallaties een onaantrekkelijke optie.

Op basis van deze overwegingen is besloten het drogen van de dikke fractie van het digestaat buiten beschouwing te laten. Deze variant komt dus te vervallen.

3.4.8 Variant H – opwerking ASL

In variant H worden de effecten beschouwd van het toevoegen van de ontwateringsstap van de ASL (Ammonium Sulfate Lösung, vertaald: ammoniumsulfaat oplossing). Voor het ontwateren en of drogen van het ASL kan een indamper toegepast worden.

Om ophoping van stikstof in de vergisters te voorkomen wordt een deel van het centraat behandeld door middel van een ammoniakstripper-absorber. Uit de ammoniakstripper-absorber komt een stikstofarme centraat en ASL vrij. Het ASL is een ammoniumsulfaat oplossing van 8%. Het stikstofarme centraat wordt ingezet in de recyclestroom naar de vergister en de ASL kan vervolgens per as afgevoerd worden (alternatief 1).

Een indamper maakt gebruik van contactwarmte om water te verdampen uit de ASL. Deze warmte kan zowel thermisch, elektrisch als door middel van stoom worden voorzien. Het water wordt vervolgens gecondenseerd en teruggevoerd in het proces. De ASL komt als dikke slurry of vast product vrij uit de indamper, afhankelijk van het beoogde drogestof gehalte.

3.5 Voorkeursalternatief (VKA)

Het voorkeursalternatief is de beoogde situatie die BEC in de revisievergunningaanvraag beschrijft die mede voortkomt op basis van de gemaakte afwegingen tijdens de project-mer. Dit komt bijna volledig overeen met de voorgenomen activiteit (alternatief 1). Er zijn enkele verschillen ten opzichte van de voorgenomen activiteit, namelijk:

- vrijheid van de verwerkingscapaciteit per vergistingslijn met een maximum 625.000 ton per jaar voor de gehele inrichting.
 - co-vergisting 0-625.000 ton per jaar
 - allesvergisting de 0-350.000 ton per jaar
- vervallen van voorbereiding allesvergisting
 - er wordt enkel vloeibare biomassa ingenomen die direct vanuit de opslagtanks de vergisting in kan. Er wordt dan ook geen biomassa ingenomen die verkleind of gesteriliseerd moet worden alvorens deze de verwerkt mag worden in vergistingsinstallatie.
 - Hierdoor komt de volgende installaties te vervallen:
 - Batchcookers
 - Pre-crusher
 - Versnijder
 - WKK
 - Stoomketel
 - Luchtbehandelingslijn voor sterk-geurende puntbronnen (3-trapswasser + RTO)
- uitbreiden van digestaatverwerking voor de volledige verwerkingscapaciteit van 625.000 ton per jaar.
- De ASL wordt gekristalliseerd tot een vaste stof in een indamper. Voor de benodigde energie wordt een nieuwe ketel in gebruik genomen.
- Voor de aanvoer van vloeibare mest wordt aan de oostzijde van het hoofdterrein een nieuw lospunt gerealiseerd, om de logistiek op het terrein te verbeteren.

De hoofdactiviteit is een biomassa vergistingsinstallatie met een maximale verwerkingscapaciteit van 625.000 ton per jaar. In deze vergistingsinstallatie worden verschillende soorten biomassa omgezet naar biogas en nuttig toepasbare stoffen. De biomassa vergistingsinstallatie bestaat onder andere uit de volgende onderdelen:

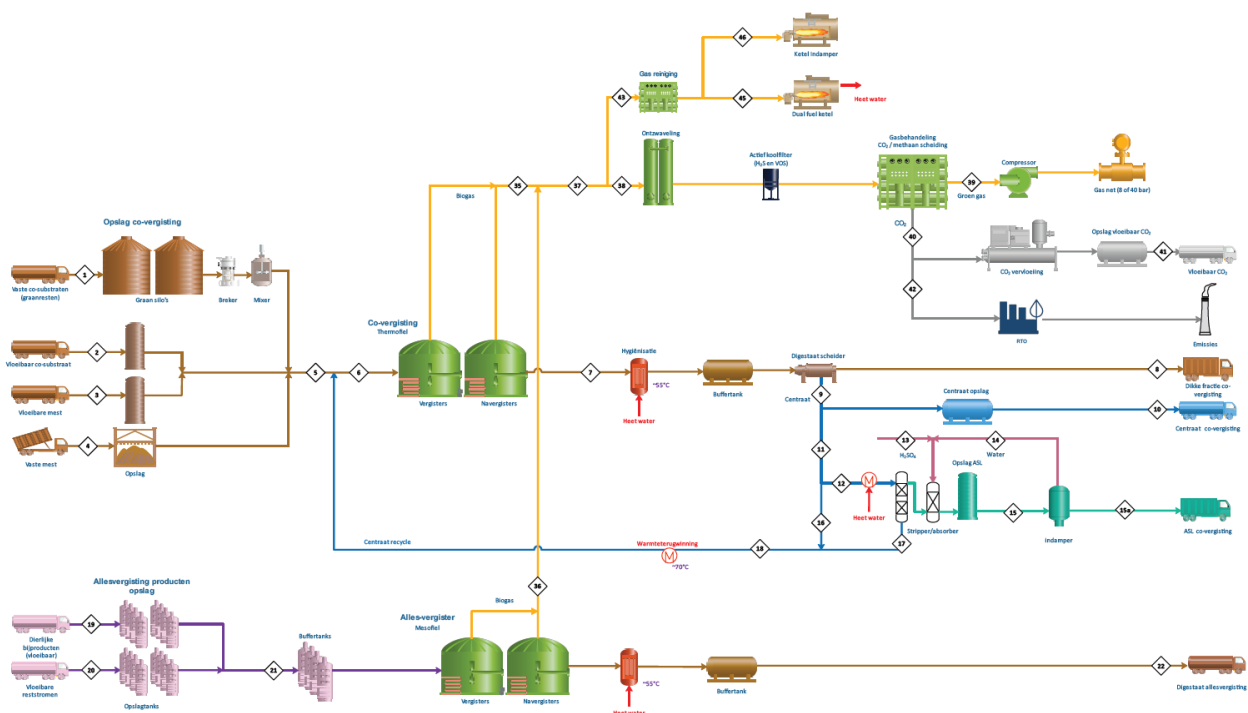
- Co-vergistingslijn met een verwerkingscapaciteit van 0 tot 625.000 ton per jaar van dierlijke meststoffen (minimaal 50%) en uitsluitend producten van bijlage Aa onderdeel IV van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Dit is de zogenaamde 'positieve lijst'.
- Allesvergistingslijn met een maximale verwerkingscapaciteit van 0 tot 350.000 ton per jaar van biomassa in vorm van organische restproducten die niet als zodanig opgenomen zijn op de "positieve lijst", waaronder maar niet

uitsluitend dierlijke bijproducten als vermeld in de EU verordening 1069/2009. Er wordt enkel biomassa ingenomen die reeds verkleind en/of gesteriliseerd is.

- De aangeleverde biomassa is direct gereed voor verwerking in vergistingsinstallatie, er is geen voorbereiding nodig zoals verkleinen of steriliseren.
- Er vindt geen inname van niet gesteriliseerd of gehygiëniseerd slachtafval en kadavers plaats.
- Het geproduceerde biogas wordt:
 - opgewerkt tot aardgaskwaliteit (groengas) dat op het aardgasnet geleverd kan worden
 - rechtstreeks aan derden geleverd;
 - opgewerkt tot schoon CO₂ (groen CO₂) dat na verdichting tot Bio-CO₂ liquid rechtstreeks aan derden geleverd kan worden;
 - als biogas ingezet ter vervanging van aardgas in het eigen proces.
- Het digestaat dat resteert na de co-vergisting wordt (deels) verwerkt alvorens deze in diverse fracties als meststof afgevoerd wordt.
- Het digestaat dat resteert na de allesvergisting wordt afgevoerd naar erkende verwerkers.

Het gehele co-vergistingsproces moet gescheiden van de allesvergisting plaatsvinden in het kader van de verschillende afzetroutes van het digestaat. Dit betekent dat zowel de input, tussenproducten en eindproducten (met uitzondering van het geproduceerde biogas) nooit in direct contact met elkaar mogen komen. Om deze reden zullen beide processen geheel gescheiden van elkaar verlopen.

In Figuur 3-2 Procesflowdiagram van het voorkeursalternatief is de procesflowdiagram van de voorkeursalternatief weergegeven. Aanvullend op het procesflowdiagram zijn in BIJLAGE A de blokschema's per proceslijn weergegeven. In BIJLAGE B is de inrichtingstekening weergegeven van het voorkeursalternatief.



Figuur 3-2 Procesflowdiagram van het voorkeursalternatief

3.6 Gekozen alternatieven en varianten voor de CO₂-berekening

In dit sub-hoofdstuk wordt besproken welke alternatieven en varianten in de CO₂-berekening worden behandeld, en op welke wijze hier naar wordt gekeken.

In deze CO₂-berekening worden in hoofdstuk 5 Alternatief 0 en 1 behandeld. Alternatief 2 wordt niet verder behandeld.

- Alternatief 0 is de huidige situatie en is noodzakelijk als vergelijkingssituatie.
- Alternatief 1 is de voorgenomen activiteit. Dit betreft opschaling tot 625.000 ton, waarvan 275.000 ton aan co-vergisting en 350.000 ton aan allesvergisting.
- Alternatief 2 is hetzelfde als alternatief 1, maar dan met volledige eigen digestaat behandeling. Omdat in alternatief 1 het digestaat ook behandeld wordt, maar dan door een derde partij op vergelijkbare wijze, is het de verwachting dat Alternatief 2 geen significant verschil zal hebben in CO₂-eq uitstoot. Door het eigen digestaat te behandelen, kan mogelijk wat bespaard worden op transport emissies. Maar in beide gevallen moet digestaat (of producten daarvan) vervoerd worden.

Om deze reden wordt Alternatief 2 niet verder behandeld in deze CO₂-berekening: Alternatief 1 en 2 zijn te vergelijkbaar.

Voor de alternatieven zijn modellen opgesteld om de CO₂-eq uitstoot te berekenen volgens de RED II zoals beschreven.

Het voorkeursalternatief zal in hoofdstuk 6 apart behandeld worden. Het betreft Alternatief 1 met variant A toegepast, waarbij vrij gekozen kan worden in de verdeling van co-vergisting en allesvergisting. Daarnaast zal de WKK en stoomketel niet gebruikt worden, en zal alle warmte voorziening komen uit de dual fuel ketel. Om de CO₂-eq uitstoot te kunnen uitrekenen, is het echter wel noodzakelijk om vaste getallen te kiezen. Er is voor gekozen om voor de CO₂-berekening van het voorkeursalternatief te kiezen om de 2 uiterste situaties te berekenen. Dit betreft dus de situatie met 100% co-vergisting (625.000 ton) en de andere situatie betreft maximale allesvergisting (275.000 ton co-vergisting en 350.000 ton allesvergisting). De werkelijke uitstoot zal tussen deze 2 uiterste vallen.

In hoofdstuk 5 worden de verschillende varianten toegelicht. Varianten A tot en met H bestaan. Echter zijn Variant E (mesofiel/thermofiel) en Variant G (digestaat droging) niet langer van toepassing en worden niet langer in beschouwing genomen in deze CO₂-berekening. Voor de overige varianten zijn geen complete modellen opgesteld. Hierbij wordt alleen een kwalitatieve beschouwing uitgevoerd om ruwweg in kaart te brengen hoeveel verschil deze varianten zouden hebben op Alternatief 1.

4 Aannames

Voor de CO₂ berekeningen in dit rapport is de methodologie van de RED II gebruikt. De RED II beschrijft verschillende manieren om een CO₂ berekening aan te pakken. Bijvoorbeeld op basis van actuele metingen of op basis van kengetallen/emissiefactoren. De RED II schrijft niet voor welke emissiefactoren gebruikt moeten worden.

Er worden in deze rapportage verschillende aannames en emissiefactoren gebruikt om de CO₂ berekening mogelijk te maken. In dit hoofdstuk worden deze aannames toegelicht.

4.1 Aannames voor de productie van grondstoffen en ruwe materialen (E_{ec})

Alle grondstoffen die gebruikt worden in het proces van BEC zijn afvalstromen/residuen. Hiervan wordt aangenomen dat de emissies voor het produceren hiervan 0 is, in overeenstemming met de RED II. Het transport hiervan wordt wel meegenomen, en valt onder E_{td} .

In Tabel 4-1 is een overzicht opgenomen van de maximaal benodigde hoeveelheden van de drie hulpstoffen die in de grootste hoeveelheden worden gebruikt voor co-vergisting bij BEC. Deze stoffen zijn meegenomen in de CO₂-berekening. De overige hulpstoffen, waarvan de hoeveelheden relatief klein zijn, zijn buiten beschouwing gelaten in de berekening.

Tabel 4-1 Lijst met de maximale hoeveelheden hulpstoffen gebruikt bij co-vergisting

Stofnaam	Hoeveelheid	Eenheid
IJzer(III)chloride	4.500	Ton
Zwavelzuur	6.000	Ton
Natronloog 25%	3.750	Ton

De emissiefactoren van de drie belangrijkste hulpstoffen zijn te vinden in Tabel 4-2. De emissiefactor voor natronloog is in de bron gegeven voor een concentratie van 50%. Omdat 25% natronloog gebruikt wordt, is de emissiefactor door 2 gedeeld. Er wordt aangenomen dat het extra water hierbij een verwaarloosbare hoeveelheid emissies betreft.

De emissiefactor is gevonden voor ijzer(II)chloride maar niet voor ijzer(III)chloride. Er wordt aangenomen dat het verschil in emissies tussen deze twee verschillende stoffen verwaarloosbaar is.

Tabel 4-2 Emissiefactoren voor alle gebruikte hulpstoffen ⁴

Stofnaam	Emissiefactor	Eenheid
Zwavelzuur	0,14	kg CO ₂ eq/kg
Natronloog	0,56	kg CO ₂ eq/kg
IJzer(III)chloride	0,18	kg CO ₂ eq/kg

⁴ Winnipeg - https://www.winnipeg.ca/finance/findata/matmgt/documents/2012/682-2012/682-2012_Appendix_H-WSTP_South_End_Plant_Process_Selection_Report/Appendix%207.pdf

4.2 Aannames voor wijzigingen in landgebruik (E_l)

Er vindt in de situatie van BEC geen verandering van landgebruik plaats. Hiermee wordt deze term op 0 gesteld.

4.3 Aannames voor emissies door processing (E_p)

De emissies door processen op de locatie zelf kunnen worden opgedeeld in de volgende drie categorieën:

- Elektriciteitsverbruik
- Brandstofverbruik
- Methaanlekken

Elektriciteitsverbruik

De emissies die vrijkomen door het elektriciteitsverbruik op locatie worden berekend aan de hand van het kengetal voor grijze elektriciteit in Nederland. Zie Tabel 4-3.

Brandstofverbruik

Voor warmtegebruik is op locatie een WKK, dual fuel ketel en stoomketel beschikbaar. Deze kunnen worden gestookt met biogas en met aardgas. Doordat het CO₂ van biogas kort-cyclisch is, wordt deze emissie op 0 gesteld. De emissie door gebruik van aardgas wordt berekend aan de hand van een emissiefactor. Zie Tabel 4-3 voor een overzicht van de emissiefactoren.

Tabel 4-3 Overzicht emissiefactoren elektriciteit en brandstoffen²

	Emissiefactor	Eenheid
Elektriciteit (grijs)	0,536	kg CO ₂ eq/kWh
Aardgas	2,134	kg CO ₂ eq/Nm ³
Diesel (B7 blend)	3,256	kg CO ₂ eq/liter
Restwarmte	8,8	kg CO ₂ eq/GJ
LNG	3,651	kg CO ₂ eq/ton

Op het terrein worden mobiele werktuigen ingezet. De aannames voor dieselvebruik en gebruiksduur per jaar staan in Tabel 4-4. Daarnaast wordt aangenomen dat de gebruiksduur per jaar niet zal toenemen in de verschillende alternatieven en varianten. Het is namelijk de planning van BEC om de mobiele werktuigen in de toekomst compleet uit te faseren zodat deze niet meer nodig zijn voor hun werkzaamheden. Vooralsnog wordt het huidige gebruik aangehouden.

Tabel 4-4 Dieselvebruik van mobiele werktuigen

Omschrijving	Dieselvebruik (L/uur)	Uren/jaar
Shovel	33	365
Verreiker	15	730

Diffuse methaan lekken

Bij het produceren van biogas zal een klein gedeelte van het methaan ontsnappen. Volgens de RED II wordt dit gesteld op 1% van het totaal geproduceerde methaan, tenzij met metingen een lagere waarde kan worden gesubstantieerd.¹ 1% is naar verwachting een overschatting. Maar omdat metingen niet mogelijk zijn doordat de uitbreidingen er nog niet zijn, wordt de 1% aan verliezen gehanteerd in de CO₂-berekening.

Methaanslip

Bij het opwerken van biogas naar groengas kan methaan ontsnappen. Tijdens het opwaarderen van biogas zal een klein gedeelte van het methaan in de CO₂ stroom achterblijven. Dit wordt methaanslip genoemd. Volgens de offerte van de Pentair installatie wordt dit gesteld op <0,0% van de totale methaan productie. Om deze reden wordt aangenomen dat er geen methaanslip plaatsvindt.

Digestaatverwerking

De emissies van digestaatverwerking is buiten beschouwing gelaten bij de kwantitatieve beoordeling. Het is namelijk de verwachting dat dezelfde bewerkingen normaal gesproken ook bij een derde partij zullen plaatsvinden. Mogelijk dat er bij digestaat behandeling op eigen terrein een kleine CO₂ besparing kan plaatsvinden door een reductie van transport hoeveelheden. Dit wordt echter als niet significant beschouwd vergeleken met andere emissies en aannames.

4.4 Aannames voor emissies door transport (E_{td})

Alle relevante transportafstanden staan weergegeven in Tabel 4-5. De redenering van deze afstanden wordt hieronder toegelicht. Alle afstanden worden in dit rapport genoteerd als enkele rit.

Tabel 4-5 Aangenomen transportafstanden voor elke materiaal stroom

Materiaal	Oorsprong/bestemming	Transport afstand
Mest	Lokale boerderijen	50 km
Co-producten	Producenten EU	600 km
Allesvergistingsproducten	Producenten Nederland	100 km
Hulpstoffen	Rotterdamse haven	200 km

De mest wordt verkregen van boeren uit de regio Overijssel, Groningen en Drenthe. De transportafstand voor de mest wordt hiermee ingeschat op gemiddeld 50 km. Voor het transport van de co-vergistingsproducten wordt een transportafstand van 600 km aangehouden. Het voornaamste co-vergistingsproduct zijn graanhulzen. Deze zijn niet veel aanwezig in Nederland en moeten dus uit andere landen komen, zoals Duitsland en Polen. Voor allesvergistingsproducten wordt een transportafstand van 100 km aangehouden. Allesvergistingsproducten mogen namelijk niet de grens over en moeten uit Nederland komen. Voor hulpstoffen is de exacte oorsprong onbekend. Daarom wordt voor hulpstoffen een afstand aangehouden van 200 km. Dit is een overschatting en neemt aan dat ze mogelijk komen uit de haven van Rotterdam.

Het transport van eindproducten valt buiten de scope van deze CO₂-berekening en wordt dus niet meegenomen in de berekening. Dit is om dubbeltelling van emissies te voorkomen met de bedrijven die deze producten ophalen. Dit zijn namelijk grondstoffen voor hun proces en dienen in hun CO₂ berekening te worden meegenomen.

De materialen worden allemaal per vrachtwagen vervoerd. De emissiefactor staat in Tabel 4-6. Voor de emissiefactor gaat het om een gemiddelde belading. Deze factor geldt dus zowel voor onbeladen als beladen voertuigen. Alle transportafstanden worden dus in de berekening vermenigvuldigd met 2 om ook de lege terug rit mee te nemen in de berekening.

Tabel 4-6 Emissiefactor voor transport²

Omschrijving	Emissiefactor	Eenheid
Vrachtwagen > 20 ton	0,105	kg CO ₂ eq/ton/km WTW

4.5 Aannames voor verbranding van brandstof (E_u)

Voor het verbranden van groengas en van bio-LNG is de aanname dat hierbij geen CO₂ vrijkomt. Dit betreft namelijk geen fossiel CO₂, maar kort-cyclisch CO₂. Er wordt aangenomen dat de komst van de verschillende alternatieven en varianten geen verschil oplevert in totaal gebruik van de verschillende producten. Oftewel, de aanname is dat door de komst van meer groengas en/of bio-LNG, er geen toename plaats vindt in gebruik van (groen)gas of (bio-)LNG. De komst van groengas zal er dus direct toe leiden dat dezelfde hoeveelheid aardgas gebruik vermeden wordt, wat fossiele emissies voorkomt. In de berekening worden deze vermeden emissies per alternatief uitgerekend en toegekend als een negatieve emissie.

Voor het gebruik van aardgas in het proces wordt gebruik gemaakt van een emissiefactor. Deze is te vinden in Tabel 4-3.

4.6 Aannames voor afvangen en vervangen van CO₂ (E_{ccr})

In de situatie van BEC vindt in alle alternatieven en varianten CO₂ afvang plaats. Deze CO₂ wordt vervloeid en verkocht als vloeibaar CO₂ (LCO₂) aan broeikassen ter vervanging van fossiel CO₂. Er zijn verschillende manieren hoe een broeikas aan CO₂ kan komen, bijvoorbeeld door verbranding van fossiele brandstoffen, of door aanschaf van CO₂ afkomstig uit industriële processen zoals oliaffinaderijen of door het stoken van biomassa.. Omdat het niet bekend is wat er in de markt vervangen gaat wordt, en hoeveel emissies hiermee gepaard gaan, wordt de versimpelde aanname gemaakt dat elke ton aan verkochte LCO₂ 1 ton aan fossiel CO₂ vervangt. Dit kan zowel een overschatting als onderschatting zijn.

5 Kwalitatieve beoordeling alternatieven en varianten

In dit hoofdstuk wordt de kwalitatieve beoordeling van de alternatieven en varianten gegeven waar dit van toepassing is. In Tabel 5-1 is weergegeven voor alle alternatieven en varianten of deze kwalitatief of kwantitatief beoordeeld zullen worden. De kwalitatieve beoordeling in dit hoofdstuk is een evaluatie waarbij de nadruk ligt op het beschrijven en beoordelen van eigenschappen, kenmerken of aspecten van de alternatieven en varianten op basis van niet-numerieke gegevens. In tegenstelling tot kwantitatieve beoordelingen, waarbij metingen en cijfers worden gebruikt om prestaties of eigenschappen te kwantificeren, richt een kwalitatieve beoordeling zich op het begrijpen van kwalitatieve aspecten zoals kwaliteit, eigenschappen, context, percepties, en ervaringen. Deze beoordeling wordt gedaan aan de hand van literatuuronderzoek.

Tabel 5-1 Overzicht van de te beoordelen aspecten per alternatief en variant

Alternatief/variant	0	1	2	A	B	C	D	F	H	VKA
CO₂ besparings-onderzoek	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X

X: Kwantitatieve beoordeling

0: Kwalitatieve beoordeling

5.1 Variant A

Binnen Variant A wordt het mogelijk gemaakt om te variëren in de verdeling tussen de hoeveelheid co-producten en allesvergisting. Dit kan dan variëren tussen 625.000 ton co-vergisting met 0 ton allesvergisting, en 275.000 ton co-vergisting met 350.000 ton allesvergisting. Er zal nooit meer dan 350.000 ton aan allesvergisting plaats vinden.

In de praktijk kan de emissie dus verschillen tussen de benoemde 2 uiterste situaties.

Co-vergisting heeft de volgende impact op het milieu in het kader van CO₂ emissie:

- **Biogasproductie:** Bij 100% co-vergisting wordt 137.500.000 Nm³ aan biogas geproduceerd. Dit wordt deels opgewerkt tot groengas. In dit geval bedraagt dat 81.500.000 Nm³ aan groengas. Dit groengas wordt op het net geleverd en vervangt vervolgens aardgas. Dit levert een emissiereductie op van 174.000 ton CO₂eq/jaar.
- **Vervloeiing CO₂:** Zoals beschreven zal er bij co-vergisting meer CO₂ vrijkomen. Hoewel deze kort-cyclische emissies niet meetellen volgens de RED II, heeft dit wel invloed op de hoeveelheid vervloeiing van CO₂. De vervloeiingsinstallatie heeft een maximale biogas capaciteit die al overschreden wordt. Maar doordat bij co-vergisting een hoger percentage CO₂ in het gas zit, kan er alsnog wat meer CO₂ vervloeit worden. Dit leidt tot meer transportbewegingen, wat de CO₂ uitstoot verhoogt. Er wordt 53.000 ton aan vloeibaar CO₂ geproduceerd en deze worden vervoerd over een afstand van 200km. Dit zorgt voor een CO₂ emissie van 2.200 ton/jaar.
- **Transport:** Bij de aanvoer van de co-vergistingsproducten en mest komen CO₂-emissies vrij. De aanvoerafstand van co-vergistingsproducten is zes keer verder dan bij de aanvoer van allesvergistingsproducten. Hierbij zullen dus meer CO₂ emissies vrijkomen. Hierbij gaat het om 312.500 ton aan mest, 312.500 ton aan co-producten. In totaal komt dit neer op een emissie van 42.600 tonCO₂eq/jaar.

Allesvergisting heeft de volgende impact op het milieu in het kader van CO₂ emissie:

- **Biogasproductie:** In het geval van 100% allesvergisting, wordt er 118.000.000 Nm³ biogas geproduceerd. Een deel hiervan wordt opgewerkt tot 78.600.000 Nm³ aan groengas. Dit zal aardgas vervangen. Hiermee levert het een emissiereductie van 167.700 ton CO₂eq/jaar op.

- **Vervloeiing CO₂:** Zoals beschreven leidt allesvergisting tot een lagere CO₂-gehalte en lagere biogas opbrengst dan co-vergisting. Dit leidt vervolgens ook tot minder transportbewegingen voor de afvoer van vloeibaar CO₂. Er wordt 44.700 ton aan vloeibaar CO₂ geproduceerd. Dit komt neer op een CO₂ emissie van 1.900 ton CO₂eq/jaar.
- **Verbrandingsemissies:** Bij het proces van allesvergisting moeten de grondstoffen gesteriliseerd worden, terwijl dit voor de grondstoffen van co-vergisting niet nodig is. Dit betekent dat er meer warmte en energie nodig zijn voor het proces van allesvergisting. De verbranding die plaatsvindt om deze warmte/energie te genereren, draagt bij aan de emissie van CO₂. Hiervoor is 9.400.000 Nm³ aan aardgas nodig. Bij de verbranding hiervan komt 20.000 ton CO₂eq/jaar vrij.
- **Transport:** Bij de aanvoer van de co- en allesvergistingsproducten en de mest komen CO₂ emissies vrij. Dit betreft de aanvoer van 350.000 ton aan allesvergistingsproducten, de aanvoer van 137.500 ton aan mest en 138.500 ton aan co-producten. Hierbij komt in totaal 26.100 ton CO₂/jaar vrij.

Uit de bovenstaande beschouwing van beide technieken is vastgesteld dat allesvergisting meer energie kost ten opzichte van co-vergisting. Dit komt door de noodzaak om het Cat. 2/3 materiaal te steriliseren. Dit leidt tot een hogere emissie van CO₂. Wel is de transportafstand van co-vergistingsproducten veel hoger, waardoor de transportemissies van co-producten hoger uitvalt. Als laatste zorgt co-vergisting gemiddeld voor meer biogas dan allesvergisting, waardoor meer aardgas vervangen kan worden bij meer co-vergisting.

De totale emissiereductie voor 100% co-vergisting bedraagt 129.000 ton CO₂eq/jaar. Bij allesvergisting is de emissiereductie 120.000 ton CO₂eq/jaar. Het is dus de verwachting dat er minder emissies zullen zijn bij toenemend gebruik van co-vergisting met een bijhorende grotere emissiereductie, en dat meer allesvergisting zorgt voor meer CO₂-emissies. Echter, het verschil in de emissiereductie tussen beide vergistingsmethodes is klein met maar 7%, en er wordt nog steeds een significante hoeveelheid CO₂-emissie voorkomen door het uitbreiden van de vergistingscapaciteit.

Concluderend: Co-vergisting heeft 7% minder CO₂eq emissies dan allesvergisting.

5.2 Variant B

In variant B wordt de vergelijking gemaakt tussen het gebruik van een RTO of van een actiefkoolfilter voor de luchtbehandeling van de geurende puntbronnen.

De impact van een RTO-installatie, op het gebied van de CO₂ emissie, wordt veroorzaakt door:

- **Procesemissies:** In een RTO worden de geurende componenten door thermische oxidatie volledig omgezet tot H₂O, CO₂ en stikstofverbindingen. Met het rookgas mee zal er dus CO₂ vrijkomen. Ook de geurloze componenten als methaan, kunnen thermisch worden afgebroken en worden omgezet tot de eerder genoemde stoffen. Deze CO₂ emissies zijn kort-cyclisch en zijn daardoor niet van toepassing in het kader van de RED II.
- **Verbrandingsemissies:** Er is in een RTO brandstof nodig om de geurende stoffen te verbranden en dus te verwijderen. Echter, aangezien de ingaande luchtstroom methaan bevat, zal het proces autotherm verlopen. De emissies die hierbij vrijkomen vallen onder de eerder genoemde procesemissies. Dit houdt dus in dat er geen additionele brandstof nodig is om het verbrandingsproces gaande te houden en dat er geen CO₂ vrij komt.

De CO₂-impact van een actief koolfilter, is gebaseerd op:

- **Procesemissies:** een actief koolfilter is effectief in het verwijderen van organische stoffen. Echter is deze techniek minder geschikt voor de verwijdering van methaan. Methaan zal namelijk minder gemakkelijk hechten aan het actief

kool.⁵ Er wordt aangenomen dat 0% van de ingaande concentratie methaan door het actief koolfilter wordt verwijderd. De methaanconcentratie na de 3-trapsluchtwasser bedraagt 5.000 mg/m³ met een debiet van 10.000 Nm³/u. Deze emissie komt neer op 10.950 ton CO₂eq/jaar.

- **Hulpstoffen:** voor een actief koolfilter is actief kool vereist. De standtijd van het actiefkool is ca. 2 weken (worst-case). De inhoud van het actiefkoolfilter is 120 m³. Bij de productie hiervan komen CO₂ emissies vrij. Er wordt aangenomen dat per keer 120 m³ aan actief kool wordt gebruikt. Jaarlijks is er in totaal 1.250 ton actief kool nodig. De totale emissie voor de productie van de benodigde hoeveelheid actief kool bedraagt 6.600 ton CO₂eq/jaar.
- **Transport:** 2 keer per maand moet het actief koolfilter vervangen worden. Dit zorgt voor verkeerbewegingen. Bij deze verkeerbewegingen komen CO₂ emissies vrij. 26 keer per jaar wordt het actief kool vervangen en wordt een afstand van 50km afgelegd (enkele reis). Dit komt neer op een CO₂ emissie van 12 ton CO₂eq/jaar.

Uit bovenstaande beschouwing blijkt dat bij RTO geen extra energie is vereist om de geurende lucht te zuiveren. De afbraak van de geurende stoffen leidt tot de uitstoot van CO₂. Deze CO₂-emissiebron is kort-cyclisch en daardoor niet relevant voor deze beschouwing. Een RTO zal dus niet zorgen voor extra emissies van CO₂. Bij het actief koolfilter is ook geen aanvullende brandstof nodig. Wel bevat de lucht na het actief koolfilter methaan. Daarbij komen CO₂ emissies vrij bij de productie en transport van het benodigde actief kool. In totaal zorgt het actief koolfilter voor 17.600 ton CO₂/jaar. Uit deze beschouwing blijkt dat een RTO de laagste CO₂-emissies veroorzaakt.

Concluderend: Het gebruik van een RTO is netto CO₂-neutraal, terwijl bij gebruik van een actief koolfilter 17.000 ton aan CO₂ ontstaat door een combinatie van de benodigde productie en methaan wat ontsnapt.

5.3 Variant C

In variant C wordt de vergelijking gemaakt tussen interne energievoorziening door BEC of externe energievoorziening van leveranciers in de nabije omgeving. De interne energievoorziening gaat aan de hand van een WKK-installatie, dual fuel ketel en een stoomketel. De externe energievoorziening zal worden geleverd door een afvalverbrandingsinstallatie. Deze verschillende energievoorzieningen zullen met elkaar worden vergeleken.

Een WKK, dual fuel ketel of stoomketel zorgen voor de volgende CO₂ emissies:

- **Verbrandingsemissies:** Alle drie de verbrandingsmotoren verbranden een brandstof voor de productie van energie. Bij deze verbranding komt CO₂ vrij. Als brandstof voor de stoomketel (5MWth, 8.000 uur) zal aardgas worden gebruikt. Hierbij komt een emissie van 20.000 ton CO₂eq/jaar vrij. Voor de WKK (2,6MWth, 7000 uur) en dual fuel ketel (2,5MWth, 8760 uur) zal biogas worden gebruikt. De emissies die bij de verbranding van biogas vrijkomen zijn kort-cyclisch en kunnen daarom buiten beschouwing worden gelaten.

Bij de externe energievoorziening door een AVI (afvalverbrandingsinstallatie), komt CO₂ op de volgende manier vrij:

- **Efficiëntie energiewinning:** wanneer BEC kiest voor externe energievoorziening, zal er bij het proces van de AVI niks gewijzigd worden. In de huidige situatie wordt de restwarmte van dit proces niet verder toegepast. Wanneer BEC juist deze energie in gaat zetten, wordt er meer efficiënt gebruik gemaakt van het proces bij de AVI. Vandaar kunnen de CO₂ emissies die bij de afvalverbranding vrijkomen buiten beschouwing worden gelaten.

⁵ <https://iplo.nl/thema/lucht/milieubelastende-activiteiten-lucht/technieken-beperking-luchtemissie/adsorptiefilter/>

- **Besparen van aardgas:** door het toepassen van externe energievoorziening, in plaats van intern, wordt er biogas bespaard die wordt toegepast voor de interne energievoorziening (WKK en dual fuel ketel). Door het niet meer gebruiken van biogas voor energieproductie, kan dit biogas worden omgezet naar groengas. Dit groengas zal vervolgens aardgas vervangen, wanneer het op het gasnet wordt gezet. Dit levert dus een vermindering van de CO₂-emissies op. Er wordt 6.500.000 m³ aan biogas gebruikt bij interne energievoorziening. Uit deze hoeveelheid biogas kan 4.600.000 m³ groengas worden geproduceerd. Dit zal dezelfde hoeveelheid aardgas vervangen. De emissie die vrijkomt bij de productie van deze hoeveelheid aardgas bedraagt 10.000 ton CO₂eq/jaar.

Uit deze beschouwing is gebleken dat bij een interne energievoorziening aan de hand van een WKK, dual fuel ketel en stoomketel CO₂ vrijkomt bij de verbranding. Voor de stoomketel wordt aardgas gebruikt. Hierbij komt een emissie van 20.000 ton CO₂eq/jaar vrij. Zowel de WKK als dual fuel ketel draaien op biogas. Deze emissies hoeven niet te worden meegenomen. In het geval van een externe energievoorziening, kunnen de emissies horende bij de AVI buiten beschouwing worden gelaten. Het toepassen van de energie afkomstig van de AVI, heeft geen invloed op het afvalverbrandingsproces. BEC zal restwarmte meer efficiënt toepassen. Wel zorgt het voor een besparing van aardgas, door het niet te hoeven gebruiken van biogas in de WKK/dual fuel ketel. Dit levert een emissievoordeel van 10.000 ton CO₂eq/jaar op. Het overgaan op externe energievoorziening zal dus tot de minste CO₂-emissies leiden.

Concluderend: Gebruik maken van restwarmte om aardgas te vervangen zorgt voor 20.000 ton aan CO₂-emissiereductie.

5.4 Variant D

In deze variant wordt een vergelijking gemaakt tussen het produceren van bio-LNG door BEC en de productie en het gebruik van fossiel LNG.

De productie van bio-LNG zorgt op de volgende manieren voor CO₂-emissies:

- **Elektriciteit verbruik:** Het koelen van het groengas tot bio-LNG vereist extra elektriciteit. Bij de opwekking van deze elektriciteit zal CO₂ vrijkomen. Voor de productie van bio-LNG is 319 kWh/ton aan elektriciteit vereist. Door BEC wordt 36.500 ton/jaar aan bio-LNG geproduceerd. De productie hiervan heeft een uitstoot van 6.200 ton CO₂eq/jaar.
- **Transport:** Groengas wordt per leiding afgevoerd, terwijl bio-LNG per vrachtwagen wordt getransporteerd. Deze verkeersbewegingen (richting Eemshaven) zorgen voor een CO₂-uitstoot. Bij de afvoer van bio-LNG komt een emissie van 3.800 ton CO₂eq/jaar vrij.
- **Vervanging LNG:** Door de productie van bio-LNG wordt fossiel LNG vervangen. Dit levert een CO₂ emissievoordeel op. Er zal 36.500 ton bio-LNG geproduceerd worden. Dit zal dezelfde hoeveelheid LNG vervangen en daarmee een emissiereductie van 133.000 ton CO₂eq/jaar opleveren.

In totaal wordt er 123.200 ton CO₂eq/jaar voorkomen door het produceren van bio-LNG.

Wanneer er geen bio-LNG geproduceerd wordt, zal dezelfde hoeveelheid methaan in de vorm van groengas op het net worden geleverd ter vervanging van aardgas. Dit levert een emissievoordeel op. Er wordt dan 58.000.000 Nm³ aan groengas op het net gebracht, waarmee 122.600 CO₂eq/jaar aan aardgas vervangen kan worden.

Uit deze beschouwing is gebleken dat het produceren van bio-LNG de energievraag verhoogt. Daarbij neemt het aantal verkeersbewegingen toe, wat ook leidt tot meer CO₂-emissies. Echter streept dit grotendeels weg tegen de extra

hoeveelheid CO₂ wat voorkomen wordt door LNG te vervangen in plaats van aardgas. Want ook LNG heeft in de praktijk elektriciteit gebruik om geproduceerd te worden en soortgelijke transportemissies.

Concluderend:

- Bio-LNG produceren levert een netto reductie op van 123.200 ton aan CO₂eq/jaar
- Dezelfde hoeveelheid groengas op het net brengen, levert een netto reductie op van 122.600 ton aan CO₂eq/jaar.

Deze hoeveelheden zijn praktisch gelijkwaardig, met een kleine voordeel voor het produceren van bio-LNG.

5.5 Variant F

Bij deze variant gaat het om het scheiden van het co-vergistingsdigestaat in een centraat en dikke fractie. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen het gebruik van een zeefbandpers en een decanter. Beide technieken verwerken 1,0 miljoen ton aan digestaat.

Een decanter stoot CO₂ uit door de volgende factoren:

- **Elektriciteit verbruik:** Een decanter zal 2,25 kWh/m³ aan elektriciteit verbruik. Bij de opwekking van deze elektriciteit komt CO₂ vrij. Bij de verwerking van ton 1,0 miljoen ton digestaat in een decanter zal 1.210 ton CO₂eq/jaar vrijkomen.
- **Transport:** Het centraat en de dikke fractie worden afgevoerd naar landbouwbedrijven die deze kunnen gebruiken. Voor het centraat is gerekend met een afstand van 50 km terwijl de dikke fractie ingesteld is op 500 km. De gebruikte emissiefactor voor beide is 0,105 kgCO₂eq/ton/km op basis van een vrachtwagen >20 ton. Hieruit volgt 16.700 ton aan CO₂eq emissie voor de transport van dikke fractie, en 400 ton voor de transport van het centraat.

De CO₂-emissies afkomstig van een zeefbandpers worden veroorzaakt door de volgende factoren:

- **Elektriciteit verbruik:** Voor het scheidingsproces van het digestaat is elektriciteit nodig. Bij de opwekking van deze energie komt CO₂ vrij. De zeefbandpers zal 0,33 kWh aan elektriciteit verbruiken. De opwekking hiervan levert 175 ton CO₂eq/jaar op.
- **Transport:** Voor de transport wordt gerekend met dezelfde afstanden en kengetal als bij de decanter. Hieruit volgt 17.300 ton aan CO₂eq emissie voor de transport van dikke fractie, en 300 ton voor de transport van het centraat.

Uit bovenstaande beschouwing is gebleken dat het elektriciteitsverbruik van een decanter hoger is, waardoor er ook meer CO₂ emissies zullen vrijkomen. Er zijn weinig emissies voor het afvoeren van het centraat. Dit komt door de combinatie van een kleine transportafstand, en de relatief weinig hoeveelheid centraat dat afgevoerd hoeft te worden bij BEC. Ongeveer 90% van het centraat wordt namelijk hergebruikt binnen het systeem (reflux). De dikke fractie is de grootste bijdrager in beide gevallen door de combinatie van grote transportafstand en de relatief grote hoeveelheid.

Concluderend:

- Het gebruik van een decanter zorgt voor 18.300 ton aan emissies.
- Het gebruik van een zeefbandpers zorgt voor 17.800 ton aan emissies.

Praktisch gezien zijn de emissies gelijkwaardig, met een kleine voordeel voor het gebruiken van de zeefbandpers.

5.6 Variant H

Deze variant is aanvullend op variant F, waarbij het proces van ontwateren van het centraat wordt toegevoegd aan het proces. Binnen deze variant wordt een vergelijking gemaakt tussen het niet of wel toepassen van een indamper achter de al aanwezige stripper-wasser. Er wordt hierbij aangenomen dat de indamper een multi-effect evaporator betreft.

De omvang van de CO₂-emissie voor het niet toepassen van een indamper, is afhankelijk van de volgende aspecten:

- **Transport:** Uit de stripper-wasser komt ASL en centraat. Het centraat wordt gebruikt voor de reflux. Het ASL wordt afgevoerd per vrachtwagen over een afstand van 100 km. Dit leidt tot CO₂-emissies. Er zal 8.000 ton ASL worden afgevoerd. Hierbij komt een emissie van 175 ton CO₂eq/jaar vrij.

De emissies van een indamper worden bepaald door de volgende factoren:

- **Energieverbruik:** Er is warmte vereist voor werking van de indamper. Bij het verbranden van aardgas komt CO₂ vrij. Voor het verdampen van water is ca. 0,72 kWh/kg nodig. Een multi-effect evaporator kan namelijk warmte hergebruiken om een grotere efficiëntie te bereiken, waardoor de benodigde hoeveelheid energie voor verdamping met een factor 5 gereduceerd kan worden. Dit resulteert in een effectieve warmtegebruik van 0,14 kWh/kg. Er zal 4.200 ton/jaar aan water verdampen. Hiervoor zal 620 MWh aan warmte nodig zijn, oftewel 100.000 Nm³ aan biogas. Hoewel het biogas in deze berekening als CO₂ neutraal wordt beschouwd resulteert het gebruik van biogas in een reductie van de groengasproductie van ongeveer 65.000 Nm³, die anders gebruikt had kunnen worden ter vervanging van eenzelfde hoeveelheid aardgas. Bij de verbranding van deze hoeveelheid aardgas komt 146 ton CO₂eq/jaar vrij.
- **Transport:** Door het toepassen van een indamper, wordt het ASL meer geconcentreerd (van 38% naar 80%). Door het proces van de indamper ontstaat er 3.800 ton ammoniumsulfaat. Dit wordt per vrachtwagen afgevoerd, waarbij CO₂-emissies optreden. De emissie bij het afvoeren van het ammoniumsulfaat is dan 80 ton CO₂eq/jaar.

Uit bovenstaande beschouwing is gebleken dat er bij enkel het toepassen van een stripper-wasser een emissie van 175 ton CO₂eq/jaar vrijkomt, veroorzaakt door het afvoeren van de ASL. Wanneer een indamper wordt toegepast zullen er aanvullende emissies vrijkomen door het warmte verbruik. Maar daardoor zullen er minder transportbewegingen nodig zijn om het ASL af te voeren. Door het indampproces zal de ASL geconcentreerder worden en zal er minder hoeven te worden getransporteerd. In totaal bedragen de indirecte CO₂ emissies door het gebruik van de indamper 146 ton CO₂eq/jaar. Het indampen van de ASL resulteert dus in een lichte stijging in CO₂ emissies. De hoeveelheid transport emissies die bespaard worden wegen niet op tegen de benodigde energie voor het indampen zelf.

6 Kwantitatieve beoordeling alternatieven

De CO₂-emissies zijn berekend voor de volgende drie verschillende alternatieven.

- Alternatief 0, de huidige situatie, wordt gebruikt als referentie.
- Alternatief 1, de voorgenomen activiteit, uitbreiding naar 625.000 ton.
- Het voorkeursalternatief, waarbij het mogelijk is de verdeling co-producten te verhogen tot 625.000 ton.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekening getoond en besproken van Alternatief 0 en 1. Het voorkeursalternatief komt apart aan bod in hoofdstuk 6. De Excel sheets met de berekeningen zijn te vinden in Bijlages C t/m F.

6.1 Beschouwing resultaten

In onderstaande tabel is een overzicht van de afgeronde resultaten van Alternatief 0 en 1 weergegeven.

Tabel 6-1 Overzicht totale emissie en emissiereductie per categorie van Alternatief 0 en 1

	A0	A1
	(ton CO ₂ eq)	(ton CO ₂ eq)
Ruwe materialen	1.600	3.200
Transport	15.100	26.600
Proces - CO ₂ aardgas gebruik	2.300	20.000
Proces - CO ₂ elektriciteit gebruik	12.600	28.600
Proces - Diffuse methaan emissies	5.300	13.200
Proces - E _{sca} bonus verwerking mest	-7.300	-7.400
Proces - Mobiele werktuigen	100	100
Totale emissie toegekend aan groengas	29.600	84.200
Vermeden aardgas gebruik door GG	65.800	167.700
Netto emissie door GG	-36.200	-83.500

Proces - Productie vloeibare CO ₂	2.000	2.200
Vermeden CO ₂ gebruik in kassen	33.100	35.700
Netto emissie door LCO₂	-31.100	-33.600

Totale emissie	31.600	86.300
Totale netto emissie	-67.300	-117.100

Ruwe materialen en transport emissies nemen toe als gekeken wordt naar Alternatief 1 ten opzichte van Alternatief 0. Dit is een direct gevolg van de opschaling van 275.000 ton per jaar naar 625.000 ton per jaar. Er zullen proportioneel meer hulpstoffen nodig zijn en ook proportioneel meer grondstoffen met bijbehorende transport emissies.

De opschaling van de activiteiten van BEC zal leiden tot een hogere warmte en elektriciteit vraag. Hierbij komen meer emissies vrij. Elektriciteit neemt proportioneel toe, maar aardgas gebruik stijgt aanzienlijk meer door de noodzaak om de grotere hoeveelheid aan Cat.2/3 producten te steriliseren.

De CO₂-emissie door diffuse methaan emissies is proportioneel met de beoogde capaciteit stijging. Deze is namelijk gesteld op 1% van de totale gasopbrengst volgens de RED II.

De E_{sca} bonus voor de verwerking van mest neemt iets toe in Alternatief 1 vergeleken met Alternatief 0. Dit komt overeen met de beoogde stijging van inname in mest. Er wordt namelijk op dit moment 135.000 ton aan mest verwerkt tegenover maar 100.000 ton aan co-vergistingsproducten. Maar in Alternatief 1 is het streven om een 50/50 verhouding van mest en co-vergistingsproducten te hanteren. Resultierend in 137.500 ton aan mest en 137.500 ton aan co-producten. Dit is een minimale stijging in hoeveelheid mest.

De CO₂ emissie van de mobiele werktuigen is minimaal ten opzichte van de overige bronnen met maar 70 ton aan CO₂-emissies. Praktisch gezien is dit verwaarloosbaar vergeleken met de gemaakte aannames.

Door de productie van meer groengas zal ook meer aardgas verbruik in Nederland vermeden worden. Alternatief 1 produceert ongeveer 2,3 keer zoveel groengas als Alternatief 0 en zal dus proportioneel meer aardgas vervangen op het net.

Het opschalen van de vervloeiing van CO₂ zal meer fossiel CO₂ vervangen. Het vervloeien kost wel elektriciteit waarvan wordt aangenomen dat deze van grijze elektriciteit komt. Deze stroomvraag zal zorgen voor ruwweg 60kg aan CO₂ per ton aan CO₂ dat vervloeit wordt (oftewel 0,119 kgCO₂/Nm³). Dit kengetal is hetzelfde voor iedere alternatief.

6.2 Emissiefactoren

Voor de verschillende alternatieven zijn de emissiefactoren berekend. Dit zijn de werkelijke emissies die plaatsvinden uitgedrukt in g CO₂eq/MJ en kg CO₂eq/Nm³ aan geproduceerd groengas. Deze zijn te vinden in Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Emissiefactoren in g CO₂eq/MJ en kg CO₂eq/Nm³ per alternatief

	Alternatief 0	Alternatief 1
Emissiefactor in gCO₂/MJ	30,3	33,8
Emissiefactor in kgCO₂/Nm³	0,960	1,071

Deze kengetallen geven weer hoeveel emissies er zijn ontstaan voor de productie van 1 MJ of 1 Nm³ aan groengas. Dit is een positief getal aangezien het vermeden aardgas gebruik niet wordt meegenomen in dit getal. De emissies voor fossiel aardgas bedragen ongeveer 68 g CO₂eq/MJ⁽⁶⁾, oftewel 2,134 kg CO₂/Nm³⁽²⁾. De emissiefactor voor groengas uit covergisting bedraagt in Nederland gemiddeld 33 g CO₂eq/MJ (1,039 kg CO₂/Nm³⁽²⁾) De CO₂-emissies van groengas van BEC liggen hiermee in lijn met de verwachting voor co-vergisting. Dit houdt in dat er een reductie aan emissies van ruwweg 50% plaats vindt door het gebruik van groengas in plaats van fossiel aardgas.

Alhoewel Alternatief 1 meer emissies reduceert doordat er meer feedstock wordt verwerkt en meer gas wordt geproduceerd, presteert Alternatief 1 wel slechter dan Alternatief 0 als het gaat om de uitstoot per geproduceerde Nm³ aan groengas. Dit komt primair door de aanwezigheid van allesvergisting sterilisatie, wat aanzienlijk meer aardgas nodig heeft.

⁶ <https://blogs.shell.com/2011/09/19/naturalgas/>

6.3 Belangrijkste variabelen

Elektriciteitsgebruik

Een van de grootste bijdragers aan CO₂-emissies is het gebruik van elektriciteit. Dit betreft ongeveer 30% van alle ontstane emissies in Alternatief 0 en 30% bij Alternatief 1. In de berekeningen is uitgegaan van het gebruik van grijze elektriciteit van het net. Deze emissie zou gereduceerd kunnen worden door het toepassen/innemen van groene stroom.

Transport

Het transporteren van grondstoffen betreft ongeveer 40% van alle CO₂-emissies in Alternatief 0, en 30% in Alternatief 1. Voornamelijk het transporteren van co-vergistingsproducten blijkt een grote bijdrager. Dit komt door de grote hoeveelheid vracht in combinatie met een ingeschatte afstand van 600 km. De CO₂-emissies zouden gereduceerd kunnen worden door de co-producten dichterbij de locatie in Coevorden te vergaren.

Aardgas gebruik

Het gebruik van aardgas in Alternatief 0 is ongeveer 6% van alle CO₂-emissies, en 20% in Alternatief 1. Aardgas gebruik betekent meer emissies door het verbranden van fossiele brandstoffen. Er kan echter ook gekozen worden om het stoken van aardgas te vervangen met het stoken van biogas. Deze CO₂ komt dan van een biogene/kort-cyclische bron en mag gezien worden als 0 volgens de RED II. Dit reduceert de emissies afkomstig uit de nodige warmtevoorziening met ongeveer 50%, aangezien de gevonden emissiefactor voor het groengas ongeveer de helft is van aardgas.

Stoken van biogas zal wel zorgen voor meer biogeen CO₂ in de lucht, wat zorgt voor minder beschikbare CO₂ voor vervloeiing.

Alternatief 1 heeft meer warmtevraag dan Alternatief 0 door de aanwezigheid van allesvergisting. Dit komt door de extra warmtevraag benodigd voor sterilisatie. Vanuit het perspectief van deze CO₂ berekening heeft co-vergisting de voorkeur voor het reduceren van CO₂-emissies.

7 Kwantitatieve beoordeling Voorkeursalternatief

Het voorkeursalternatief (VKA) betreft Alternatief 1, waarin het flexibel mogelijk is om te schalen tussen de hoeveelheid co-vergisting en allesvergisting. Daarnaast zal in het VKA geen WKK of stoomketel gebruikt worden, en komt alle warmte van de dual fuel ketel. Allesvergistingsproducten worden al in gesteriliseerde toestand aangenomen. Alternatief 1 heeft 625.000 ton aan invoer waarvan 275.000 ton aan co-vergisting, en 350.000 ton aan allesvergisting. Bij het VKA kan de hoeveelheid co-vergisting variëren tussen 275.000 ton en 625.000 ton aan co-vergisting, en tussen 0 ton en 350.000 ton aan allesvergisting. In andere woorden, er kan nooit meer dan 350.000 ton aan allesvergisting plaats vinden. Aangezien er voor de CO₂-berekening vaste waardes gekozen moeten worden om een situatie te kunnen uitrekenen, is er gekozen om de twee uiterste waarden voor het VKA uit te rekenen. Deze hebben de volgende namen gekregen:

VKA 100% co-vergisting: dit betreft 625.000 ton aan co-vergisting en geen allesvergisting.

VKA maximale allesvergisting: dit betreft 275.000 ton aan co-vergisting en 350.000 ton aan allesvergisting.

In dit hoofdstuk zullen beide uiterste van de VKA worden vergeleken met Alternatief 0, het referentiescenario.

Tabel 7-1 Overzicht totale emissie en emissiereductie per categorie van Alternatief 1 en het VKA

	A0	A1	VKA 100%co	VKA max alles
	(ton CO ₂ eq)	(ton CO ₂ eq)	(ton CO ₂ eq)	(ton CO ₂ eq)
Ruwe materialen	1.600	3.200	3.700	23.200
Transport	15.100	26.600	43.200	26.600
Proces - CO ₂ aardgas gebruik	2.300	20.000	0	0
Proces - CO ₂ elektriciteit gebruik	12.600	28.600	28.600	28.600
Proces - Diffuse methaan emissies	5.300	13.200	13.700	13.200
Proces - E _{sca} bonus verwerking mest	-7.300	-7.400	-16.900	-7.400
Proces - Mobiele werktuigen	100	100	300	300
Totale emissie toegekend aan groengas	29.600	84.200	72.600	84.400
Vermeden aardgas gebruik door GG	65.800	167.700	178.000	171.800
Netto emissie door GG	-36.200	-83.500	-105.500	-87.400

Proces - Productie vloeibare CO ₂	2.000	2.200	2.600	2.200
Vermeden CO ₂ gebruik in kassen	33.100	35.700	42.300	35.700
Netto emissie door LCO₂	-31.100	-33.600	-39.800	-33.600

Totale emissie	31.600	86.300	75.100	86.500
Totale netto emissie	-67.300	-117.100	-145.200	-121.000

Emissies uit ruwe materialen nemen toe doordat er naar verwachting meer zwavelzuur nodig is. Bij het VKA waarbij 350.000 ton aan allesvergisting wordt verwerkt (VKA max alles) nemen de emissies van ruwe materialen toe met ongeveer 20.000 ton vergeleken met Alternatief 1 doordat een externe partij de sterilisatie uit zal voeren.

Transport emissies nemen behoorlijk toe bij het VKA. Dit is het meest significant bij 100% co-vergisting doordat de transportafstand van co-producten op 600km is gesteld, terwijl bij allesvergisting de transportafstand maar 100km betreft.

Aardgas gebruik zal in het voorkeursalternatief 0 zijn in plaats van de 2.000 ton in Alternatief 0. Het is namelijk bij het voorkeursalternatief de bedoeling dat alle warmte uit het stoken van biogas komt, en dat er minder warmte nodig is doordat sterilisatie niet door BEC zal worden uitgevoerd.

Emissies uit elektriciteitsgebruik en diffuse methaan emissies zijn hoger bij het VKA doordat er meer biogas geproduceerd wordt. Hierdoor moet er meer gas worden opgewaardeerd en zal de 1% aan emissies volgens de RED II dus ook hoger uitvallen. Dit is dus niet per se een negatief iets, want meer groengas productie betekent ook meer aardgas dat vervangen kan worden.

De E_{sca} bonus voor de verwerking voor mest is ook gunstiger bij meer co-vergisting doordat er meer dan dubbel zo veel mest wordt ingenomen. Bij 100% co-vergisting betreft dit 17.000 ton aan CO_2 emissie besparing, terwijl bij maximale allesvergisting dit maar 7.000 ton is.

Doordat er meer gas ontstaat bij co-vergisting, ontstaat er ook meer CO_2 wat vervloeit kan worden. Dus meer elektriciteit verbruik voor vervloeiing, maar ook meer fossiel CO_2 gebruik dat in kassen vermeden kan worden.

7.1 Emissiefactoren

Voor de voorkeursalternatief uitersten zijn de emissiefactoren berekend en vergeleken met Alternatief 0. Dit zijn de werkelijke emissies die plaatsvinden uitgedrukt in g CO_2eq/MJ en kg CO_2eq/Nm^3 aan geproduceerd groengas. Deze zijn te vinden in Tabel 7-2.

Tabel 7-2 Emissiefactoren in g CO_2eq/MJ en kg CO_2eq/Nm^3 per alternatief

	Alternatief 0	VKA 100% co	VKA max alles
Emissiefactor in gCO_2/MJ	30,3	27,5	33,1
Emissiefactor in kgCO_2/Nm^3	0,960	0,870	1,048

Deze kengetallen geven weer hoeveel emissies er zijn ontstaan voor de productie van 1 MJ of 1 Nm^3 aan groengas. Dit is een positief getal aangezien het vermeden aardgas gebruik niet wordt meegenomen in dit getal. De emissies voor fossiel aardgas bedragen ongeveer 68 g CO_2eq/MJ ⁽⁷⁾, oftewel 2,134 kg CO_2/Nm^3 ⁽²⁾. De emissiefactor voor groengas uit covergisting bedraagt in Nederland gemiddeld 33 g CO_2eq/MJ (1,039 kg CO_2/Nm^3 ⁽²⁾). De CO_2 -emissies van groengas van BEC liggen hiermee in lijn met de verwachting voor co-vergisting. Dit houdt in dat er een reductie aan emissies van ruwweg 50% plaats vindt door het gebruik van groengas in plaats van fossiel aardgas.

Het voorkeursalternatief bij 100% co-vergisting presteert dus niet alleen beter als het gaat om totale emissie reductie, het presteert ook beter per Nm^3 aan geproduceerde groengas.

⁷ <https://blogs.shell.com/2011/09/19/naturalgas/>

8 Conclusie

De totale emissies en de emissiefactoren zijn berekend voor vier verschillende scenario's van BEC. Een overzicht van de resultaten staat in Tabel 8-1.

Tabel 8-1 Totale emissie, emissiereductie en emissiefactoren van de 4 verschillende scenario's

	Totale emissie (ton CO ₂ eq)	Emissiefactor (kg CO ₂ eq/MJ)	Emissiefactor (kg CO ₂ eq/Nm ³)
Alternatief 0	-67.300	30,3	0,960
Alternatief 1	-117.100	33,8	1,071
Voorkeursalternatief 100% co-vergisting	-145.200	27,4	0,868
Voorkeursalternatief maximale allesvergisting	-121.300	33,1	1,046
Literatuur groengas co-vergisting	nvt	33,1	1,039
Literatuur fossiel aardgas	nvt	68,0	2,134

De CO₂-emissie van Bio Energy Coevorden is conform de verwachtingen voor co-vergisting. In de huidige situatie is al sprake van een reductie in emissies doordat aardgas vervangen wordt. Het opschalen van de activiteiten in Alternatief 1 zal leiden tot een verdere vervanging van aardgas en een grotere emissiereductie. Echter, de emissiefactor (per MJ of per Nm³) aan groengas zal slechter worden door een toegenomen energievraag voor de sterilisatie van Cat. 2/3 materiaal.

Het voorkeursalternatief met 100% co-producten heeft geen sterilisatie nodig en hier zullen dus minder CO₂-emissies bij vrijkomen, wat een positieve werking heeft op zowel de totale emissies als de emissiefactor. Bij de voorkeursalternatief met maximale allesvergisting is de emissie weer hoger ondanks dat BEC geen sterilisatie uitvoert. Deze sterilisatie vindt dan plaats bij een andere partij voordat het bij BEC arriveert. De emissie is wel lager doordat er iets meer groengas aan het net geleverd kan worden ter vervanging van aardgas.

De uitbreiding van BEC draagt bij aan een netto reductie van CO₂-emissies, zoals berekend volgens de methodologie van de RED II, en levert daarmee een positieve bijdrage aan de klimaatdoelstellingen.

Hierbij de conclusies per variant:

Variant A: Co-vergisting behaalt een emissiereductie van 129.000 ton en allesvergisting 120.000 ton, dit is een 7% voordeel ten gunste van co-vergisting.

Variant B: Het gebruik van een RTO is netto CO₂-neutraal, terwijl bij gebruik van een actief koolfilter 17.000 ton aan CO₂ ontstaat door een combinatie van de benodigde productie en methaan wat ontsnapt.

Variant C: Gebruik maken van restwarmte om aardgas te vervangen zorgt voor 20.000 ton aan CO₂-emissiereductie.

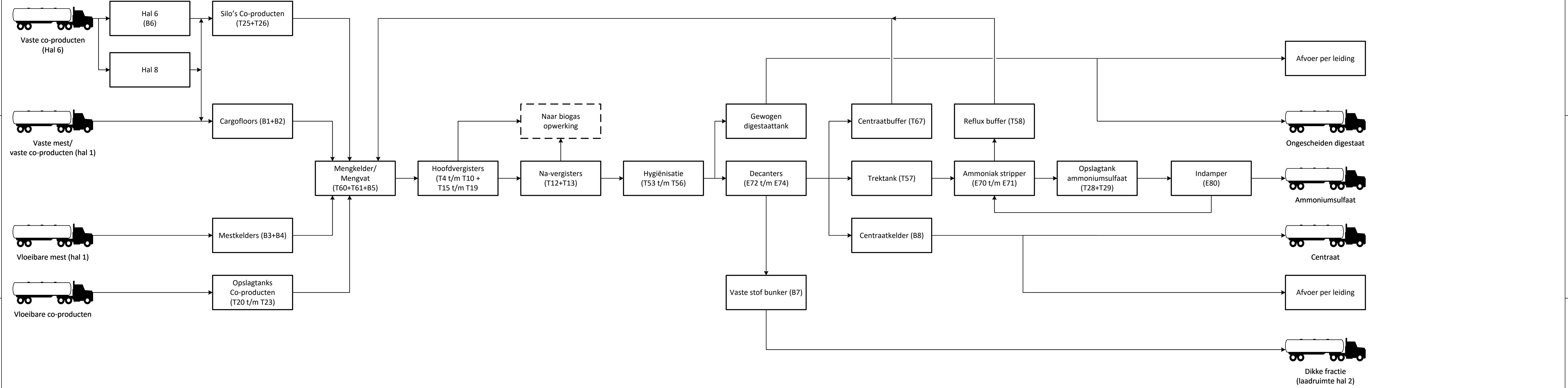
Variant D: Het produceren van bio-LNG heeft vergeleken met groengas praktisch geen verschil in CO₂-emissies.

Variant F: Een decanter of zeefbandpers zijn qua CO₂-emissies praktisch gelijkwaardig aan elkaar.

Variant H: Het toepassen van een indamper zorgt door de verbranding van biogas voor een lichte stijging in de emissies. De reductie in de transportemissies weegt hier niet tegen op.

BIJLAGE A Blokschema VKA

Co-vergistingslijn
Voorkeursalternatief

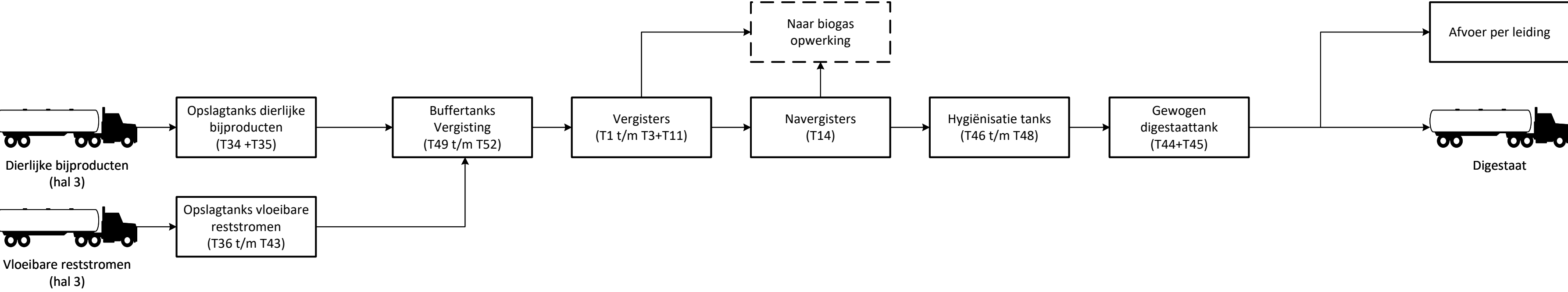


REV	DESCRIPTION	BY	DATE
06	Blad 3: update vervloeiing en correctie tank nummers - Blad1: correctie halnummers	MG (Ingenia)	18-08-2025
05	Indamper toegevoegd	JH (Ingenia)	21-07-2025
04	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen BEC	JH (Ingenia)	09-05-2025
03	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen N.V.	JH (Ingenia)	27-04-2025

Document ID	2359238-PBD-0004-06 Blokschema voorkeursalternatief.vsd			1/4
Drawn by	RH (Ingenia)	Datum	Title	Covergisting
Checked by	NV (Ingenia)	Datum	Status	Concept
Client	Bio Energy Coevorden	Project	MER Bio Energy Coevorden	



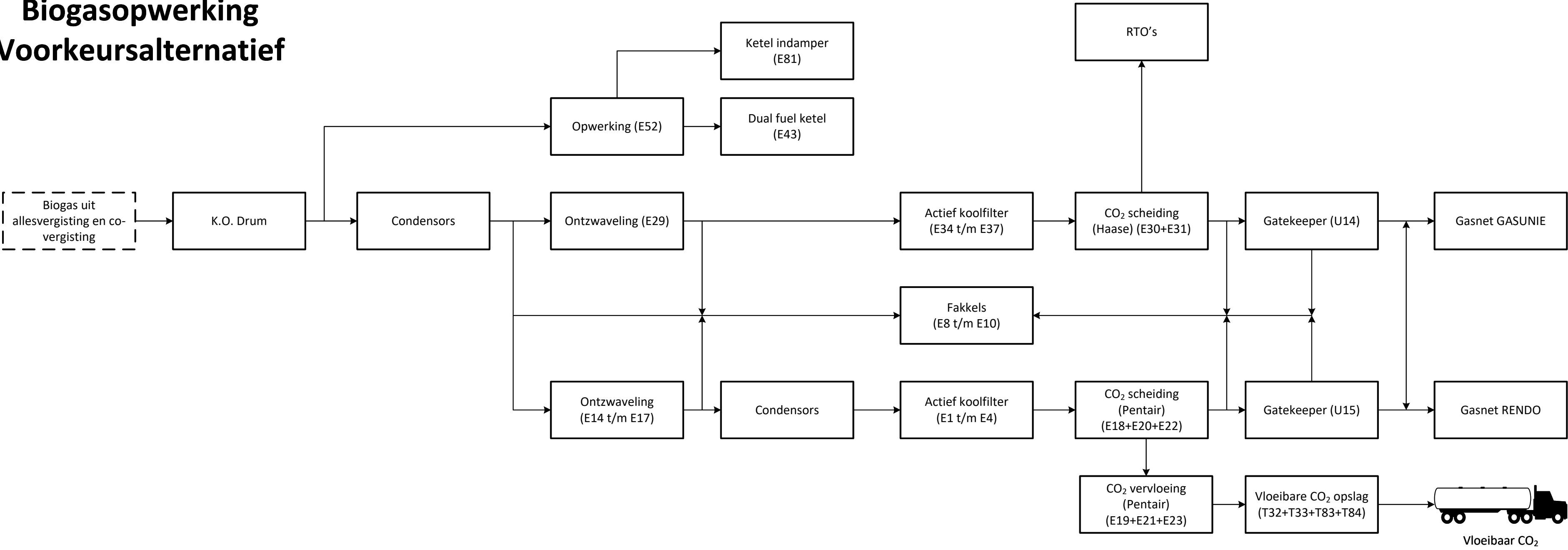
Allesvergistingslijn
Voorkeursalternatief



REV	DESCRIPTION	BY	DATE
06	Blad 3: update vervolg en correctie tank nummers - Blad1: correctie halnummers	MG (Ingenia)	18-08-2025
05	Instappen toevoeging	JH (Ingenia)	21-07-2025
04	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen BEC	JH (Ingenia)	09-05-2025
03	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen N.V.	JH (Ingenia)	27-04-2025

Document ID	2359238-PBD-0004-06 Blokschema voorkeursalternatief.vsd			2/4
Drawn by	RH (Ingenia)	Datum	Title	Allesvergisting
Checked by	NV (Ingenia)	Datum	Status	Concept
Client	Bio Energy Coevorden	Project	MER Bio Energy Coevorden	

Biogasopwerking
Voorkeursalternatief



REV	DESCRIPTION	BY	DATE
06	Blad 3 update vervloeiing en correctie tank nummers - Blad1: correctie balnummers	MG (Ingenia)	18-08-2025
05	Indamper toegevoegd	JH (Ingenia)	21-07-2025
04	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen BEC	JH (Ingenia)	09-05-2025
03	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen N.V.	JH (Ingenia)	27-04-2025

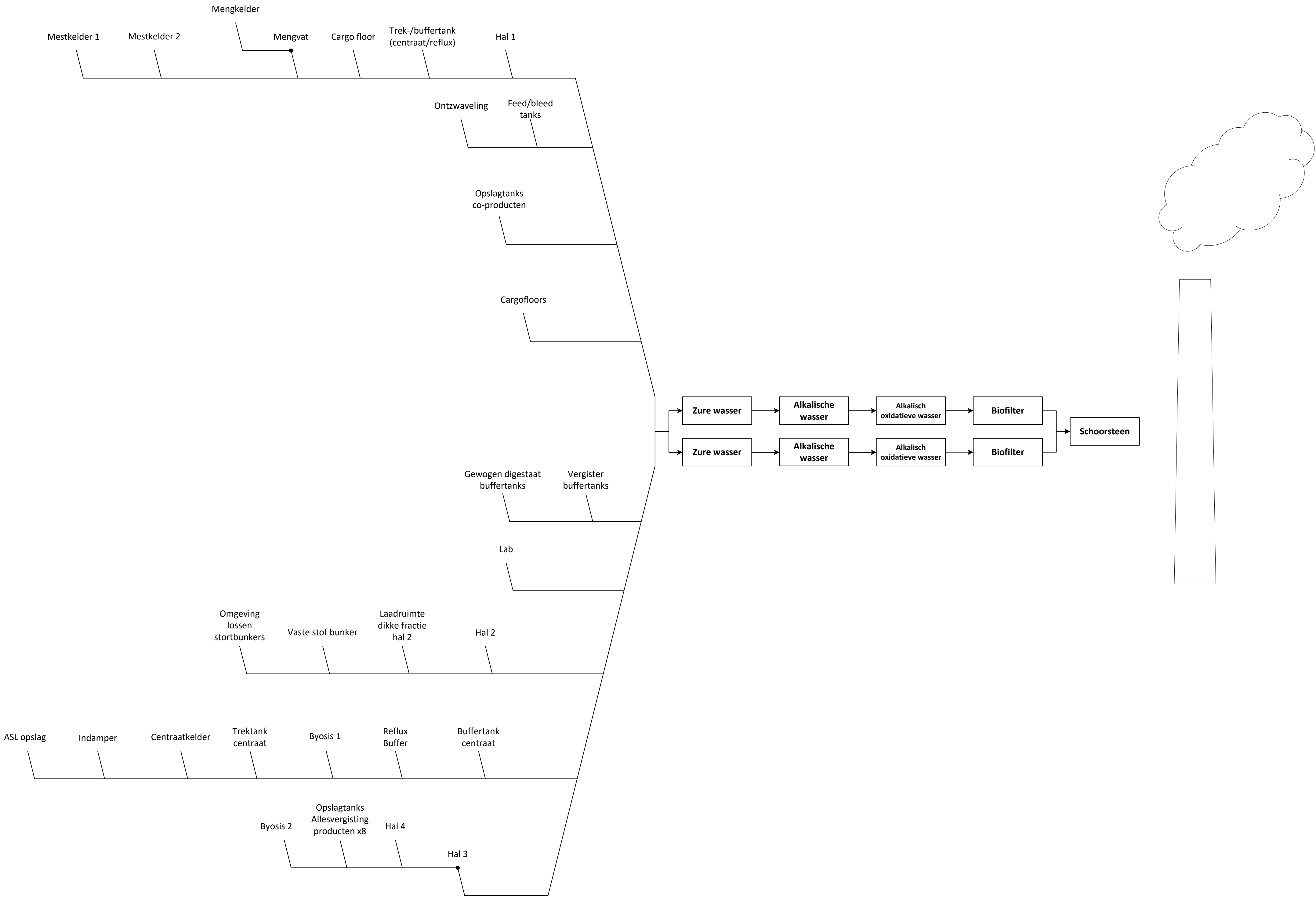
Document ID	2359238-PBD-0004-06 Blokschema voorkeursalternatief.vsd			3/4
Drawn by	RH (Ingenia)	Datum	Title	BG opwerking
Checked by	NV (Ingenia)	Datum	Status	Concept
Client	Bio Energy Coevorden	Project	MER Bio Energy Coevorden	

Original size: A1

Printed: 18-08-2025



www.ingenia.nl | +31 (0)40 - 239 30 30



REV	DESCRIPTION	BY	DATE
06	Blad 3: update vervolg op correctie tank nummers - Blad1: correctie halnummers	MG (Ingenia)	18-08-2025
05	Indamper toegevoegd	JH (Ingenia)	21-07-2025
04	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen BEC	JH (Ingenia)	09-05-2025
03	Aanpassingen n.a.v. opmerkingen N.V.	JH (Ingenia)	27-04-2025

Document ID	2359238-PBD-0004-06 Blokschema voorkeursalternatief.vsdX		4/4
Drawn by	RH (Ingenia)	Datum	Title LB Biofilter
Checked by	NV (Ingenia)	Datum	Status Concept
Client	Bio Energy Coevorden	Project	MER Bio Energy Coevorden

BIJLAGE B Inrichtingstekening VKA



bestaand
nieuw

VOOR VERGUNNING

datum : 24-06-2024

paraaf besa : MB

paraaf opdrachtgever :

BESA

fact. no.	fact. dpt.	processgr./unit	itemcode/tag no.	P2021 project no.	size	P2021-001.80 higher reference doc. no.	part no
title:				D	24-06-2024	M. Rozeboom	BEC
fact./fact. dept:				C	19-06-2024	M. Rozeboom	BEC
project:				B	11-06-2024	M. Rozeboom	BEC
scale				A	23-04-2024	M. Rozeboom	BEC
1 : 500				—	30-01-2024	M. Beijering	BEC
dimensions in	mm	Am. proj.	separate partlist	doc. type	abbr.	location doc. no.	
			No	LED		size	doc. no.
BIOENERGY CORVORDEN				A1-P2021-00180		sh. 1	

BIJLAGE C Berekening Alternatief 0

Ruwe materialen totaal		
Totaal CO2:	1.567	ton

Transport totaal		
Totaal CO2:	15.098	ton

Proces totaal		
Totaal CO2:	14.932	ton

Vermeden gebruiken totaal		
Vermeden CO2:	98.923	ton

Totale CO2 emissie, incl vermeden gebruiken		
Totale emissie	-67.326	ton CO2
Emissiereductie:	-	ton CO2

Ruwe materialen emissies
Totaal CO2: 1.567 ton

Transport emissies		
Totaal CO2:	15.098	ton
Mest		
Massa	135.000	ton
Afstand	50	km
CO2	1.418	ton

Co-vergistingsproducten		
Massa	100.000	ton
Afstand	600	km
CO2	12.600	ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	40.000	ton
Afstand	100	km
CO2	840	ton

Zwavelzuur		
Massa	2.183	ton
CO2	306	ton

Zwavelzuur		
Massa	2.183	ton
Afstand	200	km
CO2	92	ton

Natronloog		
Massa	1.643	ton
CO2	920	ton

Natronloog		
Massa	1.643	ton
Afstand	200	km
CO2	69	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	1.898	ton
CO2	342	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	1.898	ton
Afstand	200	km
CO2	80	ton

Proces emissies GG		
Totaal CO2:	12.935	ton
Proces aardgas		
Aardgas verbruik	1.069.194	Nm3
CO2 - Aardgas	2.282	ton

Proces elektriciteit		
Elektriciteit uit net	23.457.500	kWh
CO2 - Elektriciteit	12.573	ton

Mobiele werktuigen		
Dieselverbruik	21.385	liter
CO2	70	ton

Diffuse methaan emissies		
CH4	294.492	Nm3
CH4	212	ton
CO2eq	5.301	ton

E _{sca} bonus verwerking mest		
CO2	-7.290	ton

Proces emissies CO2		
Totaal CO2:	1.997	ton
Productie vloeibare CO2		
Elektriciteit	3.725.715	kWh
CO2	1.997	ton

Vermeden gebruiken door GG		
Vermeden CO2:	65.828	ton
Groen gas naar net		
Volume	30.847.180	Nm3
Massa	26.760	ton
Energie	976.313.252	MJ
Vermeden aardgas gebruik		
Volume	30.847.180	Nm3
CO2	65.828	ton

Vermeden gebruiken door LCO2		
Totaal CO2:	33.095	ton
Vloeibaar CO2		
Volume	16.799.469	Nm3
Massa	33.095	ton
Vermeden CO2 glastuinbouw		
Volume	16.799.469	Nm3
CO2	33.095	ton

Totale emissies toegekend aan groengas		
Totale emissie	-36.228	ton CO2
CO2 emissie GG	29.600	ton CO2
Emissie per Nm3	0,960	kgCO2/Nm3
Emissie per MJ	30,3	gCO2/MJ

Totale emissies toegekend aan LCO2		
Totale emissie	-31.098	ton CO2
CO2 emissie	1.997	ton CO2
Emissie per Nm3	0,119	kgCO2/Nm3
Emissie per kg	0,060	kgCO2/kg

BIJLAGE D Berekening Alternatief 1

Ruwe materialen totaal		
Totaal CO2:	3.225	ton

Ruwe materialen emissies
Totaal CO2: 3.225 ton

Zwavelzuur		
Massa	2.554	ton
CO2	358	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
CO2	2.091	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
CO2	776	ton

Transport totaal		
Totaal CO2:	26.564	ton

Transport emissies
Totaal CO2: 26.564 ton

Mest		
Massa	137.500	ton
Afstand	50	km
CO2	1.444	ton

Co-vergistingsproducten		
Massa	137.500	ton
Afstand	600	km
CO2	17.325	ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	350.000	ton
Afstand	100	km
CO2	7.350	ton

Zwavelzuur		
Massa	2.554	ton
Afstand	200	km
CO2	107	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
Afstand	200	km
CO2	157	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
Afstand	200	km
CO2	181	ton

Proces totaal		
Totaal CO2:	56.544	ton

Proces emissies GG
Totaal CO2: 54.387 ton

Proces aardgas		
Aardgas verbruik	9.355.450	Nm3
CO2 - Aardgas	19.965	ton

Proces elektriciteit		
Elektriciteit uit net	53.312.500	kWh
CO2 - Elektriciteit	28.576	ton

Mobiele werktuigen		
Dieselverbruik	21.385	liter
CO2	70	ton

Diffuse methaan emissies		
CH4	733.468	Nm3
CH4	528	ton
CO2eq	13.202	ton

E _{sc} bonus verwerking mest		
CO2	-7.425	ton

Proces emissies CO2
Totaal CO2: 2.157 ton

Productie vloeibare CO2		
Elektriciteit	4.023.800	kWh
CO2	2.157	ton

Vermeden gebruiken totaal		
Vermeden CO2:	203.440	ton

Vermeden gebruiken door GG
Vermeden CO2: 167.697 ton

Groen gas naar net		
Volume	78.583.346	Nm3
Massa	68.171	ton
Energie	2.487.162.894	MJ

Vermeden aardgas gebruik		
Volume	78.583.346	Nm3
CO2	167.697	ton

Vermeden gebruiken door LCO2
Totaal CO2: 35.743 ton

Vloeibaar CO2		
Volume	18.143.548	Nm3
Massa	35.743	ton

Vermeden CO2 glastuinbouw		
Volume	18.143.548	Nm3
CO2	35.743	ton

Totale CO2 emissie, incl vermeden gebruikers		
Totale emissie	-117.107	ton CO2
Emissiereductie:	49.782	ton CO2

Totale emissies toegekent aan groengas		
Totale emissie	-83.521	ton CO2
CO2 emissie GG	84.176	ton CO2
Emissie per Nm3	1,071	kgCO2/Nm3
Emissie per MJ	33,8	gCO2/MJ

Totale emissies toegekent aan LCO2		
Totale emissie	-33.586	ton CO2
CO2 emissie LCO2	2.157	ton CO2
Emissie per Nm3	0,119	kgCO2/Nm3
Emissie per kg	0,060	kgCO2/kg

BIJLAGE E Berekening voorkeursalternatief 100% co-vergisting

Ruwe materialen totaal		
Totaal CO2:	3.680	ton

Ruwe materialen emissies
Totaal CO2: 3.680 ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	-	ton
CO2	-	ton

Zwavelzuur		
Massa	5.805	ton
CO2	813	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
CO2	2.091	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
CO2	776	ton

Transport totaal		
Totaal CO2:	43.238	ton

Transport emissies
Totaal CO2: 43.238 ton

Mest		
Massa	312.500	ton
Afstand	50	km
CO2	3.281	ton

Co-vergistingsproducten		
Massa	312.500	ton
Afstand	600	km
CO2	39.375	ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	-	ton
Afstand	100	km
CO2	0	ton

Zwavelzuur		
Massa	5.805	ton
Afstand	200	km
CO2	244	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
Afstand	200	km
CO2	157	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
Afstand	200	km
CO2	181	ton

Proces totaal		
Totaal CO2:	28.201	ton

Proces emissies GG
Totaal CO2: 25.648 ton

Proces elektriciteit		
Elektriciteit uit net	53.312.500	kWh
CO2 - Elektriciteit	28.576	ton

Mobiele werktuigen		
Dieselverbruik	85.144	liter
CO2	277	ton

Diffuse methaan emissies		
CH4	759.448	Nm3
CH4	547	ton
CO2eq	13.670	ton

E _{sca} bonus verwerking mest		
CO2	-16.875	ton

Proces emissies CO2
Totaal CO2: 2.553 ton

Productie vloeibare CO2		
Elektriciteit	4.763.883	kWh
CO2	2.553	ton

Vermeden gebruiken totaal		
Vermeden CO2:	220.361	ton

Vermeden gebruiken door GG
Vermeden CO2: 178.044 ton

Groen gas naar net		
Volume	83.432.251	Nm3
Massa	72.377	ton
Energie	2.640.630.754	MJ

Vermeden aardgas gebruik		
Volume	83.432.251	Nm3
CO2	178.044	ton

Vermeden gebruiken door LCO2
Totaal CO2: 42.317 ton

Vloeibaar CO2		
Volume	21.480.627	Nm3
Massa	42.317	ton
Vermeden CO2 glastuinbouw		
Volume	21.480.627	Nm3
CO2	42.317	ton

Totale CO2 emissie, incl vermeden gebruiken		
Totale emissie	-145.242	ton CO2
Emissiereductie:	77.917	ton CO2

Totale emissies toegekent aan groengas
Totale emissie -105.479 ton CO2

CO2 emissie GG	72.566	ton CO2
Emissie per Nm3	0,870	kgCO2/Nm3
Emissie per MJ	27,5	gCO2/MJ

Totale emissies toegekent aan LCO2
Totale emissie -39.763 ton CO2

CO2 emissie LCO2	2.553	ton CO2
Emissie per Nm3	0,119	kgCO2/Nm3
Emissie per kg	0,060	kgCO2/kg

BIJLAGE F Berekening voorkeursalternatief maximale allesvergisting

Ruwe materialen totaal		
Totaal CO2:	23.189	ton

Transport totaal		
Totaal CO2:	26.564	ton

Proces totaal		
Totaal CO2:	36.787	ton

Vermeden gebruiken totaal		
Vermeden CO2:	207.501	ton

Totale CO2 emissie, incl vermeden gebruiken		
Totale emissie	-120.961	ton CO2
Emissiereductie:	53.636	ton CO2

Ruwe materialen emissies		
Totaal CO2:	23.189	ton

Transport emissies		
Totaal CO2:	26.564	ton
Mest		
Massa	137.500	ton
Afstand	50	km
CO2	1.444	ton

Co-vergistingsproducten		
Massa	137.500	ton
Afstand	600	km
CO2	17.325	ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	350.000	ton
CO2	19.965	ton

Allesvergistingsproducten		
Massa	350.000	ton
Afstand	100	km
CO2	7.350	ton

Zwavelzuur		
Massa	2.554	ton
CO2	358	ton

Zwavelzuur		
Massa	2.554	ton
Afstand	200	km
CO2	107	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
CO2	2.091	ton

Natronloog		
Massa	3.733	ton
Afstand	200	km
CO2	157	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
CO2	776	ton

Ijzer(III)chloride		
Massa	4.313	ton
Afstand	200	km
CO2	181	ton

Proces emissies GG		
Totaal CO2:	34.630	ton
Proces elektriciteit		
Elektriciteit uit net	53.312.500	kWh
CO2 - Elektriciteit	28.576	ton

Mobiele werktuigen		
Dieselverbruik	85.144	liter
CO2	277	ton

Diffuse methaan emissies		
CH4	733.468	Nm3
CH4	528	ton
CO2eq	13.202	ton

E _{sca} bonus verwerking mest		
CO2	-7.425	ton

Vermeden gebruiken door GG		
Vermeden CO2:	171.759	ton

Groen gas naar net		
Volume	80.486.663	Nm3
Massa	69.822	ton
Energie	2.547.402.894	MJ

Vermeden aardgas gebruik		
Volume	80.486.663	Nm3
CO2	171.759	ton

Totale emissies toegekent aan groengas		
Totale emissie	-87.375	ton CO2
CO2 emissie GG	84.383	ton CO2
Emissie per Nm3	1,048	kgCO2/Nm3
Emissie per MJ	33,1	gCO2/MJ

Proces emissies CO2		
Totaal CO2:	2.157	ton

Productie vloeibare CO2		
Elektriciteit	4.023.800	kWh
CO2	2.157	ton

Vermeden gebruiken door LCO2		
Totaal CO2:	35.743	ton

Vloeibaar CO2		
Volume	18.143.548	Nm3
Massa	35.743	ton
Vermeden CO2 glastuinbouw		
Volume	18.143.548	Nm3
CO2	35.743	ton

Totale emissies toegekent aan LCO2		
Totale emissie	-33.586	ton CO2
CO2 emissie LCO2	2.157	ton CO2
Emissie per Nm3	0,119	kgCO2/Nm3
Emissie per kg	0,060	kgCO2/kg