



# Eindrapport ECP-case Belgisch Limburg

Ruben Guisson  
Miet Van Dael

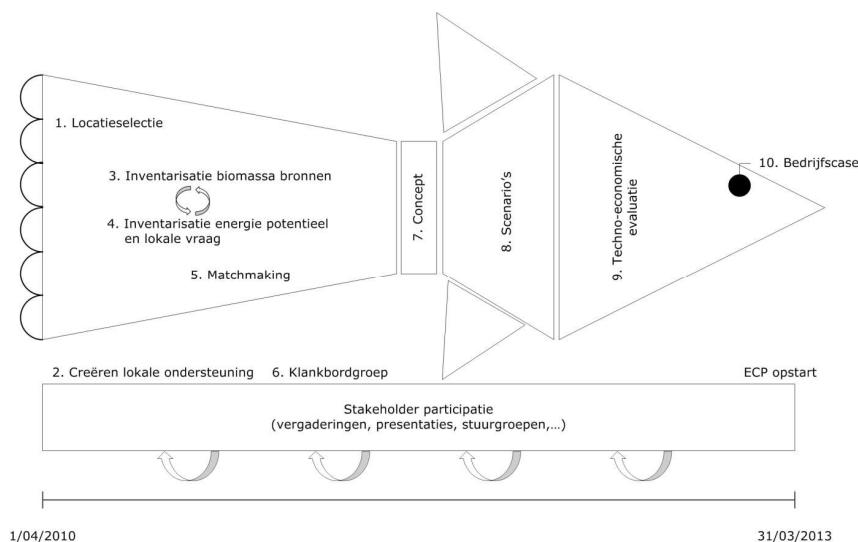
## DANKWOORD

Wij willen iedereen bedanken die heeft bijgedragen tot de realisatie van het ECP-project in Belgisch-Limburg. In het bijzonder willen wij de Stad Lommel (Peter Vanvelthoven, Ronny Vanhoof, Ivan Bynens en Koen Berghmans) bedanken voor hun interesse in en medewerking aan het project. Ook de andere leden van de klankbordgroep, LRM (Jeroen Huysmans), POM (Kristof Das en Gianni Morelli) en LOC (Theo Slegers), zijn wij erg dankbaar voor hun medewerking en feedback. Daarnaast willen wij zeker ook onze dank betuigen aan de leden van de do-tank biomassa Limburg. Ook de projectmedewerkers die mee hebben bijgedragen aan dit rapport mogen we zeker niet vergeten: Luc Pelkmans (VITO), Steven Van Passel (Uhasselt) en Liesbet Goovaerts (VITO). Tot slot bedanken wij alle medewerkers van de projectpartners en subcontractors, de ontwikkelingsmaatschappijen (BOM, REWIN, Impuls Zeeland, SPK, IOK, POM Limburg) die het projectvoorstel mee ondersteund hebben, het Interreg secretariaat, en ook de andere financiers en de leden van de stuurgroep. Interactie met belanghebbenden was een cruciaal onderdeel van het project, en verschillende partijen hebben actief meegedacht of ideeën geformuleerd via deelname aan workshops of via directe communicatie met projectmedewerkers. Wij hopen dat het project iets heeft losgemaakt in de regio en dat daardoor de perspectieven van een bio-based economy in Vlaanderen en meer in het bijzonder in Limburg verder tot stand kunnen komen.

## SAMENVATTING

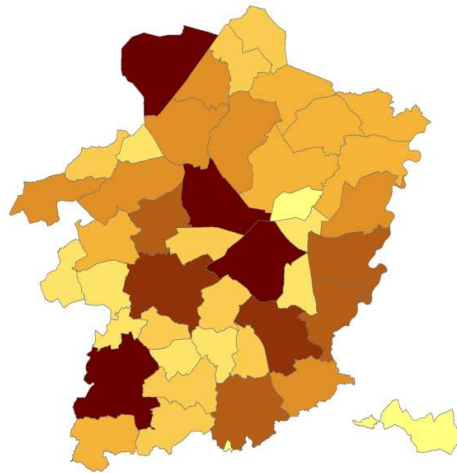
Het EnergieConversiePark project is een Interreg project IVa, gestart in april 2010 en lopende tot maart 2013. Een EnergieConversiePark (ECP) wordt omschreven als: een synergetische, multi-dimensionale biomassa verwerkingssite waarbij een sterk geïntegreerde combinatie van conversietechnologieën een veelheid aan regionale biomassa(rest)stromen verwerkt tot energie en materialen. Momenteel worden veelal mono-dimensionale installaties gebruikt die ontworpen zijn voor één specifieke vorm van biomassa en één specifieke output. Hierdoor wordt de biomassa niet altijd optimaal benut. Door het slim en energetisch optimaal combineren van biomassa conversietechnieken wordt getracht om een meer efficiënte en kosteneffectieve oplossing te bieden.

Voor de case in Belgisch-Limburg zijn Universiteit Hasselt (coördinator en economisch luik) en VITO (technisch luik) verantwoordelijk. Bij de start van deze case was, in tegenstelling tot de andere cases, nog geen exacte locatie vastgelegd. Een ander kenmerkend element voor deze case is de aandacht voor eventuele valorisatie van biomassa afkomstig van fyto-remediatie (*i.e.* het gebruik van planten om vervuilde gronden te saneren). Voor de case Belgisch-Limburg, werd net als voor de andere cases, een tien stappen procedure gevolgd (HOOFDSTUK 1). Bij het doorlopen van de stappen bevindt men zich respectievelijk in een fase van convergentie, divergentie en convergentie voor wat betreft het aantal mogelijke varianten van de case. Daardoor heeft het processchema typisch de vorm van een vis. Het processchema wordt voorgesteld in onderstaande figuur.



Aan de hand van een 'macro-screening' werd het aantal potentieel interessante locaties in Limburg gereduceerd (HOOFDSTUK 2). De Limburgse gemeentes werden beoordeeld op basis van meer dan 20 criteria. Het resultaat wordt visueel voorgesteld in onderstaande GIS figuur. Op basis van de macro-screening werd gekozen om verder te gaan in de regio van Lommel.

Deze keuze werd onder andere gemaakt door de goede beoordeling van Lommel (zie donkere kleur in onderstaande figuur), het potentieel aan bosgebied, en de nabijheid van landelijke en bosrijke gebieden net over de grens met Nederland.

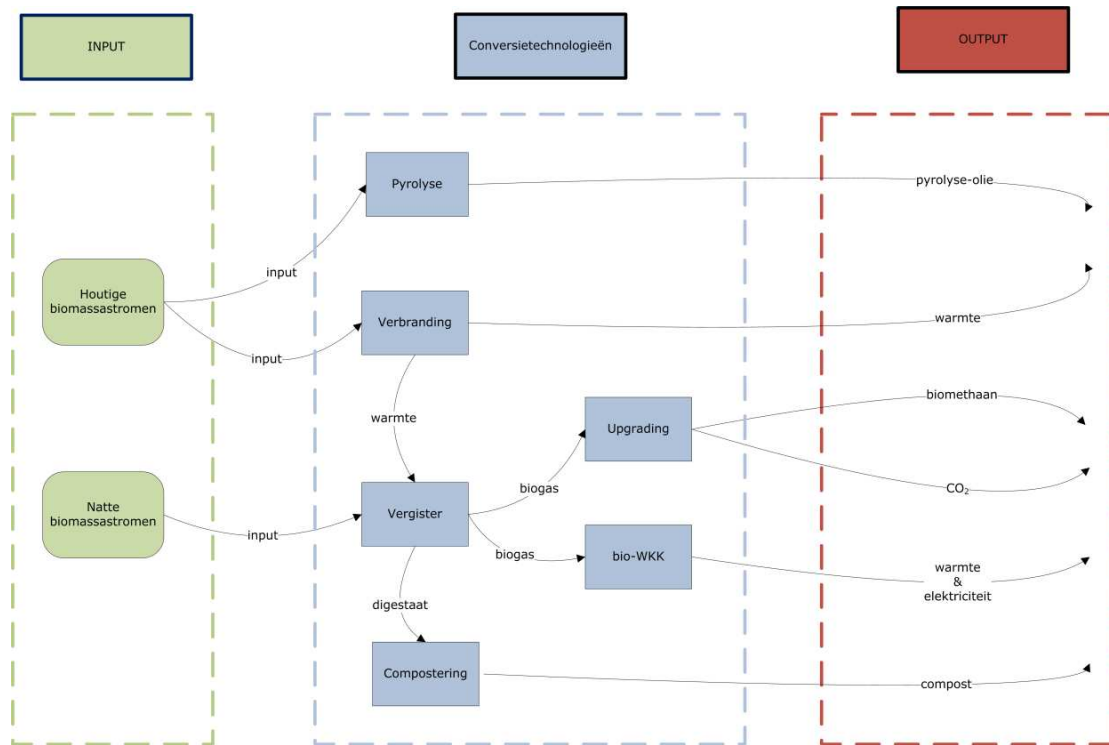


Nadat de locatie op basis van de macro-screening vastgelegd werd, werd een micro-screening uitgevoerd. Eerst werden lokale belanghebbenden zoals lokale overheden en industrie geconsulteerd (HOOFDSTUK 3). Op deze manier werd een participatief proces opgestart om zo de lokale acceptatie en het vertrouwen te kunnen vergroten. Een inventarisatie van de biomassa in een straal van ca. 30 km rondom het nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein Kristalpark III werd uitgevoerd. De resultaten worden weergegeven in onderstaande tabel (HOOFDSTUK 4). Er werd ook een inventarisatie gemaakt van de hoeveelheid mest. Echter werd door de lokale stakeholders aangegeven dat de verwerking hiervan in de regio niet gewenst is. Naast de beschikbare hoeveelheid biomassa, werd ook een inventarisatie gemaakt van de vraag naar en het aanbod van warmte in de directe omgeving van het bedrijventerrein (HOOFDSTUK 5).

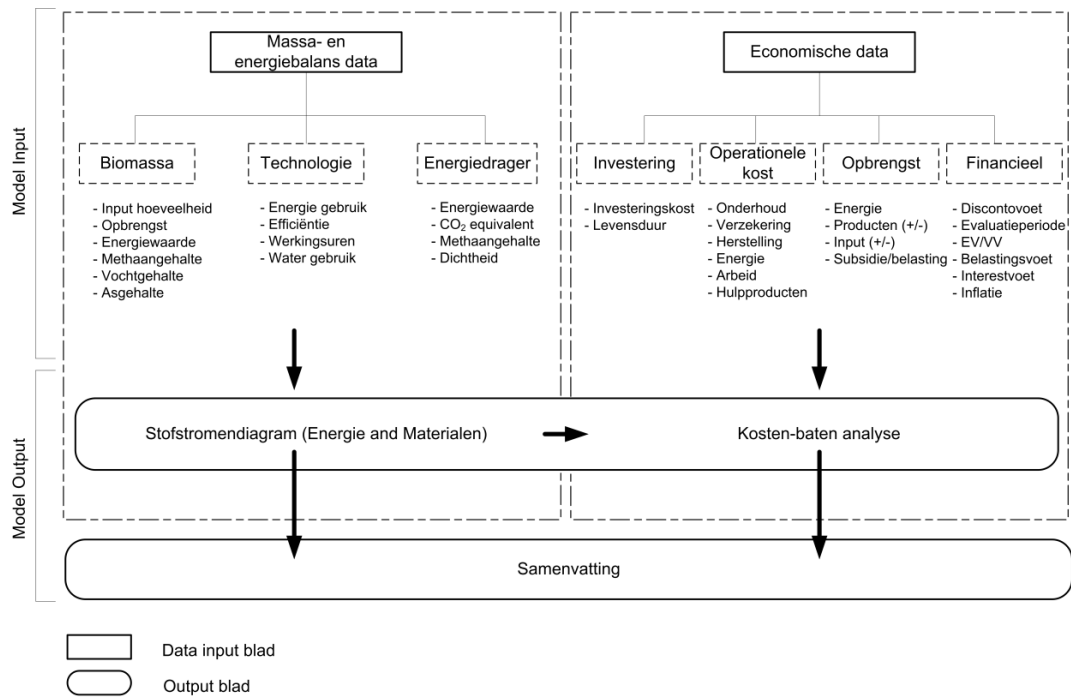
<b>Stroom</b>	<b>ton</b>
Hout bosland	4.052
Hout Sibelco	4.173
Maïsstro	25.000
Hout industrie	500
GFT	15.000
Groenafval	9.000
Maaisel	1.114 + bermmaaisel <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Voor de hoeveelheid in de uitgewerkte ECP concepten (zie HOOFDSTUK 10) is minder dan 1% van de beschikbare hoeveelheid in Vlaanderen nodig<sup>48</sup>.

Op basis van de inventarisatie en gesprekken met de lokale stakeholders (in de vorm van een klankbordgroep, zie HOOFDSTUK 7), werd een eerste algemeen concept opgesteld waarin een *match* gezocht werd tussen de beide inventarisaties, rekening houdend met de wensen van de stakeholders (HOOFDSTUK 6). Dit concept wordt weergegeven in onderstaande figuur (HOOFDSTUK 8).

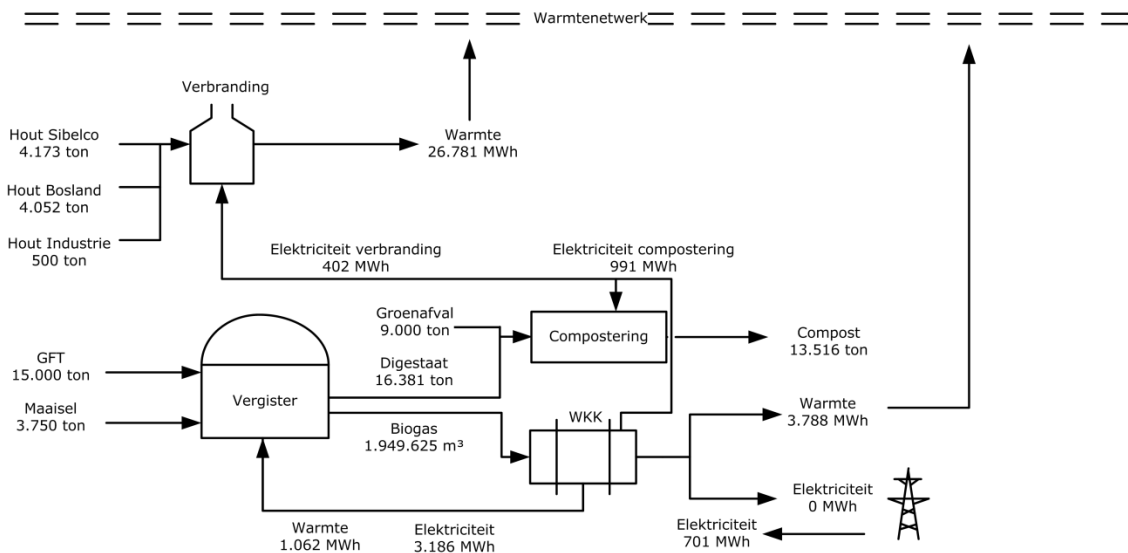


Uit dit concept werden verschillende scenario's gedefinieerd die onderling verschillen in de keuze van input- en outputstromen en conversietechnologieën (HOOFDSTUK 10). Om de haalbaarheid van deze scenario's te kunnen evalueren werd een techno-economische evaluatiemethode uitgewerkt (HOOFDSTUK 9). Het schema van de methode wordt gegeven in onderstaande figuur. Belangrijk hierbij is dat het technische en economische evaluatiemodel rechtstreeks met elkaar gekoppeld werden. Op die manier was het mogelijk om de impact van beide types parameters tegelijkertijd te evalueren. Belangrijk is om voldoende inzicht te hebben in de gebruikte parameters gezien de complexiteit van het model en de nauwe samenhang. De wijziging van één parameter (technisch of economisch) kan de economische haalbaarheid van een scenario immers sterk beïnvloeden.



De techno-economische haalbaarheid van de verschillende scenario's werd geëvalueerd. Hieruit werd uiteindelijk één specifieke bedrijfscase gekozen (HOOFDSTUK 11). In de case wordt de verbranding van KOH uit fyto-remediatie, kroon- en takhout van Bosland en resthout uit de industrie, gecombineerd met droge vergisting van GFT-afval en maaisel. Het digestaat wordt na vergisting gemengd met groenafval en verder gecomposteerd. Het biogas wordt op de site verwerkt in een WKK installatie tot warmte en elektriciteit. De geproduceerde warmte en elektriciteit worden eerst in de interne processen gebruikt. De restfracties worden respectievelijk op het warmte- en elektriciteitsnet geïnjecteerd. Deze case leek op basis van de resultaten het meest realistisch om op korte termijn te implementeren. Een schematische voorstelling wordt gegeven in onderstaande figuur. In de case werd aangetoond dat door het combineren van de unidimensionale processen in een ECP economische synergieën gerealiseerd kunnen worden. Deze synergieën zijn echter beperkt in grootte. De berekende Netto Actuele Waarde (NAW) bedraagt ongeveer -10 miljoen euro onder de assumptie dat het volledige ECP nog geïmplementeerd moet worden. Met andere woorden dat er nog geen enkele installatie aanwezig is en dat ook het warmtenet nog aangelegd moet worden. Bovendien wordt hierbij verondersteld dat alles op hetzelfde tijdstip en door dezelfde investeerder geplaatst wordt. Dat dit zich in de praktijk zo zal voordoen, is weinig waarschijnlijk.

Indien we veronderstellen dat het ECP de helft van de kosten van het warmtenet moet dragen en dat we aannemen dat de composteringsinstallatie reeds afgeschreven is, stijgt de NAW tot ca. 2,2 miljoen euro. Dit geeft aan dat een meer gedetailleerd onderzoek interessant is.



Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt verder dat een verandering in één van de opgenomen parameters een grote impact kan hebben op het totale project. Het is dan ook belangrijk om een goed inzicht te verwerven in de gebruikte parameters alvorens de NAW te interpreteren. Een sensitiviteitsanalyse is onmisbaar in de analyse om een inschatting te krijgen van mogelijke risico's als gevolg van veranderende marktwaarden. Indien de restwarmte niet extern afgezet kan worden, daalt de NAW bijvoorbeeld tot ongeveer -0,8 miljoen euro. Ook de gate fee van GFT heeft een grote invloed op de economische haalbaarheid. Momenteel staat deze onder druk. Wanneer verondersteld wordt dat de gate fee zou dalen tot 40 euro per ton, daalt de NAW tot ca. 0,4 miljoen euro. Verder blijkt uit de sensitiviteitsanalyse dat de NAW varieert tussen -1 miljoen euro en +4 miljoen euro wanneer de opgenomen parameters met 10% kunnen variëren.

Interessant is ook dat door het kiezen voor de integratie waarbij het biogas verwerkt kan worden in een WKK installatie, alle opties voor alternatieve verwerking van het biogas openblijven voor de toekomst. Dit hoort tot de optie die wij noemen 'gefaseerde investering'. Een WKK-installatie heeft een levensduur van ongeveer 10 jaar (maximum). Daarna moet deze installatie vervangen worden door een nieuwe WKK installatie of een alternatieve verwerkingsinstallatie. Mogelijk heeft het klimaat zich daartegen in Vlaanderen verder ontwikkeld in de richting van biogas *upgrading* en is het interessant om te investeren in een dergelijke installatie.

De belangrijkste leerpunten uit de case worden weergegeven in de onderstaande SWOT analyse.

<p><b><u>Sterktes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Er is voldoende ruimte beschikbaar op Kristalpark III.</li> <li>➤ Politiek draagvlak voor hernieuwbare energie en biomassa in het bijzonder. (Stad Lommel/Limburg CO<sub>2</sub>-neutraal)</li> <li>➤ Industriële ontwikkeling wordt verwacht in de toekomst.</li> <li>➤ Fysisch voldoende potentieel aan lokale reststromen.</li> <li>➤ Bedrijfs-case met positieve NAW.</li> </ul>	<p><b><u>Zwaktes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aanwezigheid van gasnet waardoor minder nood aan warmtenetwerk.</li> <li>➤ Afwezigheid van warmtenetwerk.</li> <li>➤ Afwezigheid van (industriële) ankerpunt.</li> <li>➤ Onduidelijkheid over het type van industriële ontwikkeling.</li> <li>➤ Potentiële uitsluiting anaerobe verwerkingstechnologieën (vergisting).</li> <li>➤ Lange termijn beschikbaarheid/contracteerbaarheid van biomassa inputstromen.</li> </ul>
<p><b><u>Opportunities</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clusteren van betalende (gate-fee) intergemeentelijke activiteiten (compostering) met andere publieke/private activiteiten waardoor kosten kunnen worden gereduceerd.</li> <li>➤ Lange termijn infrastructuur verbeteringswerken (spoorweg, sluisen,...) maakt het terrein aantrekkelijker in de toekomst.</li> <li>➤ Integratiemogelijkheden met bestaande industrie (bv. restwarmte Nyrstar).</li> </ul>	<p><b><u>Bedreigingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Economisch klimaat.</li> <li>➤ (Deels) parallelle (confidentiële) initiatieven.</li> <li>➤ Veranderend beleid en ondersteuningssystemen.</li> <li>➤ Ontbreken van ondersteuning voor groene warmte en groen gas.</li> <li>➤ Terreinen worden vaak geselecteerd in een internationale context, te veel randvoorwaarden kunnen ertoe leiden dat een site minder aantrekkelijk is.</li> <li>➤ De be- en verwerking van reststromen ligt verankerd in bestaande structuren (bv. GFT- en groenafval).</li> <li>➤ De structuur om reststromen te verzamelen ontbreekt (bv. tak- en kroonhout, maïsstro, maaisel).</li> </ul>



## INHOUDSOPGAVE

<b>DANKWOORD</b> .....	<b>1</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>2</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>8</b>
<b>LIJST VAN TABELLEN</b> .....	<b>11</b>
<b>LIJST VAN FIGUREN</b> .....	<b>12</b>
<b>LIJST VAN AFKORTINGEN</b> .....	<b>15</b>
<b>INLEIDING</b> .....	<b>16</b>
HOOFDSTUK 1. TIEN STAPPEN PROCEDURE .....	19
HOOFDSTUK 2. LOCATIESELECTIE .....	22
2.1. CRITERIA BEPALEN.....	22
2.2. INFORMATIE VERZAMELEN .....	24
2.3. GEWICHTEN BEPALEN .....	27
2.4. FINALE SCORE.....	27
2.5. GEOGRAFISCH INFORMATIE SYSTEEM.....	28
HOOFDSTUK 3. CREËREN LOKALE ONDERSTEUNING .....	29
3.1. KEUZE LOCATIE EN CREËREN LOKALE ONDERSTEUNING VOOR BELGISCH-LIMBURG .....	29
3.2. EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	35
HOOFDSTUK 4. INVENTARISATIE BIOMASSA BRONNEN .....	36
4.1. METHODIEK INVENTARISATIE.....	36
4.1.1. <i>Bosbouw</i> .....	37
4.1.2. <i>Landbouw</i> .....	43
4.1.3. <i>Afval</i> .....	49
4.1.3.1. Industrie.....	49
4.1.3.2. Gemeente – GFT .....	50
4.1.3.3. Gemeente – maaisel .....	53
4.2. EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	56
HOOFDSTUK 5. INVENTARISATIE ENERGIE POTENTIEEL EN LOKALE VRAAG .....	57
5.1. METHODIEK INVENTARISATIE.....	57
5.2. EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	59
HOOFDSTUK 6. MATCHMAKING .....	61
6.1. EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	63
HOOFDSTUK 7. KLANKBORDGROEP .....	65

7.1.	EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	65
	HOOFDSTUK 8. CONCEPT .....	67
8.1.	VERGISTING .....	68
8.2.	VERBRANDING .....	69
8.3.	PYROLYSE .....	69
8.4.	OPSCHONING .....	72
	HOOFDSTUK 9. TECHNO-ECONOMISCHE EVALUATIEMETHODE .....	74
9.1.	EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	75
	HOOFDSTUK 10. SCENARIO'S EN TECHNO-ECONOMISCHE EVALUATIE .....	76
10.1.	SIBELCO .....	77
10.2.	MAÏSTROVERGISTING .....	81
10.3.	GFT VERGISTING .....	86
10.3.1.	<i>GFT vergisting - nacompostering digestaat met groenafval (nieuwe composteerder) .....</i>	<i>87</i>
10.3.2.	<i>GFT vergisting - nacompostering digestaat met groenafval (bestaande composteerder) .....</i>	<i>89</i>
10.3.3.	<i>GFT vergisting - scheiding en nacompostering digestaat (nieuwe composteerder) .....</i>	<i>90</i>
10.3.4.	<i>GFT vergisting - scheiding en nacompostering digestaat (bestaande composteerder) .....</i>	<i>91</i>
10.4.	PYROLYSE .....	92
10.5.	INTEGRATIE ECP .....	97
10.5.1.	<i>Integratie vergisting - verbranding .....</i>	<i>97</i>
10.5.1.1.	<i>Verbranding – Vergisting – WKK .....</i>	<i>99</i>
10.5.1.2.	<i>Verbranding – Vergisting – Opschoning en injectie gasnet .....</i>	<i>100</i>
10.5.1.3.	<i>Verbranding – Vergisting – Opschoning transportbrandstof .....</i>	<i>104</i>
10.5.1.4.	<i>Verbranding – Vergisting – Biogasleiding .....</i>	<i>106</i>
10.5.2.	<i>Integratie vergisting – pyrolyse .....</i>	<i>108</i>
10.5.2.1.	<i>Pyrolyse – Vergisting – WKK .....</i>	<i>108</i>
10.5.2.2.	<i>Pyrolyse – Vergisting – Opschoning en injectie gasnet .....</i>	<i>110</i>
10.5.2.3.	<i>Pyrolyse – Vergisting – Opschoning transport .....</i>	<i>112</i>
10.5.2.4.	<i>Pyrolyse – Vergisting – Biogasleiding .....</i>	<i>113</i>
10.6.	SAMENVATTING INTEGRATIE ECP .....	114
10.7.	EVALUATIE EN LEERPUNTEN .....	116
	HOOFDSTUK 11. BEDRIJFSCASE .....	118
11.1.	CONCEPT KEUZE .....	118
11.2.	ONZEKERHEDEN EN RANDVOORWAARDEN .....	120
	HOOFDSTUK 12. ACHTERGRONDGEGEVENS AANGAANDE MILIEU-ASPECTEN .....	121
12.1.	AFBAKENING VAN HET SYSTEM .....	121
12.2.	BIJPRODUCTEN EN ALLOCATIE .....	122
12.3.	METHODOLOGIE EN DATA VOOR MODELLERING .....	122
12.4.	AANNAMES .....	123

12.5.	RESULTATEN.....	124
12.5.1.	<i>Energiebalans en energie-efficiëntie</i> .....	124
12.5.2.	<i>Broeikasgasbalans</i> .....	128
12.6.	CONCLUSIE .....	130
HOOFDSTUK 13.	BESLUIT .....	131
<b>REFERENTIELIJST</b>	.....	<b>132</b>
<b>BIJLAGE A: ENQUÊTE</b>	.....	<b>139</b>

## LIJST VAN TABELLEN

TABEL 1.	DATABRONNEN CRITERIA VERZAMELING MACRO-SCREENING .....	26
TABEL 2.	BESCHIKBARE HOEVEELHEID TAKHOUT .....	41
TABEL 3.	ENERGIEPOTENTIEEL TAKHOUT .....	42
TABEL 4.	AFVOER MAAISEL WATERLOPEN .....	55
TABEL 5.	SAMENVATTING BIOMASSA-INVENTARISATIE .....	56
TABEL 6.	OVERZICHT GECONTACTEERDE BEDRIJVEN ENERGIESTROMEN .....	58
TABEL 7.	ECONOMISCHE PARAMETERS MAÏSSTROVERGISTING .....	83
TABEL 8.	OPERATIONELE KOSTEN GFT VERGISTING MET GROENAFVAL .....	88
TABEL 9.	OPERATIONELE OPBRENGSTEN GFT VERGISTING MET GROENAFVAL .....	88
TABEL 10.	RESULTATEN SENSITIVITEITSANALYSE GFT VERGISTING MET GROENAFVAL .....	89
TABEL 11.	OVERZICHT NAW SCENARIO'S GFT VERGISTING .....	92
TABEL 12.	OPERATIONELE KOSTEN PYROLYSE .....	94
TABEL 13.	OPERATIONELE OPBRENGSTEN PYROLYSE .....	94
TABEL 14.	RESULTATEN SENSITIVITEITSANALYSE PYROLYSE .....	95
TABEL 15.	OVERZICHT NAW AFZONDERLIJKE SCENARIO'S .....	97
TABEL 16.	OVERZICHT NAW INTEGRATIE SCENARIO'S .....	114
TABEL 17.	OVERZICHT NAW INTEGRATIE SCENARIO'S VOOR IDENTIFICEREN VAN SYNERGIEËN .....	116
TABEL 18.	RESULTATEN SENSITIVITEITSANALYSE BEDRIJFSCASE .....	120
TABEL 19.	ENERGIEBALANS BEREKENT VOOR INSTALLATIE INCLUSIEF WARMTE- EN ELEKTRICITEITSPRODUCTIE HOUTGESTOOKTE WKK .....	126
TABEL 20.	SWOT ANALYSE .....	131

## LIJST VAN FIGUREN

FIGUUR 1.	SCHEMATISCHE VOORSTELLING ENERGIECONVERSIEPARK CONCEPT .....	16
FIGUUR 2.	OVERZICHT VIJF ECP LOCATIES .....	17
FIGUUR 3.	TIEN STAPPEN PROCEDURE BELGISCH-LIMBURG .....	21
FIGUUR 4.	PROCESVERLOOP BELGISCH-LIMBURG.....	21
FIGUUR 5.	STAPPENPROCES MACRO-SCREENING .....	22
FIGUUR 6.	CRITERIA MACRO-SCREENING BELGISCH-LIMBURG .....	24
FIGUUR 7.	GIS WEERGAVE FINALE SCORE PER GEMEENTE .....	28
FIGUUR 8.	KRISTALPARK III.....	30
FIGUUR 9.	WEGENNETWERK LOMMEL.....	31
FIGUUR 10.	IJZEREN RIJN .....	32
FIGUUR 11.	POTENTIËLEN BIOMASSA.....	36
FIGUUR 12.	OVERZICHT BOSLAND .....	38
FIGUUR 13.	OVERZICHT BEHEERSTRUCTUUR BOSLAND .....	39
FIGUUR 14.	GEMIDDELDE JAARLIJKSE OPBRENGST STAMHOUT PER BOOMSOORT .....	40
FIGUUR 15.	BESCHIKBARE OPPERVLAKTE VOOR FYTOREMEDIATIE IN DE KEMPEN .....	43
FIGUUR 16.	AANTAL RUNDEREN PER GEMEENTE .....	45
FIGUUR 17.	AANTAL HECTARE KORRELMAÏS TEELT .....	45
FIGUUR 18.	PERCENTAGE OPPERVLAKTE KORRELMAÏSTEELT T.O.V. TOTALE OPPERVLAKTE CULTUURLAND .....	46
FIGUUR 21.	HUIS-AAN-HUIS INZAMELING GFT-AFVAL IN LIMBURG (2011) .....	50
FIGUUR 22.	OVERZICHT INTERCOMMUNALE WERKING IN HET NOORDOOSTEN VAN VLAANDEREN .....	51
FIGUUR 23.	WATERLOPEN IN LIMBURG.....	54
FIGUUR 24.	GEOGRAFISCHE LIGGING BEDRIJVEN ENERGIESTROMEN .....	59
FIGUUR 25.	OVERZICHT ECP CONCEPTEN .....	68
FIGUUR 26.	BIO-OLIE PRODUCTIE EN RAFFINAGE .....	70
FIGUUR 27.	KLASSIEKE OLIE-RAFFINAGE .....	70
FIGUUR 28.	OPSCHONINGSPROCES DYNAMOTIVE .....	71

FIGUUR 29.	TECHNO-ECONOMISCH EVALUATIEMODEL .....	74
FIGUUR 30.	OVERZICHT ECP CONCEPTEN MET SCENARIO'S .....	76
FIGUUR 31.	BESCHIKBARE OPPERVLAKTE SIBELCO OVER DE TIJD .....	78
FIGUUR 32.	ENERGIEVRAAG SIBELCO INGEVULD DOOR BIO-ENERGIE OVER DE TIJD .....	80
FIGUUR 33.	PROCESSTROOM DIAGRAM MAÏSTRO VERGISTING .....	82
FIGUUR 34.	NAW MAÏSTROVERGISTING IN FUNCTIE VAN HOEVEELHEID INPUT EN BIOGASOPBRENGST .....	85
FIGUUR 35.	DUURTIJD FYTOREMEDIATIE MET MAÏSTRO .....	86
FIGUUR 36.	PROCESSTROOM DIAGRAM GFT VERGISTING MET GROENAFVAL (NIEUWE INSTALLATIE) .....	87
FIGUUR 37.	NAW GFT VERGISTING IN FUNCTIE VAN HOEVEELHEID INPUT EN GATE FEE .....	90
FIGUUR 38.	PROCESSTROOM DIAGRAM GFT VERGISTING MET SCHEIDING (NIEUWE INSTALLATIE) .....	90
FIGUUR 39.	PROCESSTROOM DIAGRAM PYROLYSE .....	93
FIGUUR 40.	NAW PYROLYSE IN FUNCTIE VAN PRIJS PYROLYSE-OLIE .....	95
FIGUUR 41.	NAW PYROLYSE IN FUNCTIE VAN HOEVEELHEID AFGEZETTE WARMTE .....	96
FIGUUR 42.	PROCESSTROOM DIAGRAM VERBRANDING – VERGISTING - WKK .....	99
FIGUUR 43.	DRUKREDUCEERSTATIONS IN HET BELGISCHE NET .....	101
FIGUUR 44.	PROCESSTROOM DIAGRAM VERBRANDING – VERGISTING – UPGRADING NET .....	101
FIGUUR 45.	INVLOED PRIJS GROEN GAS EN GATE FEE GFT OP NAW INTEGRATIE VERBRANDING EN OPSCHONING MET GASINJECTIE .....	103
FIGUUR 46.	INVLOED AFSTAND WARMTENET EN PRIJS WARMTE OP NAW INTEGRATIE VERBRANDING EN OPSCHONING MET GASINJECTIE .....	103
FIGUUR 47.	PROCESSTROOM DIAGRAM VERBRANDING – VERGISTING – UPGRADING TRANSPORT .....	104
FIGUUR 48.	INVLOED DIESELPRIJS EN GATE FEE GFT OP NAW INTEGRATIE VERBRANDING - OPSCHONING TRANSPORT .....	105
FIGUUR 49.	PROCESSTROOM DIAGRAM VERBRANDING – VERGISTING - BIOGASLEIDING .....	106
FIGUUR 50.	INVLOED AFSTAND BIOGASNET EN PRIJS BIOGAS OP NAW INTEGRATIE VERBRANDING - BIOGASLEIDING .....	107
FIGUUR 51.	PROCESSTROOM DIAGRAM PYROLYSE – VERGISTING - WKK .....	109
FIGUUR 52.	INVLOED PRIJS PYROLYSE-OLIE EN GATE FEE GFT OP NAW INTEGRATIE PYROLYSE – WKK .....	110
FIGUUR 53.	INVLOED INPUT HOEVEELHEID EN AFSTAND WARMTENETWERK OP NAW INTEGRATIE PYROLYSE – WKK .....	110

FIGUUR 54.	PROCESSTROOM DIAGRAM PYROLYSE – VERGISTING – UPGRADING NET .....	111
FIGUUR 55.	INVLOED PRIJS GROEN GAS EN GATE FEE GFT OP NAW INTEGRATIE PYROLYSE – OPSCHONING NET.....	111
FIGUUR 56.	PROCESSTROOM DIAGRAM PYROLYSE – VERGISTING – UPGRADING TRANSPORT .....	112
FIGUUR 57.	PROCESSTROOM DIAGRAM PYROLYSE – VERGISTING - BIOGASLEIDING .....	113
FIGUUR 58.	INVLOED PRIJS BIOGAS EN AFSTAND BIOGASNET OP NAW INTEGRATIE PYROLYSE – BIOGASLEIDING.....	113
FIGUUR 59.	OVERZICHT NAW INTEGRATIE SCENARIO'S.....	115
FIGUUR 60.	OVERZICHT NAW INTEGRATIE SCENARIO'S MET EN ZONDER GFT-COMPOSTEERINSTALLATIE.....	115
FIGUUR 61.	PROCESSTROOM DIAGRAM VERBRANDING – VERGISTING - WKK .....	118
FIGUUR 62.	ENERGIEBALANS – FOSSIEL (FER) EN PRIMAIR (NER) – VOOR HET VERGISTEN EN NACOMPOSTEREN VAN GFT, MAAISEL EN PRODUCTIE VAN ENERGIE MET BIO-WKK UITGEDRUKT ALS TOTAAL JAARLIJKSE ENERGIEVERBRUIK IN MJ EN PER MJ WARMTE.....	127
FIGUUR 63.	BROEIKASGASBALANS VOOR HET VERGISTEN EN NACOMPOSTEREN VAN GFT, MAAISEL EN GROENAFVAL, EN DE BIOGAS-WKK IN TOTALE JAARLIJKSE CO <sub>2</sub> EQ. EMISSIES EN PER G CO <sub>2</sub> EQ. PER MJ WARMTE.....	129

## LIJST VAN AFKORTINGEN

AHP	Analytisch Hiërarchisch Proces
ANB	Agentschap Natuur en Bos
BEF	Biomass Expansion Factor
CEPCI	Chemical Engineering Plant Cost Index
ds	Droge Stof
ECP	EnergieConversiePark
GFT	Groente-, Fruit- en Tuinafval
GIMV	Gewestelijke Investeringsmaatschappij voor Vlaanderen
GIS	Geografisch Informatie Systeem
GSC	Groenestroom Certificaten
IMJV	Integraal Milieu Jaarverslag
IOK	Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor de Kempen
IR	Interne Rendementsvoet
LOC	Lommelse Ondernemers Club
LRM	Limburgse Reconversie Maatschappij
MCA	Multi-Criteria Analyse
MER	Milieu-Effecten Rapport
NAW	Netto Actuele Waarde
NWWZ	Niet werkende Werkzoekenden
oba	Organisch Biologisch Afval
POM	Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij
SALK	Strategisch Actieplan Limburg in het Kwadraat
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
vs	Verse stof
VTVT	Verdisconteerde TerugVerdienTijd
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKKC	Warmtekracht Certificaten

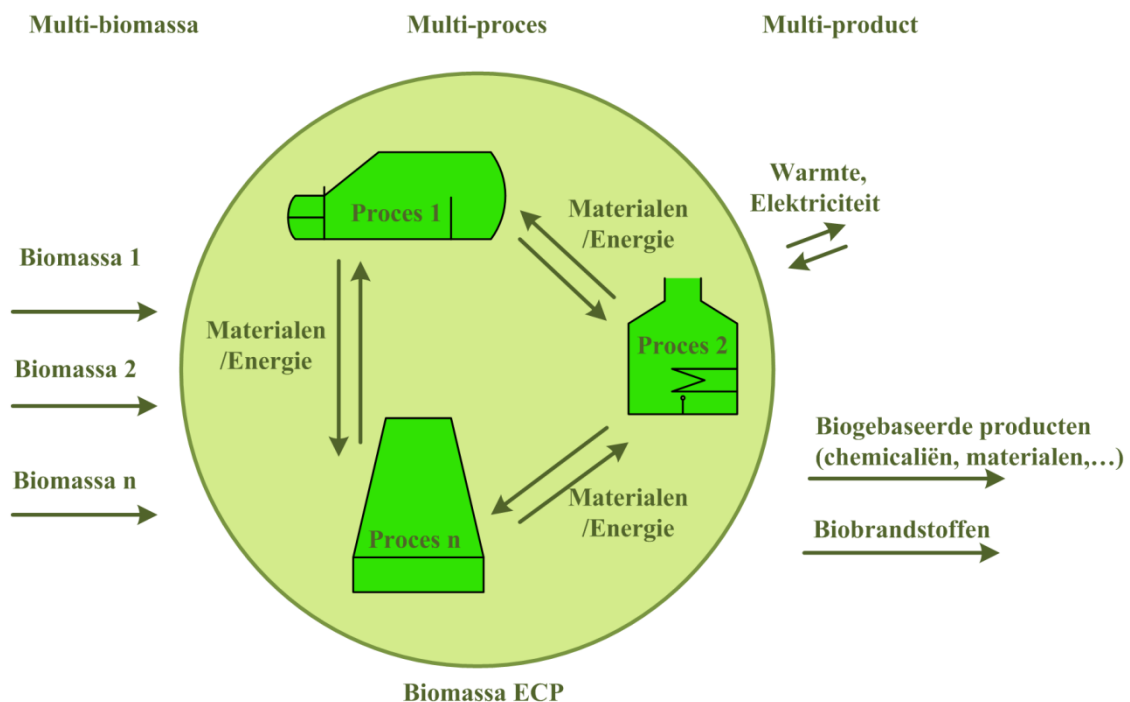


## INLEIDING

Een EnergieConversiePark wordt binnen het project omschreven als<sup>1</sup>:

*'Een synergetische, multi-dimensionale biomassa verwerkingssite waarbij een sterk geïntegreerde combinatie van conversietechnologieën een veelheid aan regionale biomassa(rest)stromen verwerkt tot energie en materialen.'*

Momenteel worden veelal mono-dimensionale installaties gebruikt die ontworpen zijn voor één specifieke vorm van biomassa en één specifieke output. Hierdoor wordt de biomassa niet altijd optimaal benut. Door het slim en energetisch optimaal combineren van biomassa conversietechnieken wordt getracht om een meer efficiënte en kosteneffectieve oplossing te bieden. Daarnaast worden voordelen bereikt op het gebied van logistiek door de focus te leggen op regionaal beschikbare stromen (*i.e.* biomassa uit een straal van ca. 30 km) die omgezet worden naar energie (bijvoorbeeld elektriciteit, warmte, biobrandstoffen) of producten die in de directe omgeving afgezet kunnen worden. Bovendien wordt de focus voornamelijk gelegd op biomassa reststromen of met andere woorden stromen die momenteel moeilijk te gebruiken zijn. Een visuele weergave van een ECP wordt gegeven in onderstaande figuur.



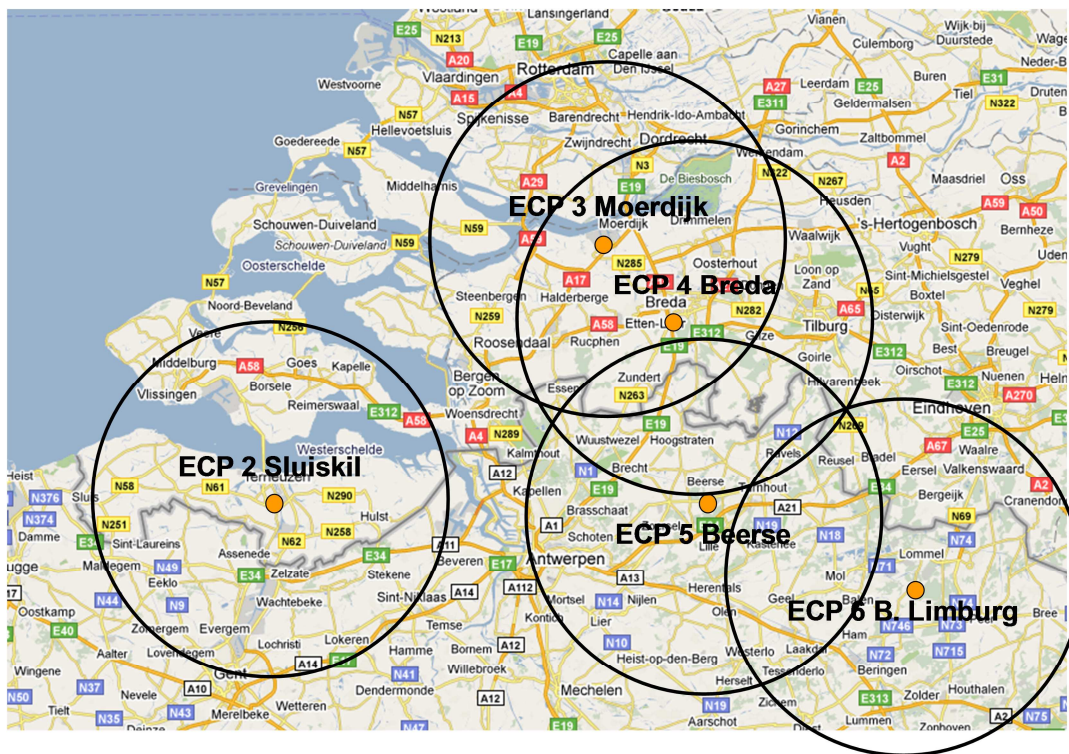
Figuur 1. Schematische voorstelling EnergieConversiePark concept

Het EnergieConversiePark project is een Interreg project IVa, gestart in april 2010 en lopende tot maart 2014. Het project wordt uitgevoerd door een consortium van Nederlandse en Belgische partners:

<sup>1</sup> Van Dael M et al. A techno-economic evaluation of a biomass energy conversion park. Appl Energy (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.071>.

- VITO (België)
- Universiteit Hasselt (België)
- Avans Hogeschool (Nederland)
- Hogeschool Zeeland (Nederland)
- Wageningen Universiteit (Nederland)

Binnen het project worden vijf cases (drie in Nederland en twee in Vlaanderen) ontwikkeld tot en met de business case. De implementatie valt buiten de scope van het project. Wel is het de bedoeling om de concepten zodanig te ontwikkelen dat ze ter realisatie opgepikt kunnen worden door marktpartijen. Een overzicht van de locaties van de verschillende cases wordt gegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Overzicht vijf ECP locaties

Voor de case in Belgisch-Limburg zijn Universiteit Hasselt (coördinator en economisch luik) en VITO (technisch luik) verantwoordelijk. Bij de start van deze case was, in tegenstelling tot de andere cases, nog geen exacte locatie vastgelegd. Een ander kenmerkend element voor deze case is de aandacht voor eventuele valorisatie van biomassa afkomstig van fyto-remediatie (*i.e.* het gebruik van planten om vervuilde gronden te saneren). Dit omdat in de grensoverschrijdende Kempense regio (Provincies Antwerpen en Limburg in België en Noord-Brabant in Nederland) een historische vervuiling bestaat met zware metalen (voornamelijk cadmium).

Voor de case Belgisch-Limburg, net als voor de andere cases, werd een tien stappen procedure opgesteld. Het eerste hoofdstuk bespreekt de gebruikte tien stappen methode in zijn geheel. De hoofdstukken 2 tot 11 zullen elke stap in meer detail bespreken. HOOFDSTUK 2 gaat dieper in op de locatieselectie. HOOFDSTUK 3 bespreekt hoe lokale ondersteuning gecreëerd wordt. Vervolgens bespreken HOOFDSTUK 4 en HOOFDSTUK 5 de inventarisatie van de biomassa bronnen en het energie potentieel en lokale vraag respectievelijk. HOOFDSTUK 6 gaat dieper in op het matchmaking proces. Daarna wordt in HOOFDSTUK 7 het doel en nut van de klankbordgroep besproken. HOOFDSTUK 8 omvat meer informatie omtrent de concepten. In HOOFDSTUK 9 wordt de techno-economische evaluatie methode uitgelegd. HOOFDSTUK 10 omvat meer uitleg omtrent de scenario's. HOOFDSTUK 11 bespreekt de bedrijfscase. Daarna omvat HOOFDSTUK 12 meer informatie omtrent milieuaspecten om de duurzaamheid van het lokale concept te analyseren. Het rapport wordt afgesloten met het besluit.

## HOOFDSTUK 1. TIEN STAPPEN PROCEDURE

---

In dit hoofdstuk wordt een korte samenvatting gegeven van elk van de tien stappen uit de gevolgde procedure.

Het implementatieproces van een biomassa ECP is vaak lang en verloopt niet altijd even optimaal. Bij elke stap kan een technisch en economisch haalbaar project vertraagd of zelfs afgewezen worden. Daarom werd in het project een stapsgewijze procedure voorgesteld om de kans op acceptatie te maximaliseren<sup>2</sup>. Hoewel elk van de vijf cases vertrok vanuit een specifieke lokale situatie, evolueerde elke case naar deze tien stappen. We merken hierbij ook op dat het voorgestelde proces eveneens toegepast kan worden in andere projecten met een lokaal karakter.

(1) De eerste stap in het proces is het identificeren van een optimale locatie. Vaak wordt initieel een groter gebied in overweging genomen en wordt op basis van ervaring en gevoel hieruit een specifieke locatie geselecteerd. Een gedetailleerde analyse van elke locatie is immers niet mogelijk. Toch kan via de macro-screening een meer onderbouwde keuze gemaakt worden (zie HOOFDSTUK 2).

(2) De tweede stap is de start van een meer gedetailleerde screening die uitgevoerd zal worden in het gekozen, meer beperkte gebied uit stap 1. Eerst worden lokale stakeholders geconsulteerd om meer ondersteuning te verkrijgen. Zo worden bijvoorbeeld lokale overheden en industrie gecontacteerd om hen enerzijds op de hoogte te stellen van de ideeën en anderzijds om hun interesse na te gaan. Afhankelijk van het doel van een overleg kan een andere vorm gekozen worden (zie HOOFDSTUK 3).

(3) In de derde stap wordt een inventarisatie van de lokale biomassastromen gemaakt. Voor een biomassa ECP is het belangrijk dat deze regionaal beschikbaar en momenteel moeilijk afzetbaar zijn. De belangrijkste biomassabronnen voor een ECP kunnen onderverdeeld worden in vier categorieën: afval, landbouw, bos en industrie (zie HOOFDSTUK 4).

(4) Naast de biomassa-inventarisatie uit stap 3, wordt in stap 4 een inventarisatie gemaakt van de lokale energievraag. Belangrijk binnen een biomassa ECP is de valorisatie van warmte dat resulteert uit een aantal conversieprocessen. Elektriciteit kan steeds op het net geïnjecteerd worden, maar voor warmte is het veel moeilijker om deze zo efficiënt mogelijk af te zetten (zie HOOFDSTUK 5).

Het resultaat van de vorige twee stappen is een goede inventarisatie van de potentiële biomassa en zijn bio-energie potentieel en van de lokale warmtevraag en/of aanbod.

---

<sup>2</sup> Guisson R., *et al.* A bio-energy conversion park in the province of Limburg (Belgium) - an economic viability check of a biomass utilization concept for bio-energy. In: 20th European Biomass Conference & Exhibition, Milano, Italy, 18-22 June 2012.

(5) In de vijfde stap wordt getracht om een match te vinden tussen het lokale biomassa potentieel en de lokale energievraag/aanbod. Er wordt gezocht naar de optimale uitwisseling van bio-energie en materiaal stromen, zowel binnen een ECP als tussen een ECP en zijn omgeving (zie HOOFDSTUK 6).

(6) Vervolgens wordt in de zesde stap een klankbordgroep samengesteld uit lokale, geïnteresseerde partijen die een actieve rol willen spelen in de realisatie van een biomassa ECP. De keuze van deze partijen is erg belangrijk doordat zij in het vervolg van het traject een grote impact zullen hebben bij het nemen van beslissingen (zie HOOFDSTUK 7).

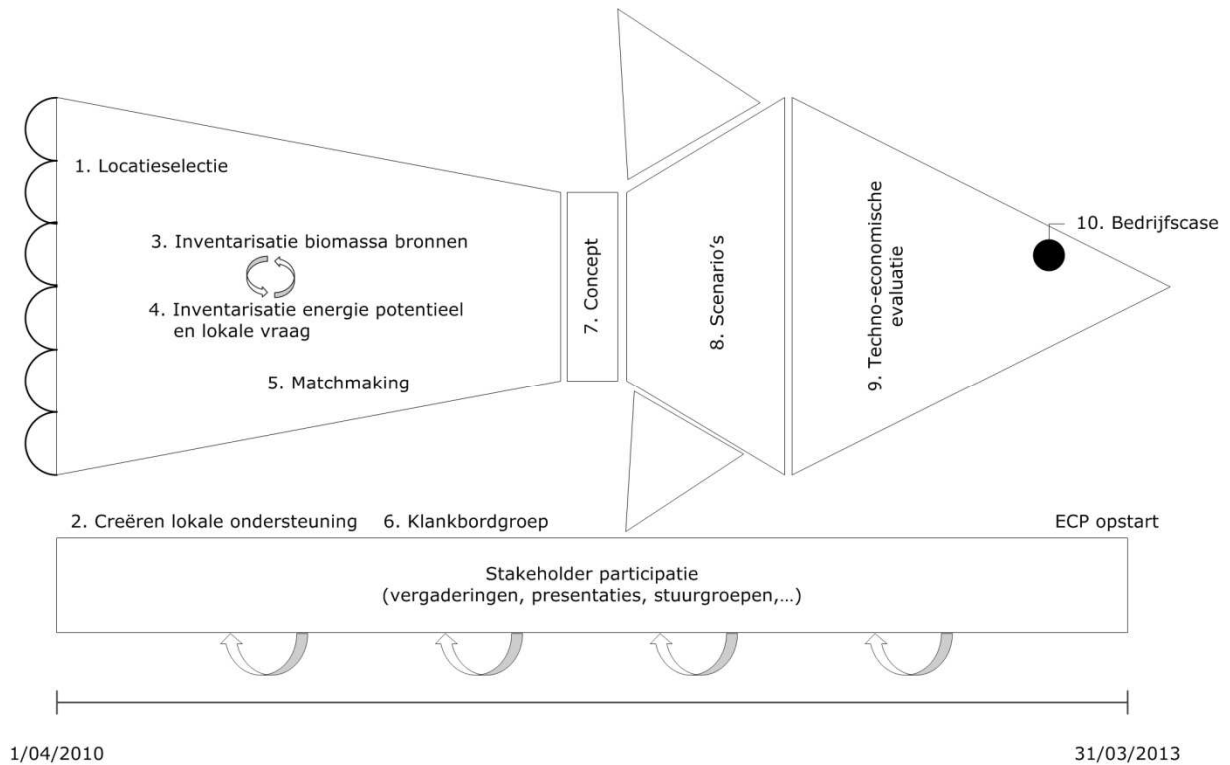
(7) Na het opstellen van de klankbordgroep, worden in de volgende stap een beperkt aantal biomassa ECP concepten opgesteld in samenspraak met deze klankbordgroep. De concepten zijn gebaseerd op de informatie die verzameld werd in de eerdere stappen (zie HOOFDSTUK 8).

(8) Door de klankbordgroep worden de voor hen meest interessante concepten gekozen en kunnen een aantal scenario's opgesteld worden. Dit zijn varianten op de basisconcepten. Hierdoor eindigt deze stap met opnieuw een breder aantal mogelijkheden (zie HOOFDSTUK 10).

(9) In stap negen wordt elk scenario onderworpen aan een techno-economische evaluatie om na te gaan welke technisch en economisch het meest interessant is. Op basis van deze resultaten kan een scenario gekozen worden voor verdere implementatie en zal de laatste stap van de procedure doorlopen worden. Het aantal opties wordt in deze stap opnieuw sterk gereduceerd (zie HOOFDSTUK 9).

(10) Tot slot moet voor het gekozen scenario nagegaan worden wat de rol van de verschillende partijen zal zijn. Verder moet nagedacht worden over het communicatieplan met de omgeving. Het belang van dit communicatieplan mag niet onderschat worden. Zelfs in deze fase van het proces kan als gevolg van een lokaal protest, het implementatieproces nog falen. Het resultaat van deze laatste stap is een volledig ontwikkeld businessplan waarvan de techno-economische haalbaarheid nagegaan werd en dat opgenomen kan worden door investeerders (zie HOOFDSTUK 11).

Zoals aangegeven, wordt in het implementatieproces vertrokken vanuit een breed aantal opties om te werken naar een beperkt aantal potentiële concepten. Daarna verbreed het aantal mogelijkheden opnieuw door het definiëren van scenario's. Tot slot wordt dit aantal opnieuw sterk gereduceerd tot een of een beperkt aantal business cases. Wanneer we dit visueel gaan voorstellen, bekomen we de vorm van een vis, zoals weergegeven in Figuur 3. Belangrijk is dat tijdens het hele implementatieproces de communicatie met de stakeholders goed opgevolgd wordt zodat de kans op acceptatie van het bekomen business plan, groter is. Dit kan via verschillende communicatiemethoden bereikt worden, bijvoorbeeld: één-op-één overleg, stuurgroep, presentaties,... Echter dit heeft ook tot gevolg dat tijdens elke fase van het proces als gevolg van nieuwe informatie, opnieuw een stap teruggezet moet worden. Bovendien kunnen sommige stappen parallel uitgevoerd worden.



Figuur 3. Tien stappen procedure Belgisch-Limburg

Voor de case Limburg wordt in Figuur 4 op een GANTT diagram het procesverloop in de tijd weergegeven. Hieruit kan ook geconcludeerd worden dat voornamelijk de eerste 4 stappen veel tijd vragen. Daarnaast is duidelijk zichtbaar dat verschillende stappen gelijktijdig uitgevoerd worden.

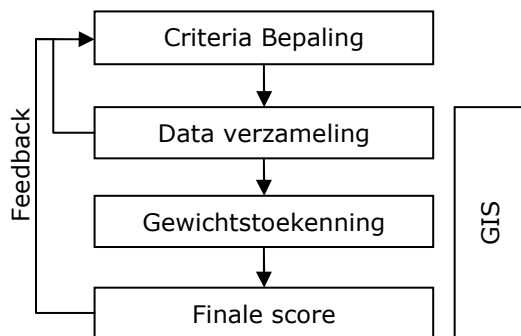
ID	TAAKNAAM	DUUR	Q2 10		Q3 10		Q4 10		Q1 11		Q2 11		Q3 11		Q4 11		Q1 12		Q2 12		Q3 12		Q4 12		Q1 13					
			apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt				
1	Locatieselectie	260d	[Blue bar from start to Q1 11]																											
2	Creëren lokale ondersteuning	286d	[Blue bar from start to Q2 12]																											
3	Inventarisatie biomassa bronnen	354d	[Blue bar from start to Q3 12]																											
4	Inventarisatie energie potentieel en lokale vraag	354d	[Blue bar from start to Q3 12]																											
5	Matchmaking	177d	[Blue bar from Q3 11 to Q1 12]																											
6	Klankbordgroep	303d	[Blue bar from start to Q1 12]																											
7	Concept	96d	[Blue bar from Q1 12 to Q2 12]																											
8	Scenario's	30d	[Blue bar from Q3 12 to Q4 12]																											
9	Techno-economische evaluatie	82d	[Blue bar from Q4 12 to Q1 13]																											
10	Bedrijfsfase	62d	[Blue bar from Q1 13 to Q2 13]																											

Figuur 4. Procesverloop Belgisch-Limburg

## HOOFDSTUK 2. LOCATIESELECTIE

Zoals vermeld in de inleiding was er bij de start van het project voor de case in Belgisch-Limburg geen exacte locatie op voorhand vastgelegd. Om de keuze voor een potentieel interessante locatie op een efficiënte wijze aan te pakken, werd een 'macro-screening' uitgevoerd over de hele provincie<sup>3</sup>. Na de macro-screening werd een meer gedetailleerde 'micro-screening' uitgevoerd in de gekozen regio. In dit hoofdstuk wordt de gebruikte 'macro-screening' methode verder besproken. De 'micro-screening' methode wordt later in het rapport behandeld.

Aan de hand van een 'macro-screening' wordt het aantal potentieel interessante locaties op basis van een ruwe inschatting gereduceerd. Een 'macro-screening' wordt uitgevoerd aan de hand van een aantal stappen (zie Figuur 5). Eerst wordt bepaald op basis van welke criteria een locatie beoordeeld kan worden. Daarna wordt er informatie verzameld, wat een bepaalde score geeft voor ieder criterium. Aan de verschillende criteria worden ook gewichten toegekend. Niet elk criterium is immers even belangrijk in de eindbeoordeling. De score en het gewicht worden vermenigvuldigd ter vorming van een eindscore. Hoe hoger de eindscore, hoe interessanter de locatie. Deze multi-criteria analyse (MCA) kan bovendien gecombineerd worden met een geografisch informatie systeem (GIS). De verschillende stappen kunnen parallel lopen en als gevolg van continu leren tijdens het proces zullen vele fasen opnieuw uitgevoerd worden. Een verdere uitwerking van de verschillende stappen van de 'macro-screening' wordt gegeven in onderstaande paragrafen.



Figuur 5. Stappenproces macro-screening

### 2.1. Criteria bepalen

Om te beoordelen of een locatie in aanmerking komt voor het plaatsen van een ECP wordt gebruik gemaakt van een aantal criteria. Het is aan te bevelen deze te laten opstellen door een panel van experts. Door experts met een verschillende achtergrond reeds vroeg in het proces te betrekken, is het enerzijds mogelijk om meer informatie te verzamelen en is anderzijds de kans op aanvaarding van de finale beslissing groter.

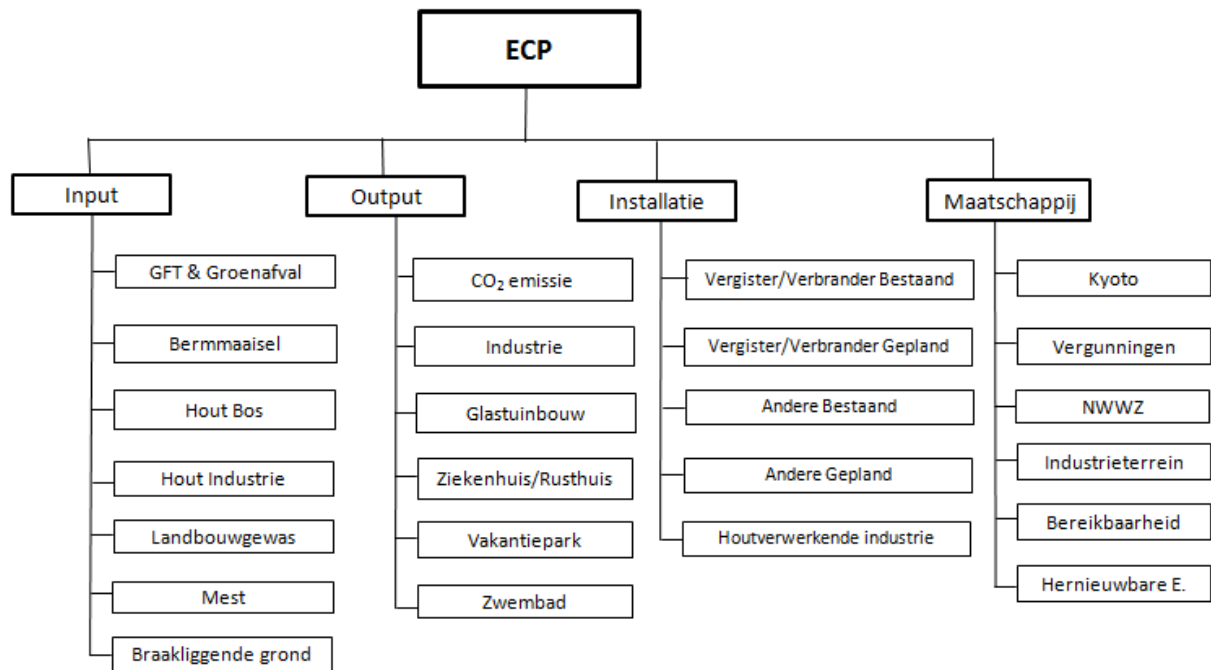
<sup>3</sup> Van Dael M, Van Passel S, Pelkmans L, Guisson R, Swinnen G, Schreurs E. Determining Potential Locations for Biomass Valorization using a Macro Screening Approach. Biomass Bioenerg 2012;45:pp.175-186.

Het aantal criteria dat nodig is voor de analyse uit te voeren is erg situatiegebonden. Bovendien is het niet mogelijk om op een formele wijze te bepalen wanneer het aantal criteria voldoende is, er kan slechts gebruik gemaakt worden van de eigen ervaring en intuïtie.

Voor de Belgisch-Limburgse case werd, na een expert meeting met tien experts, geopteerd voor de volgende vijf maatstaven: input, output, interesse en voorwaarden maatschappij, interesse private partijen en bestaande/geplande toepassingen. Het niet voldoen aan één of meerdere criteria leidt niet onmiddellijk tot uitsluiting van de locatie. Het criterium input omvat een screening van de (potentieel) beschikbare inputstromen. Er wordt in het kader van fyto-remediatie voornamelijk aandacht besteed aan energiegewassen, maar ook eventueel andere (mogelijk gecontamineerde) stromen zoals bermmaaisel en restproducten uit de land- en bosbouw. Onder het criterium output wordt nagegaan welke potentiële warmteafnemers er aanwezig zijn en hoeveel warmte er gevraagd wordt. De interesse en voorwaarden van de maatschappij gaat na of steden en gemeenten toelaten een ECP te plaatsen. Onder interesse private partijen wordt een inschatting gemaakt van mogelijke investeerders of technologieleveranciers/beheerders. Het criterium bestaande/geplande toepassingen omvat installaties die op dit moment (of in de nabije toekomst) gebruikt (zullen) worden voor het verwerken van bepaalde vormen van biomassa.

De initiële keuze van criteria vormt slechts een startpunt waarin de nodige flexibiliteit moet ingebouwd worden. Zo kunnen in de loop van het proces onder andere subcriteria gevormd worden en kunnen bepaalde criteria wegvallen of verschoven worden. In de Belgisch-Limburgse case wordt bijvoorbeeld het criterium input opgesplitst in zeven subcriteria, namelijk GFT en groenafval, bermmaaisel, landbouwgewassen, hout uit industrie, hout uit bossen, mest en energiegewassen. Het criterium interesse private partijen wordt verschoven naar de micro-screening. Dit werd besloten omdat investeerders over het algemeen niet geografisch gebonden zijn. Investeerders beoordelen projecten op basis van de winstgevendheid en ze kiezen dus dat project met de hoogste slaagkans zonder rekening te houden met de ligging. Bepaalde investeringsmaatschappijen zijn wel geografisch gebonden (bijvoorbeeld op Vlaams (GIMV) of Limburgs niveau (LRM)) maar zelden op gemeentelijk niveau. Een overzicht van de criteria die gebruikt worden in de Belgisch-Limburgse case wordt gegeven in Figuur 6.





Figuur 6. Criteria macro-screening Belgisch-Limburg

## 2.2. Informatie verzamelen

Na het bepalen van de criteria kunnen gegevens per maatstaf verzameld worden. In de macro-screening gebeurt dit op een 'ruwe' wijze. Dit betekent dat de informatie gezocht wordt via direct beschikbare bronnen zoals openbare rapporten en databases, artikels, projecten, internet, ... Wanneer het vinden van bepaalde gegevens te veel tijd vraagt of persoonlijk contact vereist is, behoort deze informatie in principe tot de micro-screening. Er moet steeds een afweging gemaakt worden tussen de tijd die nodig is voor het verzamelen van gegevens en de extra waarde die deze informatie zou opleveren.

Voor de Belgisch-Limburgse case wordt informatie verzameld per Limburgse gemeente. Doordat de gegevens meestal op Vlaams niveau uitgegeven worden, moet men deze eerst nog *down-scalen* naar het gemeentelijk niveau. Voor sommige criteria zoals bijvoorbeeld 'bestaande/geplande toepassingen' kan informatie gevonden worden op het niveau van adressen. Indien gebruik gemaakt wordt van MCA in de beoordeling van een locatie, moet deze locatie op meerdere criteria beoordeeld kunnen worden. Het is daarom belangrijk om de gegevens te groeperen tot een niveau waarvoor data beschikbaar is voor elk criteria. Dit is bijvoorbeeld mogelijk op het niveau van gemeenten, maar niet adressen omdat deze vaak maar informatie over één criterium bevatten. Wanneer MCA gecombineerd wordt met GIS is het wel mogelijk, zelfs aan te raden, om op een lager niveau zoals adressen te werken. Met GIS is het immers mogelijk om op meerdere niveaus tegelijkertijd te werken (bijvoorbeeld oppervlakte gemeente, adres, oppervlakte industrieterrein,...).

Op elk niveau kan een aparte kaart gemaakt worden en deze kunnen gecombineerd worden tot één geografische kaart. Deze gecombineerde geografische kaart laat toe om elk punt op de kaart te beoordelen op elk van de criteria.

In Tabel 1 wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste databronnen waaruit informatie gehaald werd voor de case in Belgisch-Limburg. Voor het criterium input werden voornamelijk rapporten en databases gebruikt van overheden en projecten zoals bijvoorbeeld 'Inventarisatie biomassa 2007-2008' (OVAM, 2010), de landbouwenquête van mei 2009 (FOD Economie, 2009), registratie van GFT en groenafval (jaarverslag Limburg.net, 2009),... Koepelorganisaties (Unizo, Voka, Boerenbond,...) en sectorgegevens geven informatie omtrent de maatstaf output. Bestaande/geplande installaties kunnen teruggevonden worden via onder andere data-sets, VREG, nieuwsberichten,... Het criterium interesse en voorwaarden maatschappij is minder eenduidig in te schatten zonder de gemeentes rechtstreeks te contacteren. Er moet hier gewerkt worden met *proxies* zoals bijvoorbeeld het ondertekenen van het lokaal Kyotoprotocol, bestaande vergunningen,...

Aangezien het gaat om een ruwe informatieverzameling zullen de verzamelde gegevens niet volledig zijn. Dit is ook niet noodzakelijk, de cijfers moeten enkel een goede indicatie geven van de realiteit. Maar hoe meer gegevens verzameld kunnen worden, hoe groter de kans zal zijn dat de ideale locatie zich onder de gevonden locaties bevindt.

Tabel 1. Databronnen criteria verzameling macro-screening

<b>Input</b>			
GFT & Groenafval <sup>1</sup>	GFT en groenafval (ton)	Landbouwgewas <sup>8</sup>	Landbouwgrond toegewijd aan agrarische gewassen (ha)
Bermmaaisel <sup>2,3,4</sup>	Bermmaaisel (ton)	Mest <sup>8,9</sup>	Mest van varkens, vee en kippen (ton)
Hout bos <sup>5,6</sup>	Oppervlakte bos (ha)	Braakliggende grond <sup>8</sup>	Oppervlakte braakliggende grond (ha)
Hout industrie <sup>7</sup>	Houtverwerkende bedrijven (#)		
<b>Output</b>			
CO <sub>2</sub> emissie <sup>10</sup>	Hoeveelheid CO <sub>2</sub> emissierechten (ton CO <sub>2</sub> )	Ziekenhuis/Rusthuis <sup>12,13</sup>	Bedden (#)
Industrie <sup>11</sup>	Brouwerijen, voedselindustrie en meubelbedrijven (#)	Vakantiepark <sup>14</sup>	Vakantiehuizen (#)
Glastuinbouw <sup>8</sup>	Oppervlakte glastuinbouw (ha)	Zwembad <sup>15</sup>	Binnen, verwarmde buiten, en tropische zwembaden (#)
<b>Bestaande/geplande installaties</b>			
Vergister/verbrander bestaand <sup>16</sup>	Geïnstalleerd vermogen (kW)	Andere gepland <sup>17</sup>	Geplande bio-olie, bio-stoom, compost en torrefactie installaties (#)
Vergister/verbrander gepland <sup>16</sup>	Gepland vermogen (kW)	Houtverwerkende industrie <sup>7,11</sup>	Houtzagerijen (#)
Andere bestaand <sup>17</sup>	Bestaande bio-olie, bio-stoom, compost en torrefactie installaties (#)		
<b>Interesse en voorwaarden maatschappij</b>			
Kyoto <sup>18</sup>	Ondertekend (ja-nee)	Industrieterrein <sup>11</sup>	Oppervlakte industrieterrein (ha)
Vergunningen <sup>16</sup>	Toegekende vergunningen biomassa-energie projecten (#)	Bereikbaarheid <sup>2,4</sup>	Afstand waterwegen en provincie- en autosnelwegen (km)
NWWZ <sup>19</sup>	Niet-werkende werkzoekenden (#)	Hernieuwbare energie <sup>16</sup>	Hoeveelheid geïnstalleerd vermogen (zon, wind en biomassa) (kW)
<b>Bronnen:</b>			
1 www.limburg.net		11 POM Limburg	
2 FOD economie 'lengte van het wegennet'		12 website ziekenhuizen	
3 CMK Uhasselt		13 www.derusthuizen.be	
4 NV De Scheepvaart		14 www.toerismelimburg.be	
5 AGIV		15 http://zwembad.injebuurt.be	
6 www.bosgroepen.be		16 VREG	
7 www.handelskids.be		17 website installatie	
8 FOD economie 'landbouwenquête'		18 Bond Beter Leefmilieu	
9 MIRA		19 VDAB	
10 www.lne.be			

### 2.3. Gewichten bepalen

De verzamelde informatie wordt uitgedrukt als een score per locatie en per criterium. Doordat deze scores uitgedrukt zijn in verschillende eenheden, is het niet mogelijk deze met elkaar te vergelijken. Daarom moeten de scores nog genormaliseerd worden. Voor deze normalisatie werd de 'min-max methode' gebruikt. Hierbij worden de scores voor een bepaald criterium per locatie gedeeld door de maximale score die voorkomt voor dat criterium. Het resultaat is een score tussen 0 en 1 per locatie en per criterium. Ondanks dat de uiteindelijke scores dimensieloos zijn, is het toch zeer belangrijk om duidelijk weer te geven hoe een bepaald criterium gemeten wordt.

Er worden gewichten toegekend aan de verschillende criteria om aan te geven hoe zwaar een bepaald criterium doorweegt in de eindbeoordeling. Er zijn verschillende multi-criteria analyse methodes die hiervoor gebruikt kunnen worden. In de literatuur kan teruggevonden worden dat het analytische hiërarchisch proces (AHP) en *outranking* methodes de meest populaire zijn. Deze werden dan ook toegepast in de Belgisch-Limburgse case. In de case werd verder nog gebruik gemaakt van directe gewichtstoekenning. In de literatuur wordt aangeraden om meerdere MCA methoden te gebruiken omdat het niet mogelijk is om één methode aan te duiden als zijnde de beste. Voor alle methodes wordt opnieuw aanbevolen om een panel van experts in te schakelen, bij voorkeur hetzelfde panel als voor het bepalen van de criteria omdat de kans op acceptatie van het resultaat groter zal zijn. Er moet wel opgemerkt worden dat er risico is voor sturing. Deze sturing kan in goede banen geleid worden wanneer experts goed weten waarvoor de gewichten gebruikt worden en wat de implicaties hiervan kunnen zijn. Bovendien zijn MCA methoden speciaal ontwikkeld om voorkeuren op een gestructureerde wijze weer te geven. Door informatie te verzamelen over de achtergrond van de experts (bijvoorbeeld expertise, functie, sector,...) is het mogelijk om de resulterende gewichten beter te interpreteren.

Voor de Belgisch-Limburgse case werden gewichten toegekend door 25 experts, waaronder de 10 experts die eerder de criteria opstelden. Doordat de mening van elke expert als even waardevol beschouwd werd, kregen ze allemaal hetzelfde gewicht toegekend. Verder werd niet gecorrigeerd voor *outliers* omdat er geen reden is om te twifelen aan de correctheid van de mening van een expert. De experts kregen enkele additionele vragen over hun achtergrond: woonplaats (België/Nederland), expertise, sector, functie en welke biomassa-soort het meest gerelateerd is aan hun functie.

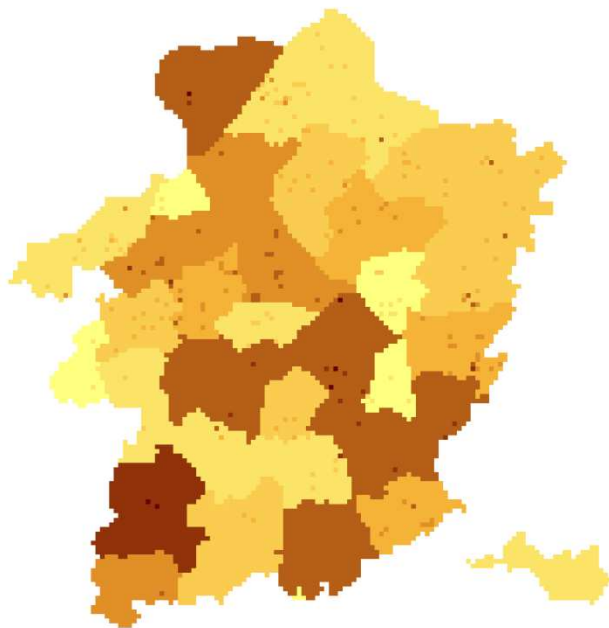
### 2.4. Finale score

Door de scores per locatie en per criterium te vermenigvuldigen met de respectievelijke gewichten van de criteria wordt een eindscore per locatie bekomen. Hoe hoger de eindscore is, hoe interessanter de locatie. In de Belgisch-Limburgse case wordt, zoals eerder vermeld, de informatie verzameld per gemeente. De eindscore geeft daarom aan welke gemeente het meest in aanmerking komt voor het plaatsen van een ECP.

## 2.5. Geografisch Informatie Systeem

Multi-criteria analyse kan gecombineerd worden met een geografisch informatie systeem (GIS). Op deze manier wordt een visueel overzicht gegeven van de gevonden informatie en kan dit de expertbeoordeling faciliteren. Er kan immers beter rekening gehouden worden met omliggende gebieden. Een gebied dat op het eerste zicht interessant is, kan toch minder aantrekkelijk zijn indien de buurtgebieden geen potentieel hebben.

Via GIS is het mogelijk om GIS kaarten te genereren voor elk van de criteria. Het is interessant om verschillende kaarten te maken per criterium, subcriterium,... zodat deze gemakkelijk toegevoegd of weggelaten kunnen worden. Er moet echter rekening gehouden worden met de tijd die het maken van één kaart vergt. Voor de case Belgisch-Limburg werd gekozen om de data weer te geven via rasterdata met een celgrootte van 500 m x 500 m. De criteria input en interesse maatschappij worden voorgesteld op het niveau van de gemeente. Omdat warmte niet getransporteerd kan worden over grote afstanden, worden potentiële warmteverbruikers (criterium output) weergegeven via adresgegevens. Ook het criterium bestaande/geplande installaties wordt weergegeven op adresniveau. Uitbreiding van bestaande installaties of het combineren van verschillende installaties kan enkel op die locatie. In onderstaande figuur wordt de resulterende kaart voor Belgisch-Limburg weergegeven. Hoe donkerder de cel, hoe interessanter deze is.



Figuur 7. GIS weergave finale score per gemeente

Na het afronden van de *macro-screening* wordt het beperkt aantal gekozen locaties verder onderzocht in een *micro-screening*. In deze fase van het proces worden relevante instanties, personen, projecten,... persoonlijk gecontacteerd. Specifieke informatie kan bekomen worden via bijvoorbeeld enquêtes, interviews,... Deze fase in het proces wordt beschreven in het volgende hoofdstuk.

## HOOFDSTUK 3. CREËREN LOKALE ONDERSTEUNING

---

In dit hoofdstuk wordt verder toegelicht hoe op basis van de macro-screening een specifieke locatie gekozen wordt en lokale ondersteuning gecreëerd wordt.

Deze stap is de start van een meer gedetailleerde screening in het gekozen gebied uit stap 1 van de implementatieprocedure. Eerst worden lokale belanghebbenden zoals lokale overheden en industrie geconsulteerd. Op deze manier wordt een participatief proces opgestart om zo de lokale acceptatie en het vertrouwen te kunnen vergroten. Belangrijk is dat dit reeds vroeg in het proces gebeurt. Hierbij is het ook van belang dat niet enkel ondersteunende stakeholders, maar ook stakeholders met een eerder negatieve houding tegenover het project geïdentificeerd worden. Deze laatste kunnen immers het implementatieproces voortdurend hinderen. Het creëren van lokale ondersteuning is geen eenmalige actie binnen het gehele proces. Stakeholders moeten gedurende het hele verloop betrokken blijven zodat rekening gehouden kan worden met opportuniteiten en eventuele bezorgdheden die door hen aangegeven worden. Dit is een tijdrovende activiteit die vaak vergeten wordt in projecten, maar daarom niet minder belangrijk is.

### 3.1. Keuze locatie en creëren lokale ondersteuning voor Belgisch-Limburg

Na het uitvoeren van de macro-screening in Limburg werd gekozen om verder te gaan in de regio van Lommel. Deze keuze werd onder andere gemaakt door de relatief hoge score van Lommel, het potentieel aan bosgebied, ook in naburige gemeenten, en de nabijheid van landelijke en bosrijke gebieden net over de grens met Nederland.

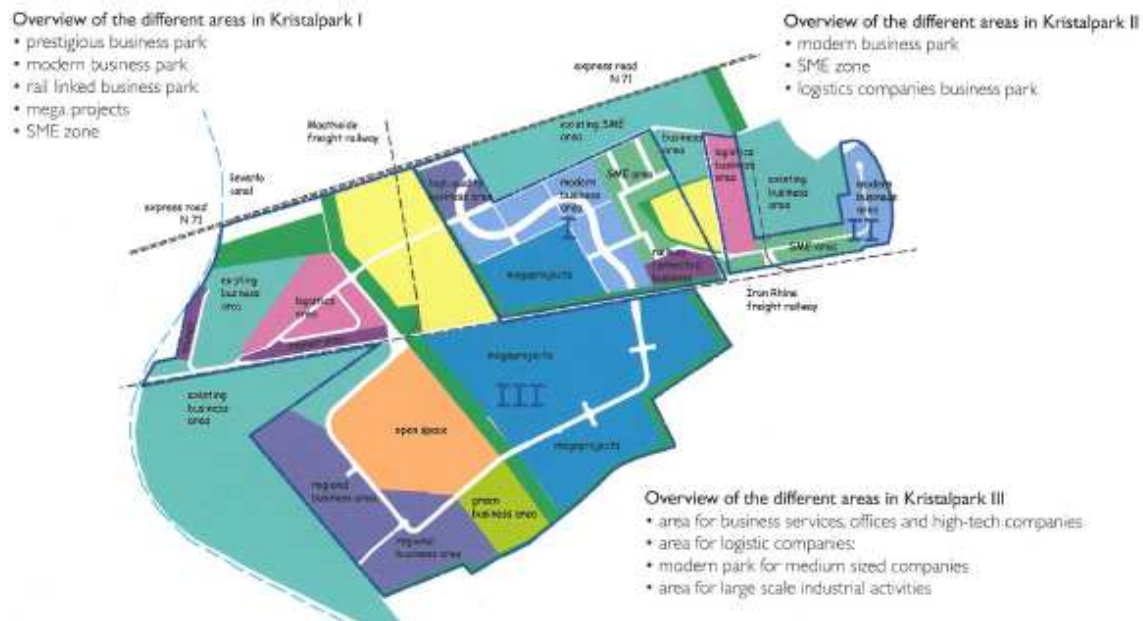
Om een locatie te kiezen binnen de regio werd eerst contact opgenomen met het bestuur van Lommel (burgemeester, schepenen van milieu, diensthoofd lokale economie, diensthoofd milieu en duurzaamheidsambtenaar). Op deze manier werd afgetoetst of het realiseren van een ECP concept mogelijk of eventueel zelfs wenselijk zou zijn. Door het lokale bestuur van bij de beginfase te betrekken in het project wordt de kans op aanvaarding van het eindresultaat vergroot en worden grenzen waarbinnen gewerkt kan worden onmiddellijk duidelijk gesteld.

Op basis van de gesprekken werd gekozen voor het nieuw te ontwikkelen (CO<sub>2</sub>-neutrale<sup>4</sup>) bedrijventerrein Kristalpark III (Figuur 8). De keuze van locatie is erg belangrijk in het kader van biomassaprojecten. De nabijheid van autosnelwegen, waterwegen en/of spoorwegen maken een vergelijking tussen alternatieve logistieke aanvoerwegen mogelijk.

---

<sup>4</sup> Agentschap ondernemen (2009). Handleiding CO<sub>2</sub> neutraliteit. Beschikbaar via [http://www.agentschapondernemen.be/sites/default/files/documenten/handleiding\\_co2-neutraliteit.pdf](http://www.agentschapondernemen.be/sites/default/files/documenten/handleiding_co2-neutraliteit.pdf).

Uit eerder onderzoek blijkt dat voor biomassa op regionale schaal, vrachtvervoer het meest interessant is<sup>5</sup>. Hiervoor is de aanwezigheid van goed bereikbare autowegen noodzakelijk.



Figuur 8. Kristalpark III

De ontsluiting via het wegennetwerk in de onmiddellijke nabijheid van het bedrijvenpark is goed uitgewerkt. De gewestweg N71 verbindt Lommel met de buurgemeenten Mol en Overpelt. De Limburgse Noord-Zuid verbinding vormt een belangrijke verbindingroute tussen Eindhoven en de autosnelweg E314/A2 in Houthalen-Helchteren en loopt verder door tot in Hasselt. Deze verbinding ontsluit Lommel op interregionaal niveau. Sinds 1960 werd het wegtracé tussen Hasselt en Overpelt tot aan de grens met Nederland, gaandeweg uitgebreid tot een 2x2-weg (zie groene traject in Figuur 9). Stads-kernen werden hierbij veelal vermeden door middel van een omleidingsweg. Enkel in Houthalen-Helchteren loopt het tracé door de stadskern en veroorzaakt het leefbaarheidsproblemen (zie rode traject in Figuur 9)<sup>6</sup>. Het RUP (ruimtelijk uitvoeringsplan) voor een omleidingstraject werd goedgekeurd maar werd aangevochten<sup>7</sup>. De Raad van State heeft in november 2012 de plannen voor de Noord-Zuid omleidingsweg geschorst<sup>8</sup>. Later heeft de Raad van State de plannen vernietigd omdat deze natuurgebieden zouden beschadigen.

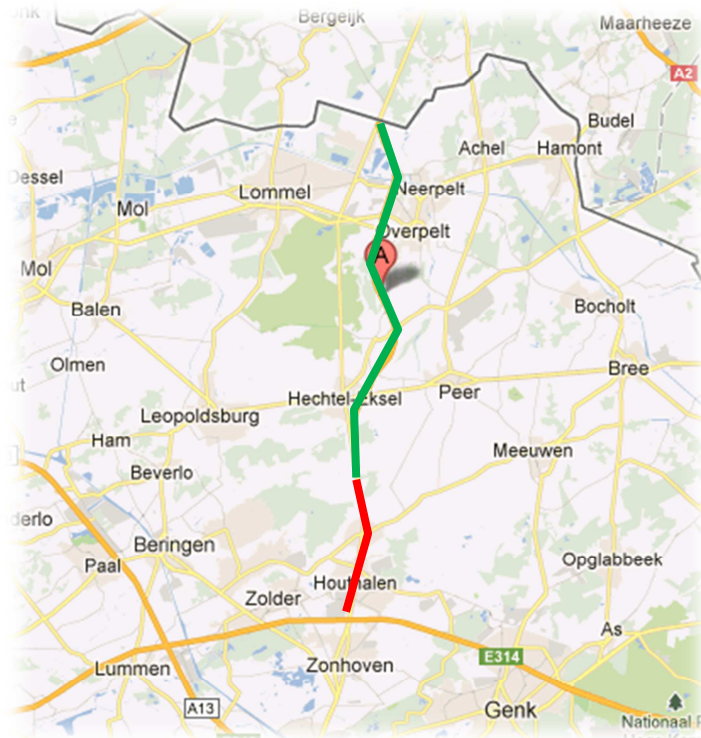
<sup>5</sup> Rentizelas *et al.* (2009). Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13; pp 887-894.

<sup>6</sup> Vlaamse Overheid. Gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan – Noord-Zuid verbinding N74. Beschikbaar via [http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/grup/00300/00322\\_00001/data/212\\_00322\\_00001\\_d\\_3tnf.pdf](http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/grup/00300/00322_00001/data/212_00322_00001_d_3tnf.pdf).

<sup>7</sup> Ralph Gregoor (12 maart 2011). Milieuorganisaties zien tunnel als alternatief. Beschikbaar via <http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=CF37F1H2>.

<sup>8</sup> De Noordzuid (29 november 2011). Raad van State schorst omleidingsweg. Beschikbaar via <http://www.denoordzuid.be/>.

Er wordt nagegaan hoe hier alsnog iets aan gedaan kan worden omdat de Noord-Zuid verbinding als een van de belangrijkste dossiers binnen het SALK (Strategisch Actieplan Limburg in het Kwadraat) naar voren komt voor de economische ontwikkeling van Limburg en Noord-Limburg<sup>9</sup>.



Figuur 9. Wegennetwerk Lommel

Transport via het waterwegennetwerk is beperkt doordat de capaciteit van de schepen die het huidige sluiscomplex van drie sluisen, de Blauwe Kei (Lommel) en de Maat (Mol), willen passeren begrensd is tot 600 ton. Vandaag betekent dit dat grote binnenschepen via het Albertkanaal of via de Zuid-Willemsvaart moeten omvaren, willen ze in Noord-Limburg (BE) laden en lossen. Verschillende gemeenten en bedrijven zijn al langer vragende partij om de capaciteit van de sluisen te verhogen. Het probleem dat zich echter stelt is dat de huidige sluisen en de nabijgelegen dienstwoningen dienen bewaard te blijven omdat deze beschermd zijn als waardevol industrieel erfgoed. Daarom opteert NV De Scheepvaart om een nieuwe grote sluis aan te leggen op een nieuwe kanaalarm, parallel met het huidige kanaal Bocholt-Herentals. De nieuwe sluis kan een capaciteit van schepen tot 1.500 ton aan. Het MER (milieu-effecten rapport) voor de bouw van deze sluis is momenteel in opmaak. Pas daarna kan begonnen worden aan de technische opmaak en respectievelijk het indienen van de noodzakelijk bouwaanvragen. De start van de werken wordt ten vroegste verwacht eind 2015<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> ToMas (4 april 2013). Noord-Zuid wordt eerste SALK-test voor Vlaamse regering. Beschikbaar via <http://www.hbvl.be/limburg/burgemeesters-noord-zuid-wordt-eerste-salk-test-voor-vlaamse-regering.aspx>.

<sup>10</sup> KVH (18 juni 2012). Blauwe kei krijgt nieuw sluiscomplex. Beschikbaar via [http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20120617\\_00187955](http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20120617_00187955).



Ook voor het spoorwegennetwerk liggen plannen op de tafel om dit te versterken en de verbinding met Nederland en Duitsland te vergemakkelijken. Dit project staat bekend onder de naam 'IJzeren Rijn' (zie Figuur 10). De IJzeren Rijn is de spoorlijn tussen Antwerpen (België) en Mönchengladbach (Duitsland), via Lommel, Weert en Roermond. De spoorlijn grenst aan het bedrijvenpark Kristalpark III en een reactivering ervan is dus van strategisch belang voor het park. Momenteel is een deel van de spoorlijn buiten gebruik.

Zo rijden er geen treinen meer tussen Roermond en de Duitse grens sinds 1991. Sedert 2005 zijn er nieuwe plannen om de spoorlijn weer over de hele lijn te activeren. Sindsdien is er echter heel wat discussie omtrent het al dan niet reactiveren van de spoorlijn. De laatste communicatie dateert van 2009 waarbij door vier deskundigen wordt geadviseerd dat "de spoorlijn voorlopig beter niet opnieuw in gebruik wordt genomen. De maatschappelijke kosten zouden veel groter zijn dan de baten. Een beslissing moet minstens vijf jaar uitgesteld worden"<sup>11</sup>. Gezien het voortraject, mag gesteld worden dat de toekomst van de IJzeren Rijn hoogst onzeker is. Desondanks werden door de Stad Lommel op Kristalpark III de nodige voorbereidingen getroffen. Bij de aanleg van de infrastructuur van het industrieterrein werden twee overslagplateaus gerealiseerd, namelijk een overslagstation voor trein-weg en een overslagstation voor water-weg. Het gaat om de basisinfrastructuur en voor de effectieve uitbating dient nog bijkomende infrastructuur, maar in beperktere mate, voorzien te worden<sup>12</sup>.



Figuur 10. IJzeren Rijn

Door de ligging van het industrieterrein in Lommel wordt overlast als gevolg van de aanvoer van biomassa in het centrum of kleinere landwegen vermeden. Bovendien is de afstand tot de woonkern (ca. 5 km) voldoende groot om eventueel geur of geluidsoverlast te beperken.

<sup>11</sup> ED (16 mei 2009). IJzeren Rijn moet vijf jaar uitgesteld. Beschikbaar via <http://www.hbvl.be/nieuws/binnenland/aid832125/ijzeren-rijn-moet-vijf-jaar-uitgesteld.aspx>.

<sup>12</sup> Persoonlijke communicatie Stad Lommel (25/02/2013).

Verkeersoverlast, geurhinder, en geluidshinder zijn immers de meest voorkomende klachten bij biomassaprojecten en kunnen leiden tot het afkeuren van vergunningsaanvragen<sup>13</sup>. Ook door het bestuur in Lommel werden mobiliteit, geur en tewerkstelling als de grootste bezorgdheden aangehaald. Bovendien vergt het lanceren van een ECP-concept op een volledig nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein, de nodige creativiteit. Ook daarom werd nauw samengewerkt met het stadsbestuur van Lommel, maar ook de provinciale ontwikkelingsmaatschappij Limburg (POM Limburg), de Limburgse reconversiemaatschappij (LRM) en de Lommelse ondernemersclub (LOC). Dit geeft alsnog de opportuniteit om tot een concreet en realiseerbaar concept te komen dat nadien sneller opgenomen kan worden door geïnteresseerde marktpartijen.

Het strategisch belang van het nieuwe bedrijventerrein Kristalpark III voor de verdere industriële ontwikkeling van de regio wordt ook nog eens duidelijk uit de beleidsnota 2008-2012 van de stad Lommel. "De aanleg van Kristalpark III is prioritair. De ontwikkeling van de strategisch gelegen 320 ha industriegrond is een sterk middel om nieuwe werkplaatsen te realiseren. De nagestreefde kwaliteit van fase I en II dient ook in fase III behouden te worden." Er zijn daarom plannen om het bijzonder plan van aanleg (BPA) opgemaakt voor het aangrenzende bedrijventerrein Kristalpark fase I over te nemen. Er worden daarbij ambitieuze voorwaarden gesteld. Het creëren van voldoende tewerkstelling is er daar één van. Zo zou er per hectare moeten gezorgd worden voor 15 bijkomende arbeidsplaatsen. Door het stadsbestuur werd de bezorgdheid geuit dat biomassaprojecten eerder zorgen voor een beperkte tewerkstelling. Het correct schatten van de verwachte tewerkstelling is moeilijk. Het aantal directe arbeidsplaatsen dat gecreëerd wordt door de uitbating van klassieke 'stand alone' bio-energieproductie installaties is allicht eerder beperkt. Het ECP-concept wil echter verder gaan en gaat op zoek naar synergie en hogere toegevoegde waarde. Er dient daarbij rekening gehouden met de indirecte jobs die lokaal gecreëerd worden, zowel op korte (productie en bouw) als op lange termijn (onderzoek en ontwikkeling, site-management,...). Het aantal jobs dat zo gecreëerd wordt groeit in functie van de complexiteit van een ECP en vraagt om een mix van competenties en opleidingsniveaus. De complexiteit van een ECP kan gradueel uitgebouwd worden, 'verder bouwend op' en vraagt om transitie management.

Zoals aangehaald, werd er ook gevreesd voor geurhinder bij de opslag en verwerking van in hoofdzaak natte biomassastromen. Er zijn plannen om het BPA van het aangrenzende bedrijventerrein Kristalpark I over te nemen. Hierin worden enkele uitbatingen, waaronder vergisting, uitgesloten. Binnen het ECP-concept, waarbij vooral gemikt wordt op de verwerking van lokale reststromen, zijn het vooral de nattere stromen die vaak nog beschikbaar zijn en onvoldoende verwerkt worden. Vergisting is een belangrijk proces voor de verwerking van deze natte biomassastromen. Het uitsluiten van een dergelijke technologie hypothekeert de kansen voor een lokaal ECP in belangrijke mate. Hoewel aandacht voor geurhinder steeds noodzakelijk is, is de uitsluiting van vergisting om die reden bediscussieerbaar. Enerzijds, omdat het industrieterrein zich op een voldoende afstand bevindt van de woonkern (ca. 5 km in vogelvlucht), anderzijds gezien een deel van het terrein 'Seveso'<sup>14</sup> (zware industrie) is ingekleurd.

<sup>13</sup> VCM vzw & Biogas-E vzw (2007). Communiceren rond mestverwerking & vergisting.

<sup>14</sup> Belgische Overheid. Beschikbaar via <http://www.seveso.be/nl>

Bovendien dienen zich technologieën aan om deze geurhinder zo veel mogelijk te vermijden en/of te beheersen (best beschikbare technologieën). Hierbij wordt ook opgemerkt dat vergisting op lokale of regionale bedrijventerreinen niet bij regelgeving uitgesloten is. Specifiek voor de vergisting van mest wordt in de omzendbrief RO200601<sup>15</sup> aangegeven dat het mogelijk is om de inplanting van een vergistingsinstallatie te beperken wanneer deze onverenigbaar is met andere (potentiële) activiteiten op het bedrijventerrein of dat bijkomende eisen gesteld worden aan tewerkstelling. Verder wordt in de omzendbrief de aanbeveling gemaakt om 'specifieke bedrijventerreinen of speciale voorbehouden zones af te bakenen' waarbij mestvergisting toch zou toegelaten kunnen worden. Hierbij wordt echter aangegeven dat een dergelijke afbakening geen prioriteit is. Aan het Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking vzw (VCM) werd de opdracht toevertrouwd om een voorstel van dergelijke afbakening aan de bevoegde minister over te maken. Een dergelijk voorstel werd tot op heden echter niet opgemaakt<sup>16</sup>. Vanuit het ECP project werd om bovenstaande redenen aangeboden om meer informatie te verstrekken rondom vergisting (technische, economische en duurzaamheidsaspecten).

Duurzaamheid is een sleutelwoord in de beleidsnota van de stad Lommel. Voor de ontwikkeling van het Kristalpark III is dit niet anders. "De stad streeft, in samenwerking met de bedrijfswereld, ook in de toekomst naar nieuwe ontwikkelingen in het opwekken van groene energie, waardoor de stad zich duidelijk onderscheidt." Er is dan ook voor gekozen om het Kristalpark III te ontwikkelen als CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein. Dit betekent volgens het subsidiebesluit dat de bedrijven op het bedrijventerrein wat hun elektriciteitsverbruik betreft CO<sub>2</sub>-neutraal moeten zijn. Het realiseren van een CO<sub>2</sub>-neutraal bedrijventerrein is gekoppeld aan subsidies van overheidswege via het Ministerieel Besluit van 1 oktober 2007 houdende de uitwerking van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bedrijventerreinen.<sup>17</sup> De CO<sub>2</sub>-neutraliteit van een bedrijventerrein is echter niet gekoppeld aan de verplichting om lokaal groene energie te produceren. Het Besluit bepaalt immers: "De bedrijven kunnen dus voldoen aan deze voorwaarde tot CO<sub>2</sub>-neutraliteit door hetzij groene stroom te verbruiken (ongeacht of zij deze zelf produceren of aankopen), hetzij door grijze stroom te verbruiken, maar de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de productie daarvan te compenseren met emissiekredieten, of door een combinatie van beide maatregelen." Het initiatief betreffende CO<sub>2</sub>-neutrale bedrijventerreinen creëert daardoor slechts in mindere mate een opportuniteit voor de lokale productie van bio-energie. Enerzijds omdat enkel het elektrisch verbruik in rekening wordt gebracht, een WKK-installatie wordt daardoor minder relevant. Anderzijds omdat de CO<sub>2</sub> extern mag worden aangekocht, waardoor de noodzaak voor het zoeken naar lokale oplossingen verdwijnt.

Tot slot werd de keuze voor Lommel ook gemaakt omdat er binnen de case van Belgisch-Limburg rekening wordt gehouden met het gebruik van biomassa afkomstig van vervuilde gronden. In een gebied van ongeveer 700 km<sup>2</sup> in de grensoverschrijdende Kempense regio is er een historische vervuiling met zware metalen als gevolg van de metaalverwerkende industrie.

---

<sup>15</sup> Omzendbrief RO/2006/01. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.

<sup>16</sup> Mondelinge communicatie Sara Van Elsacker (VCM) (20/03/2013).

<sup>17</sup> Ministerieel besluit houdende de uitwerking van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bedrijventerreinen (1 oktober 2007).

Via de toepassing van fyto-remediatie (het gebruik van planten voor het saneren van vervuilde gronden) en verwerking in een ECP van de daardoor verkregen biomassa, kan winst geboekt worden op meerdere vlakken<sup>18</sup>. Met de biomassa kan energie opgewekt worden en tegelijkertijd kunnen de gronden op lange termijn gesaneerd worden. Bovendien is er op deze manier geen competitie met de productie van voeder of voedsel<sup>19</sup>.

### 3.2. Evaluatie en leerpunten

De zoektocht naar een goed geschikte locatie met optimale eigenschappen voor een biomassa ECP is niet vanzelfsprekend. Interessant is de aanwezigheid van bijvoorbeeld een bestaande conversie-installatie en een concreet ankerpunt (*i.e.* hoofdpartner). Daarnaast moet voldoende aandacht geschonken worden aan de bereikbaarheid van de site om de nodige biomassa aan te voeren. Maar ook aan de vraag naar voornamelijk warmte in de onmiddellijke omgeving. Het is immers niet efficiënt en bovendien economisch niet interessant om warmte over grote afstanden te transporteren. Bovendien heeft de afzet van warmte wel een grote invloed op de economische haalbaarheid van biomassa ECP concepten. Kortom moet er voldoende aandacht gaan naar het potentieel van symbiose met activiteiten in de directe omgeving van de site en moet bijgevolg rekening gehouden worden met meerdere criteria bij de keuze van een locatie (*cfr.* HOOFDSTUK 2).

Als gevolg van lange termijn projecten zoals 'de IJzeren Rijn' en het sluizencomplex, zullen enkele grotere projecten op de rem gaan staan totdat meer duidelijkheid bestaat over de concretisering hiervan. De plannen bieden bijgevolg kansen voor de toekomst maar bevriezen tegelijk geplande initiatieven.

---

<sup>18</sup> Witters (2011). Phytoremediation: an alternative remediation technology and a sustainable marginal land management option. ISBN 9789089130181.

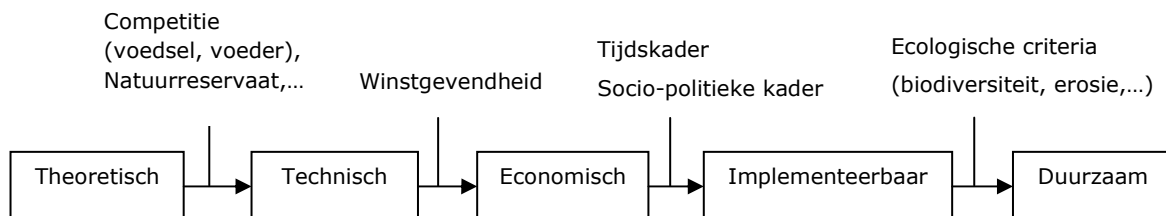
<sup>19</sup> Yan J, Lin T. Biofuels in Asia. Applied Energy 2009;86:S1-S10.

## HOOFDSTUK 4. INVENTARISATIE BIOMASSA BRONNEN

Dit hoofdstuk gaat dieper in op de methode die gebruikt werd voor de inventarisatie van biomassa in de case Belgisch-Limburg. Daarnaast worden de resultaten van de inventarisatie voor de case weergegeven.

### 4.1. Methodiek inventarisatie

Belangrijk is om bij de inventarisatie duidelijk aan te geven welk biomassapotentieel (theoretisch, technisch, economisch, implementeerbaar, duurzaam) gegeven wordt<sup>20</sup>. De betekenis van de verschillende potentiëlen worden weergegeven in onderstaande figuur. Potentiëlen uit literatuur zijn vaak theoretisch en houden geen rekening met lokale karakteristieken, deze zijn bijgevolg minder bruikbaar voor de implementatie van een project. Bovendien blijkt dat het theoretisch en realistisch potentieel vaak ver uit elkaar liggen. Binnen de Belgisch-Limburgse case werd ervoor gekozen een zo realistisch mogelijk potentieel op te stellen. Afhankelijk van de beschikbare data komt dit overeen met het economisch, implementeerbaar of duurzaam potentieel. Er worden zo veel mogelijk randvoorwaarden meegenomen in het bepalen van het potentieel. Hiervoor worden verschillende experts op het gebied van landbouw-, bos- en afvalbeheer gecontacteerd om de onbenutte potentiëlen te inventariseren. Ook wordt zoveel mogelijk informatie verzameld over chemische specificaties, onzuiverheden en/of vervuiling (bijvoorbeeld plastics in bermmaaisel) en seizoensschommelingen.



Figuur 11. Potentiëlen biomassa

Voor de case Lommel werden volgende potentieel interessante biomassastromen geïnventariseerd:

- Hout uit industrie
- Hout uit bos
- Mest (varkens, kippen en runderen)
- Maisresten
- Switchgrass
- Maaisel (wegen en natuur)
- GFT en groenafval
- Miscanthus
- Wilg

<sup>20</sup> Biomass Energy Europe BEE (2008). Beschikbaar via <http://www.eu-bee.com/>

Deze stromen kunnen ondergebracht worden in drie categorieën: biomassa uit bosbouw, biomassa uit landbouw en biomassa uit afval (industrie en gemeente). Hierna worden deze achtereenvolgens besproken.

#### 4.1.1. *Bosbouw*

Vertrekkende vanuit de visie van het ECP-concept ging bij de inventarisatiefase van hout uit bosbouw de aandacht naar lokale houtstromen die daarenboven nog niet of in mindere mate werden gevaloriseerd. Tak- en kroonhout van boskappen en -onderhoudswerken is een dergelijke stroom. Het dikkere tak- en kroonhout wordt vandaag hoofdzakelijk ingezet als brandhout. Maar recente experimenten<sup>21</sup> tonen aan dat zelfs na het winnen van het brandhout er nog een aanzienlijk potentieel van fijner takhout overblijft<sup>22</sup>. Dergelijk takhout kan nog versnipperd worden tot energiehoutsnippers. Er dient daarbij rekening gehouden te worden met talrijke randvoorwaarden: technisch (bereikbaarheid), economisch (arbeidsintensief), duurzaamheid (organische koolstofcyclus),... Het stamhout viel buiten de focus van de inventarisatie gezien deze stroom veelal wordt ingezet voor materiaaltoepassingen.

Het boslandschap in Vlaanderen is enerzijds erg versnipperd, vele kleine boselementen, en anderzijds erg complex, vele eigendomsstatuten. De bouseigenaars zijn in te delen in twee categorieën, namelijk openbare en private eigenaars. Bij de openbare eigenaars worden gerekend: Gewest, Provincie, Steden en Gemeenten, OCMW's, Kerkfabrieken, Wateringen, Vlaamse overheidsinstellingen... Bij de private eigenaars: de privé-personen, vennootschappen, natuurverenigingen...<sup>23</sup> Dit maakt dat gedetailleerde, actuele en complete inventarisaties van het bosareaal vaak niet beschikbaar zijn.

Voor de regio Lommel was er echter al heel wat informatie beschikbaar. In 2006 koos de stad Lommel ervoor om, samen met het ANB (Agentschap Natuur en Bos) en de buurgemeenten Hechtel-Eksel en Overpelt, Bosland (zie Figuur 12 en Figuur 13) op te richten en zo het openbaar bosareaal te clusteren. Het centrale kerngebied van Bosland wordt gevormd door het militair domein Kamp Beverlo en de uitgestrekte bossen van het Pijnvencomplex. Dit kerngebied is, met een totale oppervlakte van meer dan 10.000 ha, het grootste aaneengesloten natuur- en boscomplex van Vlaanderen.

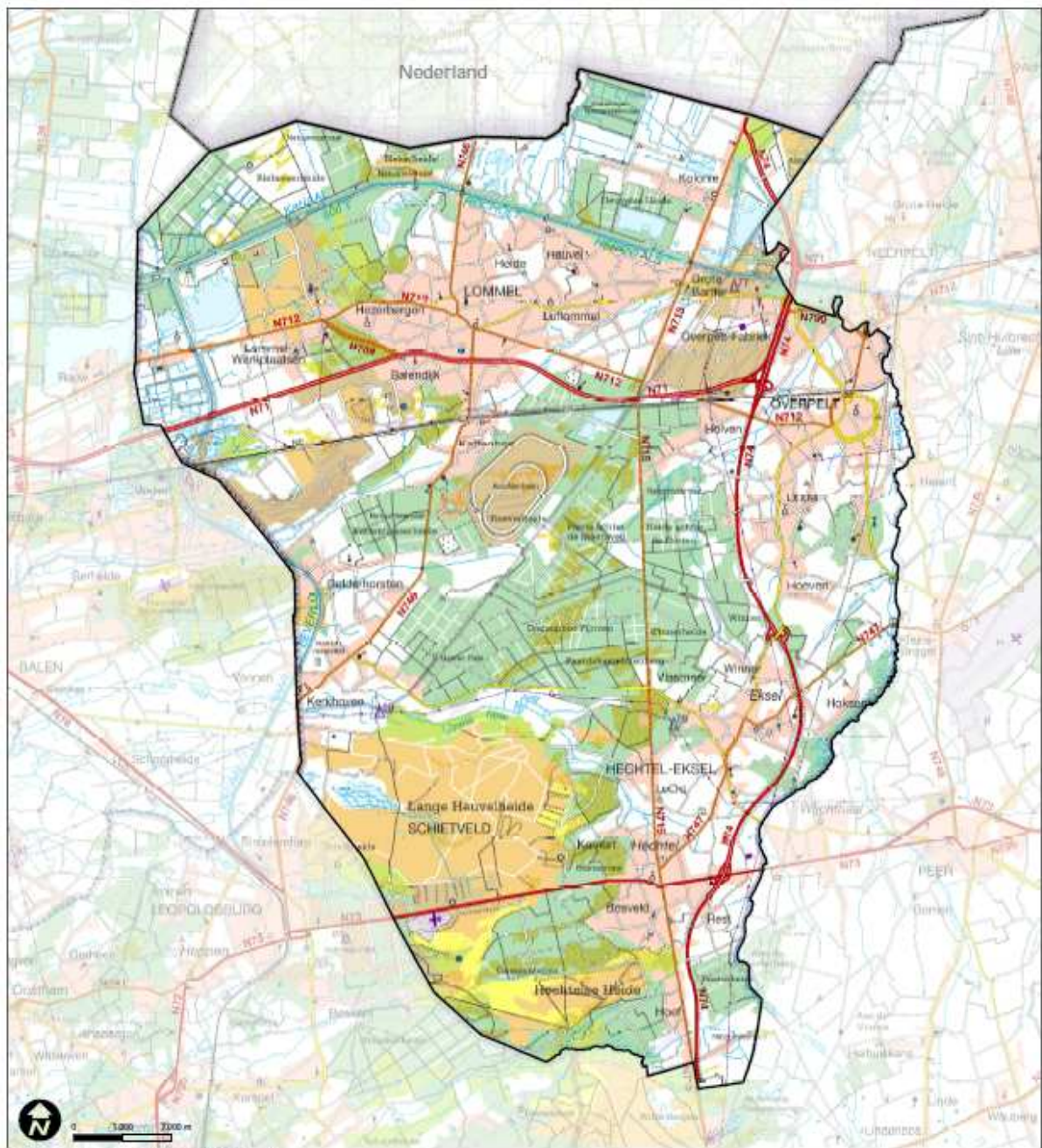
Merk op dat, in wat volgt, het potentieel van het openbare bos wordt besproken. Hiernaast is er nog een potentieel uit privébos dat zou kunnen worden aangesproken. De verdeling tussen openbare en private eigenaars bedraagt immers 30 procent openbaar en 70 procent privé. Echter voor privébos speelt er de problematiek van organisatie en hoge graad van versnippering. Hierover meer verder in dit deel.

---

<sup>21</sup> o.a. uitgevoerd door het Agentschap voor Natuur en Bos en Inverde











<sup>22</sup> Verbeke, Willy (2012). Twee oogstcases van houtige biomassa in Zoniën : eerste dunning in loofhout en spoorwegbermbeheer/bosrandbeheer. KOBÉ-rapport van het Agentschap voor Natuur en Bos en Inverde.

<sup>23</sup> [http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/1051/Bos\\_bosbouw\\_Vlaanderen\\_2002.pdf](http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/1051/Bos_bosbouw_Vlaanderen_2002.pdf)



Bron: Topografische kaart 1:75000, NGL systeem 2001-2005 (AGV)

**Legende**

- |  |   |
|--|---|
|  Bosland                    |  Bos - Brandlaan (a)         |
|  Bebouwde zone              |  Overgangsbos                |
|  Industrie- of handelszones |  Vijver                      |
|  Duinen                     |  Moeras, drasland            |
|  Heide- en struikgewas      |  Waterloop: 1.Sluis - 2.Stuw |
|  Zand                       |   |

Figuur 12. Overzicht bosland

In 2010 werd een studie aangevat met de bedoeling een lange termijnplan voor houtproductie in Bosland uit te werken<sup>24</sup>. Hiertoe werd een gedetailleerde en geactualiseerde inventaris opgemaakt van de bosbestanden in Bosland inclusief een kapplan tot 2070. Het ECP-project kon gebruik maken van deze dataset. De geïnventariseerde oppervlakte bedroeg 3.966 ha waarvan 3.443 ha productieve oppervlakte. In de database werd een totale oppervlakte van 2.916 ha beschreven. Naaldhout maakt met driekwart van de oppervlakte het grootste deel uit van het boscomplex, met Corsicaanse den en Grove den als voornaamste boomsoorten.

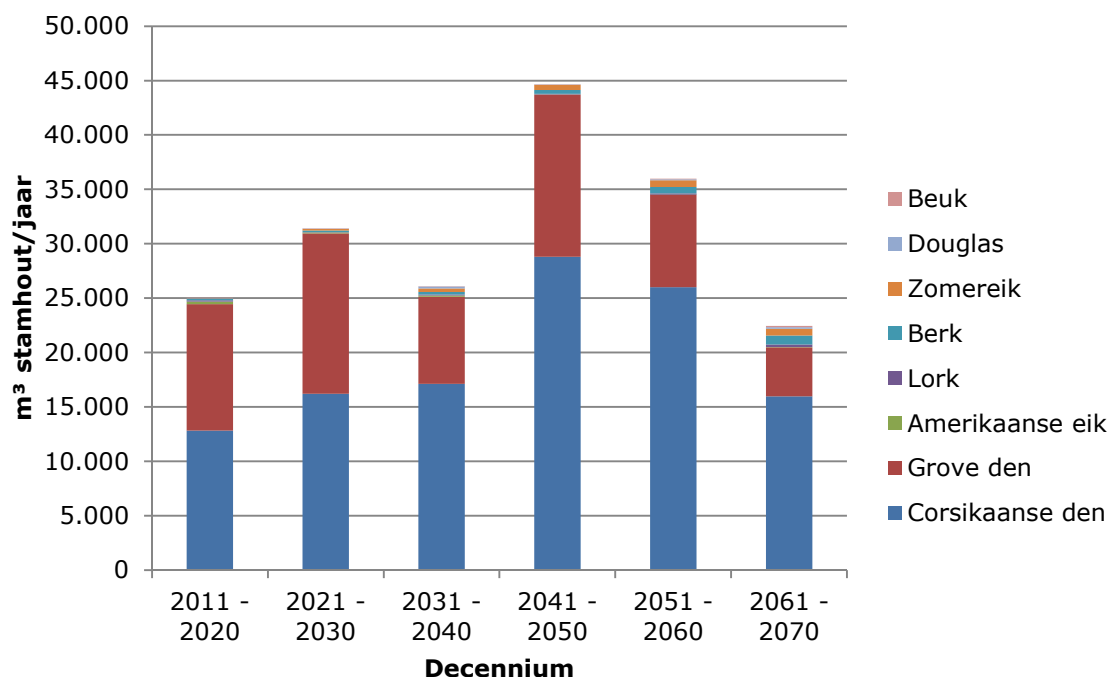


Figuur 13. Overzicht beheerstructuur Bosland

In de voorvermelde dataset wordt onderscheid gemaakt naar boomsoort en naar het geplande tijdstip van kappen tot 2070. Het kapplan voorziet om in de komende 60 jaar circa 1,8 miljoen m<sup>3</sup> aan stamhout te oogsten. In functie van het gekozen kapsценario zal er in bepaalde jaren meer of minder hout ter beschikking komen. Gezien de lange levensduur van een bio-energiecentrale is een dergelijk lange termijn overzicht erg interessant. Gezien het aanbod fluctueert, zal hiermee rekening gehouden kunnen worden in zowel de dimensionering van de installatie als de benodigde opslagcapaciteit in jaren van verhoogde productie.

<sup>24</sup> Moonen P., Kint V., Deckmyn G., Muys B. (2011). Wetenschappelijke onderbouwing van een lange termijnplan houtproductie voor Bosland. Eindrapport, K.U.Leuven, 79p.





Figuur 14. Gemiddelde jaarlijkse opbrengst stamhout per boomsoort

Figuur 14 toont de gemiddelde jaarlijkse opbrengst aan stamhout per boomsoort per jaar. Grove den en Corsicaanse den vertegenwoordigen meer dan 95 procent van de houtopbrengst. Per jaar wordt er gemiddeld 30.927 m<sup>3</sup> aan stamhout geoogst.

Merk op dat bovenstaand beschreven studie enkel informatie verschaft aangaande de oogstbare hoeveelheid stamhout. De hoeveelheid tak- en kroonhout die hierbij vrijkomt diende op indirecte wijze te worden bepaald. Hiervoor kwamen we uit bij drie mogelijke berekeningswijzen: (1) Dagnelie *et al.*<sup>25</sup>, (2) expert beoordeling en (3) biomassa expansie factor<sup>26</sup>. Dagnelie *et al.* ontwikkelden een formule op basis van empirische data uit Waalse bossen en deze zijn volgens experts niet meteen toepasbaar op Vlaamse bossen uit Noord-Oost Limburg. Om deze reden werd deze methode niet langer in rekening genomen. Volgens experts zou de hoeveelheid kroonhout in Noord-Oost Limburg ongeveer 5 à 10 procent bedragen van het stamvolume. Omdat er nog geen specifieke metingen uitgevoerd werden in het gebied<sup>27</sup>, werd besloten om toch gebruik te maken van de veelgebruikte 'biomassa expansie factor'. De 'biomassa expansie factor' drukt het volume tak- en kroonhout uit in functie van het volume stamhout. Gezien de verschillende boomstructuur werd hiervoor gedifferentieerd tussen naald- en loofbomen. Voor naaldbomen werd de factor 0,35 aangenomen, voor loofbomen was dat 0,47. Per kuub (m<sup>3</sup>) stamhout van naaldbomen wordt er dus 0,35 kuub takhout verwacht. Voor loofbomen is dat 0,47 kuub takhout.

<sup>25</sup> Dagnelie p., Palm R., Rondeux J., Thill A. (1985). Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux.

<sup>26</sup> Tolkamp *et al.* (2006). Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen.

<sup>27</sup> Dit wordt momenteel uitgevoerd in het kader van het doctoraat van Pieter Vangansbeke.

Voor het jaarlijks geogoste stamvolume werd per soort telkens de verwachte hoeveelheid tak- en kroonhout berekend gebruikmakend van de biomassa expansie factor. Jaarlijks komt naar verwachting gemiddeld 10.929 m<sup>3</sup> tak- en kroonhout vrij. Echter ook het tak- en kroonhout heeft een zekere natuurwaarde en vervult verschillende functies, in het kader van biodiversiteit, koolstofbron, erosiebestrijding,... Het volledig verwijderen van al het tak- en kroonhout zou deze functies kunnen verstoren en strookt vaak niet met duurzaam bosbeheer. De hoeveelheid tak- en kroonhout die best achterblijft kan echter verschillen afhankelijk van het bostype, de gewenste omvorming, gewenste hoeveelheid dood hout, bodemtype, soortenrijkdom,... Om zeker het potentieel aan tak- en kroonhout niet te overschatten werd een voorzichtige waarde aangenomen. Namelijk dat 40% van het tak- en kroonhout achterblijft in het bos<sup>28,29</sup>. Dit brengt de hoeveelheid tak- en kroonhout die 'duurzaam' beschikbaar is op 6.557 m<sup>3</sup> per jaar.

Tot hiertoe werd er steeds gerekend in kuubs vers materiaal. Om de energetische waarde van dit houtvolume te berekenen wordt het volume eerste uitgedrukt in de hoeveelheid ton droge stof (ds). Hierbij wordt opnieuw gedifferentieerd tussen naald- en loofbomen zijnde: naaldbomen 0,43 ton ds/m<sup>3</sup> vers en loofbomen 0,5 ton ds/m<sup>3</sup> vers. Dit resulteert in een totale hoeveelheid van 2.837 ton ds/jaar. Het aandeel van de loofbomen hierin is marginaal met berk (<2%) en zomereik (<2%) als belangrijkste soorten. De naaldbomen zorgen voor meer dan 95 procent van het aandeel met Corsicaanse den (62%) en grove den (33%) als belangrijkste soorten. Een samenvatting van bovenstaande gegevens wordt gegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Beschikbare hoeveelheid takhout

Soort	Stam (m <sup>3</sup> /jr)	BEF	Tak (m <sup>3</sup> /jr)	60% tak (m <sup>3</sup> /jr)	Ton ds /m <sup>3</sup> vers (%)	60%. tak (ton ds/jr)	%
Beuk	32	0,47	15	9	50%	5	0,2%
Douglas	87	0,35	30	18	43%	8	0,3%
Amerikaanse eik	88	0,47	42	25	50%	12	0,4%
Lork	104	0,35	36	22	43%	9	0,3%
Zomereik	369	0,47	174	104	50%	52	1,8%
Berk	382	0,47	179	108	50%	54	1,9%
Grove den	10.374	0,35	3.631	2.179	43%	937	33,0%
Corsicaanse den	19.490	0,35	6.822	4.093	43%	1.760	62,0%
<b>Totaal</b>	<b>30.927</b>		<b>10.929</b>	<b>6.557</b>		<b>2.837</b>	<b>100,0%</b>

Rekening houdend met een energie-inhoud van 17,8 GJ/ton ds voor loofhout en 19,7 GJ/ton ds voor naaldhout kan tenslotte de vertaalslag gemaakt worden naar het energiepotentieel dat door deze hoeveelheid tak- en kroonhout wordt vertegenwoordigd (Tabel 3). Gemiddeld gaat het jaarlijks om circa 55.000 GJ of 15.000 MWh of een equivalent (eq) van 1,5 miljoen liter stookolie. Uitgedrukt naar vermogen betekent dit een installatie van 2 MW die op jaarbasis volcontinu (8.000 h) kan draaien.

<sup>28</sup> Mondelinge communicatie ANB en coördinator van de bosgroep Limburgse Duinen.

<sup>29</sup> Vakblad natuur bos landschap (februari 2011). Biomassa uit bos botst met streven naar dood hout.

Tabel 3. Energiepotentieel takhout

Soort	60% takhout (ton ds/jr)	GJ/ton ds	GJ/jr	MWh/jr	Eq stookolie (l)
Beuk	5	17,8	81	22	2.195
Douglas	8	19,7	154	43	4.193
Amerikaanse eik	12	17,8	222	62	6.031
Lork	9	19,7	185	51	5.034
Zomereik	52	17,8	927	258	25.205
Berk	54	17,8	958	266	26.040
Grove den	937	19,7	18.455	5.126	501.716
Corsicaanse den	1.760	19,7	34.672	9.631	942.610
<b>Totaal</b>	<b>2.837</b>		<b>55.653</b>	<b>15.459</b>	<b>1.513.025</b>

Het potentieel op een zo betrouwbaar en correct mogelijke manier inschatten is een eerste stap. Het effectief beschikbaar stellen van dit potentieel vraagt echter om heel wat bijkomende organisatie. Het feit dat, zoals in het geval van Bosland, het bosareaal is geclusterd in een statutair samenwerkingsverband inclusief een gemeenschappelijk lange termijn bosbeheerstrategie is alvast een goede basis om dit verder in de praktijk te kunnen zetten. Dit in tegenstelling tot tak- en kroonhout uit de privébossen.

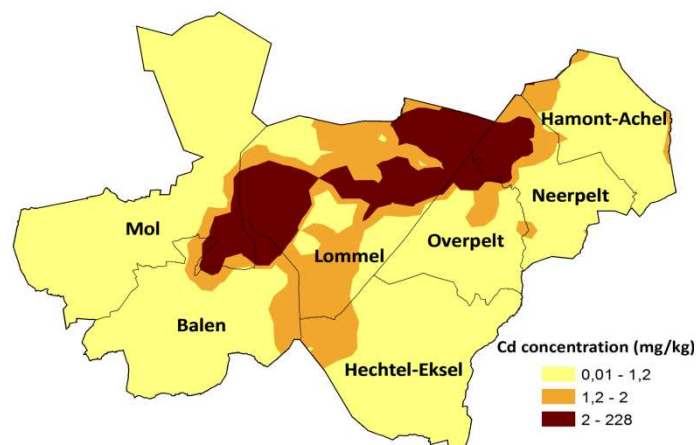
Zoals vermeld is 70% van het bosareaal in Vlaanderen privé-bos. Kenmerkend is dat deze bossen zeer sterk versnipperd zijn (<1 ha). Een 'bosgroep' helpt privé-boseigenaars om hun bos makkelijker en duurzamer te beheren. Een bosgroep is een vereniging voor en door bosbeheerders en levert onafhankelijk advies over duurzaam bosbeheer. Daarnaast organiseert en coördineert de bosgroep ook beheerwerken. Gezien de sterke versnippering en het groot aantal eigenaars van privé-bossen wordt het duidelijk dat er een zeer sterke organisatiestructuur dient te worden opgezet om voldoende grote hoeveelheden tak- en kroonhout te verzamelen met een voldoende garantie van levering. Daarenboven wordt het tak- en kroonhout uit dergelijke bossen traditioneel ingezet als particulier brandhout. Om deze redenen werd het tak- en kroonhout uit privé-bossen, in een eerste fase, niet opgenomen in de inventarisatie. Dit neemt niet weg dat er hiervoor op termijn geen mogelijkheden zouden zijn. Zo startte recent het PDPO-project 'Loket voor energiehout uit de Limburgse privébossen' dat werkt rond de centrale vraag 'Hoe kunnen de Limburgse Bosgroepen energiehout uit privébossen vermarkten? Een gesprek met de coördinator van de bosgroep Limburgse Duinen<sup>30</sup> leert dat de privé-bossen potentieel als (micro)leverancier kunnen aansluiten bij ECP-projecten, maar niet de rol kunnen opnemen van een 'basisleverancier' die een zekere continuïteit en hoeveelheid van levering kan garanderen.

<sup>30</sup> De bosgroep waartoe o.a. de stad Lommel behoort

#### 4.1.2. Landbouw

Bij de inventarisatie van energieteelten vanuit de landbouwsector werd voornamelijk gefocust op opportuniteiten van de teelt voor fyto-remediatie. Fyto-remediatie is het gebruik van planten, waaronder landbouwgewassen, voor het vastleggen en/of afbreken van schadelijke stoffen in bodems, waaronder zware metalen. Bij het telen van landbouwgewassen voor energiedoeleinden zouden tegelijkertijd zware metalen kunnen worden opgenomen door de plant waardoor de bodem gradueel wordt gezuiverd. Dit systeem zou een win-win situatie kunnen opleveren en is vooral relevant in die regio's waar er diffuse verontreiniging met zware metalen voorkomt en/of waar de grenswaarden voor metaalcontaminatie in de bodem is overschreden.

In de Belgische Kempen is een gebied van circa 280 km<sup>2</sup> licht vervuild met voornamelijk cadmium (Cd). Schreurs *et al.* (2011) maakte een voorspelling van de Cd-concentraties in de regio op basis van een database met 2.189 bodemstalen en met behulp van geografische software<sup>31</sup>. Op basis van deze voorspelling zou in heel wat gevallen de Vlaamse richtwaarde van 1,2 mg/kg worden overschrijden (Figuur 15).



Figuur 15. Beschikbare oppervlakte voor fyto-remediatie in de Kempen

Als fyto-remediatieteelt werd korrelmaïs geselecteerd om verschillende redenen. Nadat de korrels geoogst zijn voor veevoeder, blijft het maïsstro vaak op het veld achter. Dit stro zou gebruikt kunnen worden als inputbron voor vergisting. Echter moet er rekening mee gehouden worden dat voldoende organisch materiaal op het veld blijft. De maximale hoeveelheid stro dat van het veld gehaald kan worden is afhankelijk van de specifieke bodem (o.a. grondsoort en koolstofgehalte).

<sup>31</sup> Schreurs E et al., GIS-based assessment of the biomass potential from phyto-remediation of contaminated agricultural land in the Campine region in Belgium, Biomass and Bioenergy (2011).

Hier wordt verondersteld dat maximaal 45% van het stro gebruikt kan worden voor energiedoeleinden<sup>32</sup>. Binnen het project 'ARBOR' wordt onderzoek gedaan naar de invloed van het weghalen van het stro op de koolstofbalans<sup>33</sup>.

Ook maïs is een plant die metalen opneemt en zou daarom gebruikt kunnen worden voor fyto-remediatie doeleinden. Ondanks de opname van metalen wordt korrelmaïs vandaag de dag gebruikt als voeder, dit is mogelijk doordat de metalen voornamelijk in bladeren en stengel zitten en minder in de korrel<sup>34</sup>. De hoeveelheid metalen dat door de plant opgenomen wordt is beperkt (ca. 1,65 mg Cd/kg ds, *i.e.* stro en bladeren), maar de plant levert veel biomassa op (ca. 6,5 ton ds/ha/jaar, *i.e.* stro)<sup>18,35</sup>. Het drogestof gehalte van het stro bij oogst wordt in deze studie 30% verondersteld, maar is sterk afhankelijk van de teeltomstandigheden<sup>35,32</sup>. Belangrijk is dat het een gewas is waar boeren meer mee vertrouwd zijn en daardoor is de kans op acceptatie groter<sup>31</sup>. Fyto-remediatie kan immers toegepast worden zonder de klassieke teeltstrategie te wijzigen of te verstoren. Voor het verzamelen van het maïsstro zal er wel een aanpassing van de oogstcombinatie nodig zijn. Verder dient gezegd dat maïs een relatief trage remediator is, waardoor de sanering van de gronden moet gezien worden als een lange termijn strategie.

Om korrelmaïs in te zetten als remediatieteelt moet deze teelt uiteraard voldoende relevant zijn voor de regio. Droge korrelmaïs wordt in hoofdzaak geteeld als veevoeder. De regio Noord-Limburg een klassieke (melk)veeteeltregio. In de gemeentecuster van gemeentes grenzend aan Lommel (*i.e.* Lommel, Mol, Balen, Neerpelt, Overpelt en Hechtel-Eksel en Hamont-Achel) zijn er circa 20.000 stuks runderen aanwezig. In de nabij gelegen gemeentecuster Bochelt, Peer, Bree, Meeuwen-Gruitrode zijn dat *circa* 40.000 stuks (zie Figuur 16).

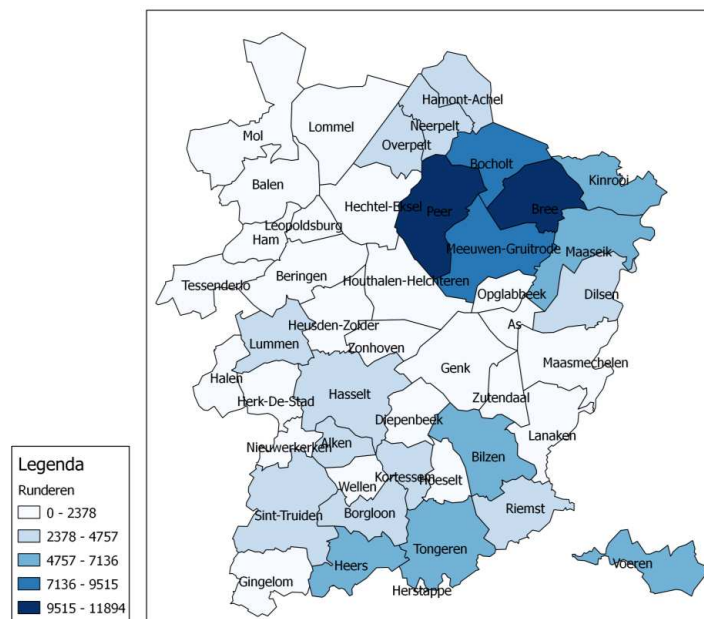
---

<sup>32</sup> Groten J. Biomassa - Inventarisatieonderzoek: Maïsstro voor productie bio-energie. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. WUR 2003;PPO510065/NOVEM2020-01-12-24-003.

<sup>33</sup> Presentatie De Dobbelaere A. (18/03/2013). Nevenstromen uit landbouw voor bio-energie. Project ARBOR.

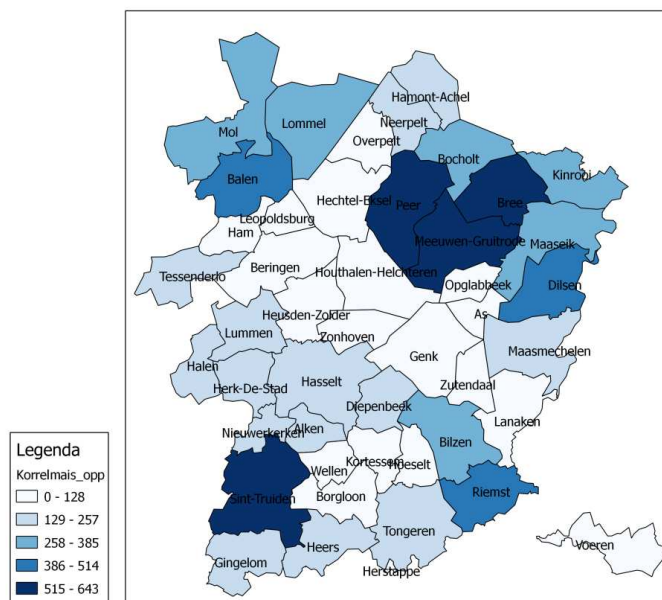
<sup>34</sup> Van Slycken S, Witters N, Meers E, Peene A, Michels E, Adriaensen K, Ruttens A, Vangronsveld J, Du Laing, G, Thewys T, Tack F.M.G. (xxx). Safe use of metal contaminated agricultural land by cultivation of energy maize (Zea Mays). Environ. Pollut. Accepted.

<sup>35</sup> Energiebewust Boeren – Enerpedia. Energiegewassen voor vergisting.



Figuur 16. Aantal runderen per gemeente

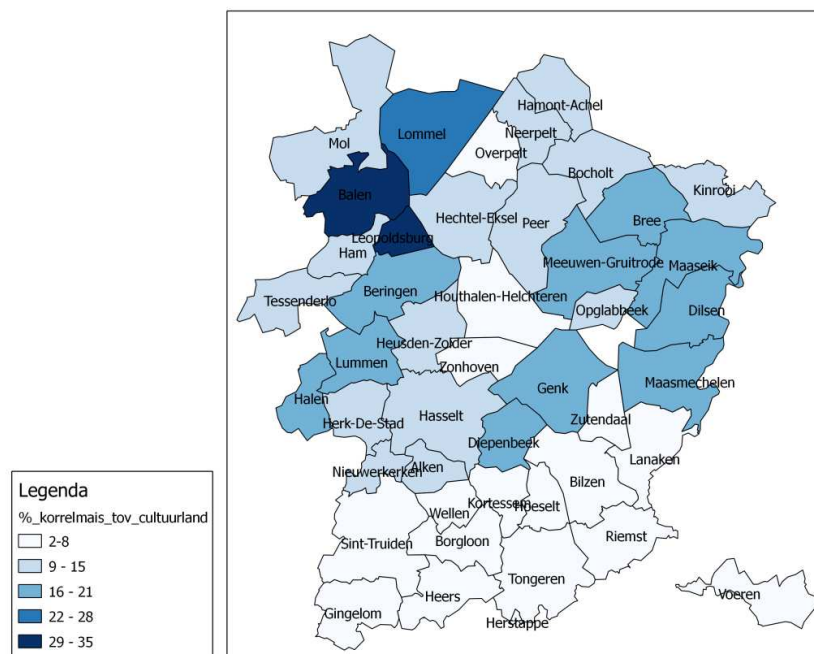
In deze regio wordt, naast snijmais, daarom heel wat korrelmais geteeld als veevoeder voor zowel runderen als varkens. Figuur 17 toont een overzicht van de totale oppervlakte aan korrelmais in de regio Lommel<sup>36</sup>. In de gemeentecuster van de gemeentes grenzend aan Lommel staat ca. 1.500 ha korrelmais. In de nabijgelegen gemeentecuster (*i.e.* Meeuwen-Gruitrode, Peer, Bocholt en Bree) zijn dat er nog eens ca. 2.200 ha.



Figuur 17. Aantal hectare korrelmais teelt

<sup>36</sup> Economie – Statistics Belgium (2012). Landbouwenquête mei 2010. Beschikbaar via <http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/economie/landbouw/bedrijven/>.

Het relatieve belang van korrelmaïs als cultuurgewas wordt getoond in Figuur 18. In deze figuur wordt de oppervlakte korrelmaïs weergegeven ten opzichte van de totale beschikbare oppervlakte aan cultuurland. In Balen (34%) en Lommel (25%) is dit percentage erg hoog. In Mol, Hechtel-Eksel, Neerpelt en Hamont-Achel is dit percentage iets lager, namelijk tussen 10% en 15%. Ook in de nabijgelegen gemeentecuster Meeuwen-Gruitrode, Peer, Bocholt en Bree is korrelmaïs een relevante teelt met percentages tussen 10% en 20%.

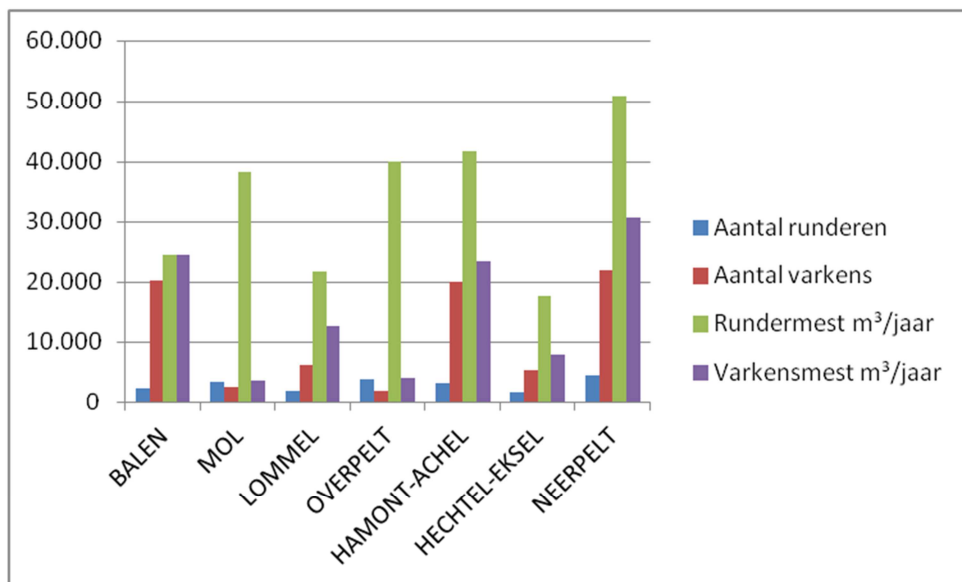


Figuur 18. Percentage oppervlakte korrelmaïsteelt t.o.v. totale oppervlakte cultuurland

Voor de doorrekening van de economische haalbaarheid van een maïsstrovergister (zie paragraaf 10.2) wordt er uitgegaan van 22.000 ton vers maïsstro per jaar. Uitgaande van maïsstro aan 30% ds en 6,5 ton ds/ha/jaar waarvan slechts 50% zal worden geoogst, betekent dit dat ca. 10,8 ton vers/ha/jaar aan maïsstro wordt geoogst. Om de totale input van 22.000 ton te verzamelen is een oppervlakte van ongeveer 2.000 ha aan korrelmaïs nodig. Op basis van bovenstaand vernoemde oppervlaktes van korrelmaïsteelt is het theoretisch mogelijk om een dergelijke hoeveelheid maïsstro te verzamelen in de (onmiddellijke) nabijheid van Lommel. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat vandaag lange termijn contracten voor korrelmaïs niet gangbaar zijn, er wordt eerder gewerkt met levertermijnen van maximaal één jaar. Om voldoende leveringsgarantie voor een maïsstrovergister te garanderen, is een goede organisatie van de contracteerbaarheid een belangrijk aandachtspunt. Bijkomend moet vermeld worden dat in 2015 de melkquota, zoals uitgewerkt binnen het Europese gemeenschappelijke landbouwbeleid, zullen worden afgeschaft<sup>37</sup>. Melkveehouders zullen, naar verwachting, op dat moment hun melkproductie uitbreiden. Maar meer melkvee betekent meer nood aan grond en aan maïsteelt. De teelt kan in de toekomst bijgevolg nog uitbreiden.

<sup>37</sup> EuropaNU (28 december 2012). Europees Parlement steunt 'zachte landing' voor zuivelsector. Opgevraagd op 27 maart 2013 via [http://www.europa-nu.nl/id/vht7nbdi8qv/europees\\_parlement\\_steunt\\_zachte\\_landing](http://www.europa-nu.nl/id/vht7nbdi8qv/europees_parlement_steunt_zachte_landing).

De prijs van landbouwgrond in Noord-Limburg vertoont nu al een stijgende trend<sup>38</sup>. Melkkoeien worden, mede omwille hiervan, ook meer en meer op stal gehouden. Uitbreiding van de veestapel betekent echter ook meer mest. De mogelijkheden van mest(co)-vergisting met maïsstro kan een deel van de oplossing bieden, maar dan bij voorkeur in combinatie met de recycling van nutriënten uit mest en digestaat. Daarom werd het potentieel van mestvergisting in de regio Lommel geëvalueerd op basis van de statistieken van de landbouwtelling<sup>36</sup>. Voor de gemeenten Lommel, Balen, Mol, Overpelt, Hamont-Achel en Hechtel-Eksel werd het vergistingspotentieel van runder- en varkensmest in kaart gebracht. Op basis van het aantal runderen en varkens en een forfaitaire mestproductie per diertype werd de totale mestproductie geschat. De mestproductie per rund is echter beduidend groter dan de mestproductie van een varken wat zich vertaalt in de mestproductie statistieken. In de regio zijn ca. 20.000 stuks runderen en 78.000 stuks varkens aanwezig. In Balen, Hamont-Achel en Neerpelt bevinden zich telkens ca. 20.000 varkens. Qua runderen tellen Mol, Overpelt, Hamont-Achel en Neerpelt telkens meer dan 3.000 stuks. Dit resulteert in het totaal in een geschat volume van ongeveer 230.000 m<sup>3</sup> rundermest en 100.000 m<sup>3</sup> varkensmest. Een overzicht van deze gegevens wordt weergegeven in Figuur 19.



Figuur 19. Veestapel en mestproductie in de regio Lommel

Rekening houdend met een biogasproductie van 25 m<sup>3</sup> biogas per ton mest<sup>39</sup>, kan er theoretisch 8,5 miljoen m<sup>3</sup> biogas worden geproduceerd. Het biogas heeft een methaangehalte a rato van 60%<sup>40</sup> waardoor dit staat voor een volume van 5,1 miljoen m<sup>3</sup> biomethaangas. De energie-inhoud van biomethaan bedraagt 10 kWh/m<sup>3</sup>. De totale energie-inhoud van het biogaspotentieel bedraagt dan ca. 50.000 MWh<sub>p</sub> (primair). Rekening houdend met een omzettingsefficiëntie van 35% bij de productie van elektriciteit kan 18.000 MWh<sub>e</sub> (elektrisch) worden geproduceerd.

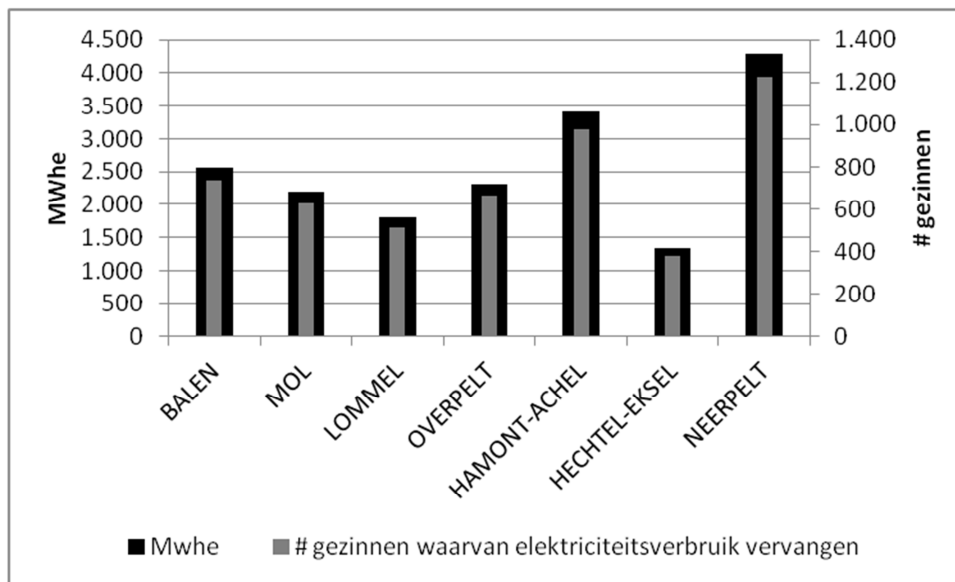
<sup>38</sup> Persoonlijke communicatie Vleeschouwers B. (Boerenbond)

<sup>39</sup> Derden et al. (versie januari 2012). Best Beschikbare Technieken (BBT) voor (mest)covergistinginstallaties.

<sup>40</sup> LfL agrarökonomie (2004). Biogasausbeuten verschiedener substrate. Beschikbaar via [http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/?sel\\_list=51%2Cl&strsearch=&pos=left](http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/?sel_list=51%2Cl&strsearch=&pos=left).



Het gemiddeld verbruik van een Vlaams gezin bedraagt ca. 3.500 kWh<sub>e</sub><sup>41</sup>. In totaal kan het elektriciteitsverbruik van ca. 5.000 gezinnen worden ingevuld<sup>42</sup>. In de vernoemde regio betekent dit dat het elektriciteitsverbruik van zo'n 10% van de huishoudens voorzien kan worden. Figuur 20 geeft deze resultaten weer.



Figuur 20. Potentiële elektriciteitsproductie o.b.v. biogasproductie mest

Hoewel de vertegenwoordigers van de stad Lommel aangaven niet geïnteresseerd te zijn in een mestvergistingsinstallatie op de site van Kristalpark III werd de potentieelberekening toch uitgevoerd. In hoofdzaak om het aanzienlijke energieproductiepotentieel dat vervat zit in lokale mest te kaderen. In theorie zouden immers alle huishoudens van Lommel voorzien kunnen worden van groene elektriciteit op basis van lokale mest. Naast de elektriciteitsproductie komt daarnaast uiteraard een grote hoeveelheid warmte vrij, die eveneens nuttig kan worden ingezet.

Anderzijds dient erkent dat het om een theoretisch potentieel gaat. Al de mest gaan vergisten is praktisch geen haalbare optie, althans niet op korte termijn. Bovendien dient het vanuit praktisch oogpunt steeds covergist te worden met OBA of energiegewassen. De forfaitaire aannames aangaande mestproductie zijn robuust en dienen verder verfijnd. De berekening toont alleszins aan dat zelfs indien maar 10% van de mest zou worden vergist ca. 500 gezinnen van elektriciteit kunnen worden voorzien, (of enkele KMO's).

Naast maïs en mest werd ook een inventarisatie uitgevoerd voor miscanthus, korte omloop hout en switchgrass. De teelt van korte omloop hout (KOH) is in Vlaanderen tot op heden nog erg marginaal. Wanneer KOH, zoals wilg en populier, geteeld wordt op landbouwgronden is dit vandaag vooral voor gebruik in een eigen stookinstallatie. De kansen van KOH in de context van een ECP zijn daardoor eerder beperkt.

<sup>41</sup> Vreg. Info over het gemiddelde elektriciteits- en aardgasverbruik. Beschikbaar via <http://www.vreg.be/info-over-het-gemiddelde-elektriciteits-en-aardgasverbruik>.

<sup>42</sup> Noot: Stad Lommel telt ongeveer 5.400 gezinnen

Bij eigengebruik is de vermeden brandstofkost immers het grootst en daardoor economisch het meest interessant. Er werd één specifiek scenario op basis van korte omloop teelten (namelijk miscanthus, KOH en switchgrass) uitgewerkt. De details hiervan worden verder besproken in paragraaf 10.1.

#### 4.1.3. Afval

##### 4.1.3.1. Industrie

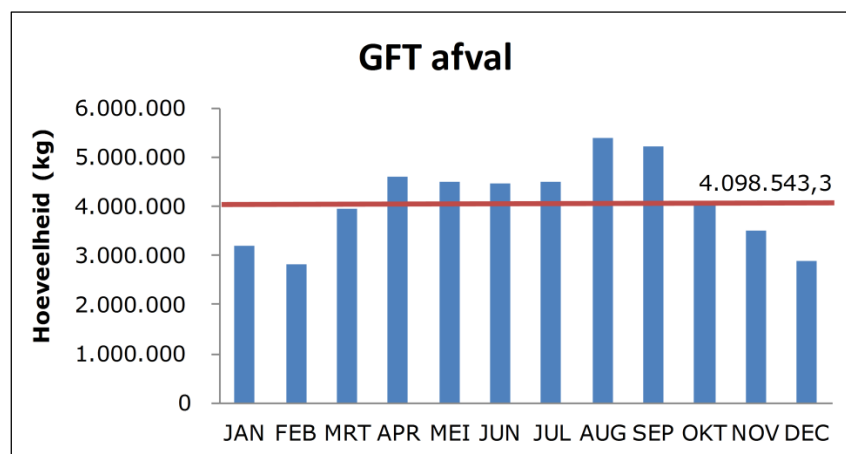
Om een idee te krijgen van de hoeveelheid biomassa reststromen en de warmtevraag/aanbod uit de industrie, werd een online enquête verstuurd (zie Bijlage A: Enquête). De enquête werd verstuurd via de ledenlijst van de ondernemersclubs van Noord-Limburg. Bij dit soort organisaties kunnen lokaal gevestigde bedrijven zich aansluiten. Door de organisatie worden verschillende activiteiten georganiseerd rond specifieke onderwerpen die het algemeen belang van de verschillende deelnemers behartigen. Één van de activiteiten van de ondernemersclub bestaat uit de organisatie van een aantal ochtendvergaderingen in samenwerking met het stadsbestuur. Hierop werd het project ook voorgesteld om zo kennis te maken met een aantal ondernemingen. Op de online enquête werd echter weinig reactie ontvangen. Om deze reden werden de belangrijkste partijen geïdentificeerd en via telefoon of persoonlijk bezoek gecontacteerd.

Resthout zijn houtresten afkomstig van onder andere schrijnwerkerijen, bos- en tuinbouw, en andere houtverwerkende bedrijven. Deze houtfractie werd geïnventariseerd over een straal van 30 km rondom Lommel. In deze straal van 30 km bevinden zich meer dan 100 schrijnwerkerijen en andere houtverwerkende bedrijven. Om deze inventarisatie uit te voeren, is er telefonisch contact opgenomen met een dertigtal bedrijven, en werden er mails verstuurd naar een twintigtal van deze houtverwerkende bedrijven. Slechts 20 bedrijven reageerden positief. Er zijn grote verschillen waar te nemen tussen de verschillende bedrijven en afzetprijzen lopen sterk uiteen. Sommige bedrijven betalen tot 40 euro per ton, andere bedrijven ontvangen tot 32 euro per ton voor het resthout. Daarnaast gebruiken ook veel kleinere houtverwerkende bedrijven het resthout zelf. Wanneer voldoende grote hoeveelheden beschikbaar zijn, wordt het hout vaak afgezet bij bestaande biomassacentrales en wordt hiervoor een opbrengst ontvangen. Uit de analyse kan besloten worden dat ongeveer 500 ton resthout per jaar vrijkomt.

Gezien op de industrieterreinen in Lommel veel kleinere houtverwerkende bedrijven aanwezig zijn, zou het eventueel interessant kunnen zijn om reststromen in gezamenlijke containers te verzamelen en collectieve contracten af te sluiten met afnemers.

#### 4.1.3.2. Gemeente – GFT

GFT-afval wordt in ca. 65 procent van de gemeenten opgehaald door middel van GFT-containers die in kraakperswagens leeggemaakt worden<sup>43</sup>. Via deze selectieve inzameling wordt er in Limburg jaarlijks 49.182 ton GFT ingezameld, wat neerkomt op gemiddeld 56,7 kg per inwoner<sup>44</sup>. De hoeveelheden GFT die per inwoner ingezameld worden variëren zeer sterk. Deze variaties kunnen verklaard worden door verschillen in gebiedsstructuur (stedelijk/landelijk), tarifiering, en preventiemaatregelen<sup>45</sup>. Naast deze gescheiden huis-aan-huis inzameling kunnen mensen hun GFT-afval zelf thuis composteren. Een belangrijk kenmerk van GFT zijn de seizoensgebonden schommelingen in het aanbod. Tijdens de wintermaanden neemt het aanbod bijvoorbeeld af ten opzichte van de rest van het jaar. Deze schommelingen zijn weergegeven in Figuur 21. In een studie van Scarabe wordt aangegeven dat, indien nodig, extra organische massa kan worden aangetrokken door de inzamelregels- en faciliteiten te wijzigen. Hierbij wordt wel rekening gehouden met een maximum hoeveelheid die zal variëren afhankelijk van de regio<sup>46</sup>.



Figuur 21. Huis-aan-huis inzameling GFT-afval in Limburg (2011)

Niet al het GFT-afval in een straal van 30 km rondom Lommel is beschikbaar voor gebruik in het ECP in Belgisch-Limburg. Dit komt doordat een deel van dit gebied in de Antwerpse Kempen ligt waar IOK (Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor de Kempen) het GFT-afval ophaalt. Daarnaast ligt een deel van het gebied op Nederlands grondgebied. Deze stromen zijn ook niet beschikbaar voor de verwerking in het ECP. Daarom wordt verondersteld dat enkel de stromen die opgehaald worden door Limburg.net beschikbaar zijn voor eventuele verwerking. Limburg.net is de afvalintercommunale die instaat voor de afvalpreventie en inzameling van 44 gemeenten in de provincie Limburg en de stad Diest.

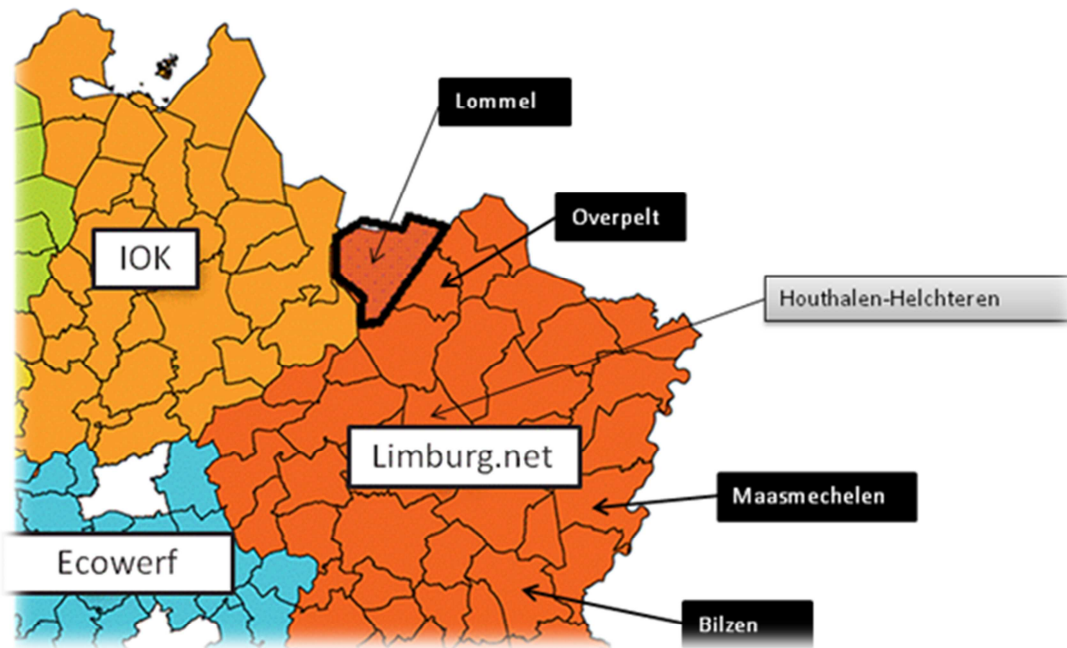
<sup>43</sup> VMM (2011). Milieuraapport Vlaanderen MIRA: Achtergronddocument Thema Beheer afvalstoffen (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via [http://www.milieuraapport.be/Upload/main/0\\_achtergronddocumenten/2011/AG2011\\_Afval\\_TW.pdf](http://www.milieuraapport.be/Upload/main/0_achtergronddocumenten/2011/AG2011_Afval_TW.pdf).

<sup>44</sup> Limburg.net (2012). Jaarverslag 2011 – Inzameling (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via <http://www.jaarverslaglimburg.net/44226/2011/wat-doet-limburg-net/inzameling.html>.

<sup>45</sup> OVAM (2009). Economische marktanalyse voor een duurzame verwerking van (deelstromen) van groen- en gft-afval (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via [http://www.ovam.be/jahia/Jahia\\_/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2192](http://www.ovam.be/jahia/Jahia_/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2192).

<sup>46</sup> Scarabe (2011). Het bepalen van de beschikbare hoeveelheid huishoudelijk organisch afval.

Een intercommunale is een vereniging van gemeenten met als doel het realiseren van taken van algemeen belang, zoals afvalverwerking<sup>47</sup>. Een overzicht van de intercommunale afvalverwerkers in het noordoosten van Vlaanderen wordt gegeven in Figuur 22. Er wordt verondersteld dat 15.000 ton GFT-afval beschikbaar is voor de verwerking in een ECP, hetgeen ongeveer 30 procent vormt van de totale hoeveelheid GFT-afval in Limburg. Deze fractie komt overeen met de verwerkingscapaciteit van Bionerga NV voor GFT-afval in Maasmechelen waar de vergunning mogelijks afloopt in 2027 om zo plaats te maken voor natuurgebied. Bionerga NV staat in voor de afvalverwerking afkomstig van de provincie Limburg.



*Figuur 22. Overzicht intercommunale werking in het noordoosten van Vlaanderen*

Verschillende gesprekken vonden plaats met zowel de lokale intercommunale Limburg.net, als met de Limburgse afvalverwerkingsmaatschappij Bionerga NV om na te gaan wat haalbare toekomstmogelijkheden zijn. Bionerga NV beheert één verbrandingsinstallatie (Houthalen) en drie composteerinstallaties (Bilzen, Maasmechelen en Overpelt). De locaties worden weergegeven in Figuur 22. De opdrachthouder in het kader van afvalverwerking, Limburg.net, en de eigenlijke afvalverwerker en eigenaar van de verwerkingseenheden, Bionerga NV, zijn, zoals aangegeven, twee verschillende entiteiten. Dit verhoogt de complexiteit en is een wezenlijk verschil met de structuur van heel wat andere intercommunale afvalverwerkers waarbij beide activiteiten in dezelfde intercommunale structuur zijn verankerd. Bovendien dient er in het kader van mogelijkheden voor GFT-vergisting rekening gehouden te worden met de organisatie van de ophaling van organisch afval in de regio Lommel. Vlaanderen is voor de inzameling van organisch-biologisch afval opgedeeld in GFT- en groenregio's. Groenafval van huishoudelijke oorsprong is afkomstig van het onderhoud en beheer van particuliere tuinen.

<sup>47</sup> Vlaamse Overheid. De intercommunales of verenigingen van gemeenten. Opgevraagd via <http://www.vlaanderen.be/nl/overheid/werking-vlaamse-overheid/lokale-en-provinciale-werking/de-intercommunales-verenigingen-van-gemeenten>.

Ook bij onderhoud van gemeentelijk, provinciaal, gewestelijk en bedrijfsgroen komen er aanzienlijke hoeveelheden groenafval vrij. In de regio's waar GFT-afval wordt opgehaald, wordt het groenafval minimaal op de containerparken ingezameld<sup>48</sup>. Lommel bevindt zich in een groenregio. Het verzamelde groenafval wordt gecomposteerd in de installatie van Renovius (onderdeel van Bionerga NV) te Overpelt. Gezien het gaat om een groenregio is de beschikbaarheid van GFT-afval als gescheiden afvalstroom momenteel beperkt in de regio. Hierbij wordt opgemerkt dat een onderscheid gemaakt wordt, binnen de groenregio Lommel, tussen het groenafval van huishoudelijke oorsprong dat op regelmatige basis wordt opgehaald (*i.e.* maaisel, snoeisel, onkruid, plantenresten, bladeren) en het deel snoeihout dat in bundels gebonden moet worden en minstens vier maal per jaar wordt opgehaald. Daarnaast kan groenafval ook worden aangeboden op het containerpark. Het groenafval van huishoudelijke oorsprong zou, vanuit technisch oogpunt, ook in aanmerking kunnen komen voor vergisting. Verder kan opgemerkt worden dat groenafval niet alleen in de tuinen van de burgers ontstaat.

Uit de gesprekken met beide partijen werd duidelijk dat er nog geen concrete visie bestond rond voorvergisting van GFT en/of groenafval. *Grosso modo* bestaan er vandaag twee mogelijke opties: (a) er komt een voorvergisting uitgebaat door Bionerga NV of (b) GFT stromen worden bij Bionerga NV voorbewerkt tot meer optimale vergistbare producten, die dan als intermediaire grondstof worden aangeleverd aan een externe vergistinginstallatie. Binnen het ECP project wordt bekeken of het interessant is voor Limburg.net/Bionerga NV om te investeren in een voorvergistinginstallatie (*i.e.* optie a). Voor de locatie van een dergelijke installatie zien we vandaag nog enkele opties:

i) Bij de sluiting van de GFT- en groencomposteerinstallatie te Maasmechelen wordt deze verwerkingscapaciteit verschoven naar Noord-Limburg. Dit creëert opportuniteiten voor een GFT-vergister met nacompostering in de regio. De uitbating kan plaatsvinden op het Kristalpark III te Lommel. Dit is echter eerder een theoretische veronderstelling gezien Lommel een groenregio is. Mogelijk zou de uitbating van een GFT vergistinginstallatie in Lommel gepaard kunnen gaan met de overgang van de regio naar een GFT-regio. Alternatief zou gefocust kunnen worden op (het afzeven van) de vergistbare fractie van het verzamelde groenafval (zie *supra*).

ii) Bij de sluiting van de GFT- en groencomposteerinstallatie te Maasmechelen wordt deze verwerkingscapaciteit ook verschoven naar Noord-Limburg, maar naar de terreinen van Renovius te Overpelt. Om het digestaat na vergisting te kunnen verwerken op de site van Renovius zal de huidige groencomposteringsinstallatie mogelijks overkapt moeten worden. De vergistingsinstallatie moet niet per definitie op de site van Renovius geplaatst worden, deze zou ook op Kristalpark III gevestigd kunnen worden. Het digestaat moet dan wel over een afstand van *ca.* 10 km getransporteerd worden. Ook in dit geval zou het plaatsen van een vergistinginstallatie in Noord-Limburg gepaard kunnen gaan met de overgang van de regio naar een GFT-regio.

---

<sup>48</sup> OVAM (2010). Inventarisatie Biomassa 2007-2008 (deel 2009) met potentieel 2020.

iii) Bij de sluiting van de GFT- en groencomposteerinstallatie te Maasmechelen wordt deze verwerkingscapaciteit verschoven naar Centraal- of Zuid-Limburg. De opportuniteit voor een GFT-vergistinginstallatie in Noord-Limburg wordt daardoor minder groot. Maar de gesuggereerde uitbreiding moet niet per se verankerd worden op de site in Centraal- of Zuid-Limburg. De uitbreiding van de GFT-vergistingactiviteit zou kunnen plaatsvinden op het Kristalpark III te Lommel, waarbij het digestaat wordt nagecomposteerd op de site in Centraal- of Zuid-Limburg. Het transport-traject tussen beide sites bedraagt dan *circa* 30 km. Echter vanuit economisch en milieu oogpunt is het in dat geval beter de vergistinginstallatie dichtbij de nacomposteringsinstallatie te plaatsen.

#### 4.1.3.3. Gemeente – maaisel

Bermmaaisel langs wegen en waterlopen heeft een potentieel om gebruikt te worden als inputbron voor de opwekking van bio-energie. Volgens het Bermbesluit moet een natuurvriendelijk bermbeheer gestimuleerd worden via een aangepast maai-beheer, ook bij de onbevaarbare waterlopen. Eén van de belangrijkste aspecten in de omzendbrief van 4 juni 1987 betreffende bermbeheer door publiekrechtelijke rechtspersonen is de noodzaak om het maaisel binnen de tien dagen te verwijderen. Deze afvoer is noodzakelijk om de bermen voedselarm te maken en om ervoor te zorgen dat de dominantie van een beperkt aantal, weinig interessante soorten niet toeneemt. Bovendien zorgt deze afvoer ervoor dat de rivieren, beken, etc. niet verstopt kunnen geraken, waardoor eventuele overstromingen vermeden kunnen worden. Momenteel wordt het bermmaaisel niet altijd afgevoerd omdat bermbeheerders het "proportionaliteitsbeginsel" kunnen invoeren. Dit proportionaliteitsbeginsel houdt in dat de handelingen van de watering op het vlak van het verwijderen van het maaisel in een redelijke verhouding moeten staan ten opzichte van het te bereiken doel. Een andere reden voor het niet afvoeren van het bermmaaisel is de hoge kost die hier momenteel mee gepaard gaat. In de omzendbrief wordt verder aangegeven dat een maaihoogte van minimaal 10 cm gehanteerd moet worden om de biodiversiteit in de bermen te stimuleren. Deze maaihoogte wordt ook vermeld in het standaardbestek 250. Ook dit wordt momenteel niet toegepast bij het maaien van bermen langs waterlopen omdat dit technisch (met de huidige machines) niet mogelijk is. In tegenstelling tot compostering (*i.e.* huidige verwerkingsmethode) kan, zoals hierboven vermeld, ook energie opgewekt worden. Echter de aanwezigheid van zand kan de omzetting van het maaisel naar energie bemoeilijken. Bovendien wordt het maaisel best vers aangeleverd aan de installatie om de biogasopbrengst te maximaliseren. Indien aan beide voorwaarden voldaan kan worden, worden automatisch de aanbevelingen uit de omzendbrief in acht genomen. Er kan met andere woorden winst gecreëerd worden op diverse gebieden waardoor bermmaaisel kan bijdragen aan een CO<sub>2</sub>-neutraal Limburg.

Voor de case Belgisch-Limburg werd een eerste potentiële inschatting uitgevoerd om na te gaan hoeveel bermmaaisel rond waterlopen vrij kan komen. Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van de watering de Dommelvallei, maar maakt ook een inschatting voor heel Limburg. Limburg telt in totaal *ca.* 1.800 km onbevaarbare waterlopen. In Figuur 23 wordt visueel een overzicht gegeven van de waterlopen in Limburg. Waterlopen van categorie 1 vallen automatisch onder het beheer van de Vlaamse overheid (Afdeling Operationeel Waterbeheer van de VMM).

Waterlopen van categorie 2 en 3 vallen respectievelijk onder het beheer van de provincie en van de gemeenten. De eerste categorie telt ca. 231 km waterlopen in de provincie Limburg. De tweede categorie omvat ca. 928,39 km waterlopen en tot slot bevat de derde categorie ca. 630 km waterlopen binnen de provincie Limburg. De waterwegen van de eerste categorie zijn groter en bijgevolg beter bereikbaar. Algemeen kan gesteld worden dat het maaisel dat vrij komt uit het beheer van de waterlopen in natuurgebied, wordt afgevoerd naar een composteringsinstallatie en dat het maaisel dat vrijkomt op landbouwgebied verhakseld wordt en blijft liggen.



Figuur 23. Waterlopen in Limburg

De watering de Dommelvallei situeert zich in Noord-Limburg in de gemeenten Hechtel-Eksel, Neerpelt, Overpelt en Peer. Een watering is, net als een gemeente, een zelfstandig openbaar bestuur dat verantwoordelijk is voor het waterbeheer binnen haar gebied. Watering de Dommelvallei staat in voor het beheer van 180 km onbevaarbare waterwegen van 2<sup>de</sup>, 3<sup>de</sup> en 4<sup>de</sup> categorie. De eerste categorie valt automatisch onder het beheer van de VMM (Vlaamse Milieumaatschappij). Momenteel wordt er 110 km van het totale gebied machinaal gemaaid, de rest wordt handmatig gemaaid. Het maaien zelf wordt uitbesteed aan een aannemer en vindt plaats in de periode september tot november (*i.e.* na de maïsoogst). Het maaisel van 22 km werd in 2011 afgevoerd voor compostering tegen een transportkost van €4/ton en stortkost (gate fee) van €22,5/ton, beiden excl. BTW. De afgevoerde fractie had een totaal gewicht van 161 ton, waarvan de fractie zand door de aannemer wordt ingeschat op 15 tot 20 procent. Hiernaast werd in de zomer nog 10 km gemaaid. In de zomer wordt enkel een ruiming gedaan waar nodig. Doordat deze ruiming meestal slechts een beperkt gebied bevat, wordt in deze potentieelstudie enkel rekening gehouden met de maaibeurt in september tot november. Uit deze cijfers kan afgeleid worden dat slechts 13 procent van al het maaisel afgevoerd wordt. Er blijft dus maar liefst 87 procent achter in de bermen. Zoals eerder vermeld roepen de bermbeheerders vaak het proportionaliteitsbeginsel in om zichzelf te verdedigen voor dit lage afvoerpercentage. De resultaten worden weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Afvoer maaisel waterlopen

Gemeente	Afstand waterlopen (in km)	Afvoer (in ton)
Lommel	32,82	31,23
Hechtel-Eksel	33,11	31,51
Overpelt	28,95	27,55
Neerpelt	69,84	66,46
Hamont-Achel	52,32	49,79
Bocholt	75,74	72,08
Peer	78,86	75,04
Bree	94,07	89,51
Meeuwen-Gruitrode	37,66	35,84
Houthalen-Helchteren	56,99	54,24
Heusden-Zolder	62,44	59,42
Beringen	71,11	67,67
Leopoldsburg	5,71	5,43
Tessenderlo	25,59	24,35
Ham	28,54	27,16
Balen	85,28	81,15
Laakdal	46,67	44,41
Meerhout	48,52	46,18
Geel	143,12	136,19
Mol	43,27	41,17
Dessel	11,09	10,56
Retie	39,29	37,39
<b>Totaal</b>	<b>1.171</b>	<b>1.114</b>

Interessanter is het maaisel dat vrij kan komen langs autowegen. Dit maaisel is doorgaans minder nat en logistiek gemakkelijker te verzamelen. Uit een verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor de inzet van bermgras voor duurzame energieopwekking blijkt dat er 3,5 ton vers maaisel per hectare vrijkomt. Het vers gemaaide gras heeft een vochtgehalte van ongeveer 70 procent, maar indien men het in de berm laat drogen (op natuurlijke wijze), kan het vochtgehalte dalen tot ongeveer 50 procent<sup>49</sup>. Aangezien het biogaspotentieel van maaisel afneemt naarmate het langer in de berm blijft liggen, zal het best zo snel mogelijk na het maaien afgevoerd worden. Onderzoek naar het potentieel van deze stroom werd ook reeds uitgevoerd in het kader van het project 'Graskracht'<sup>50</sup>. Binnen het ECP project werd daarom gebruik gemaakt van deze resultaten.

<sup>49</sup> BTG (2003). Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor de inzet van bermgras in Overijssel voor duurzame energie-opwekking (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via <http://www.overijssel.nl/thema's/milieu/milieu-beleid/>.

<sup>50</sup> <http://www.graskracht.be/>



## 4.2.Evaluatie en leerpunten

Bij de inventarisatie van de beschikbare hoeveelheid biomassa kan besloten worden dat de theoretische hoeveelheid, die berekend kan worden op basis van statistische data, vaak sterk afwijkt van de werkelijk contracteerbare hoeveelheid die gebaseerd wordt op interviews. In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de geïnventariseerde biomassastromen.

Tabel 5. *Samenvatting biomassa-inventarisatie*

<b>Stroom</b>	<b>ton</b>
Hout bosland	4.052
Maïsstro	25.000
Hout industrie	500
GFT	15.000
Groenafval	9.000
Maaisel	1.114 + bermmaaisel <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Voor de hoeveelheid in de uitgewerkte ECP concepten (zie HOOFDSTUK 10) is minder dan 1% van de beschikbare hoeveelheid in Vlaanderen nodig<sup>48</sup>.

De vraag naar houtige biomassa als bron van energie neemt toe, waardoor competitie met andere energie-initiatieven verwacht kan worden. Daarom zal de focus voor de meeste ECP initiatieven op natte stromen liggen.

Het is moeilijk om toekomstige kosten van biomassa in te schatten. Voor sommige stromen worden gate fees ontvangen, maar ook deze komen onder druk te staan waardoor dit in de toekomst misschien niet langer het geval zal zijn. Een gate fee is een prijs die voor een stroom betaald moet worden aan de poort van een installatie om deze te verwerken. In theorie komt deze prijs overeen met de operationele kosten en afschrijvingskosten per eenheid verwerkt materiaal.

## HOOFDSTUK 5. INVENTARISATIE ENERGIE POTENTIEEL EN LOKALE VRAAG

In het vorige hoofdstuk werd dieper ingegaan op de biomassa inventarisatiemethode die gebruikt werd voor de case Belgisch-Limburg. In dit hoofdstuk wordt de inventarisatie van het lokale aanbod van en de vraag naar warmte toegelicht.

### 5.1. Methodiek inventarisatie

Belangrijk voor de economische haalbaarheid van een ECP concept is de valorisatie van restwarmte die resulteert uit sommige conversie processen. Elektriciteit kan relatief gemakkelijk op het net geïnjecteerd worden, maar warmte is veel moeilijker te transporteren, zeker over grotere afstanden. Om deze reden is het nuttig te zoeken naar lokale warmtevragers. Anderzijds, is het interessant om na te gaan waar lokale (rest)warmteaanbieders gelokaliseerd zijn. Deze kunnen mee de back-up verzorgen in een lokaal warmtenet of, indien onvoldoende warmte geproduceerd wordt binnen een ECP voor de gebruikte conversieprocessen, warmte rechtstreeks aanleveren.

Er zijn in Vlaanderen geen gegevens op bedrijfsniveau openbaar beschikbaar over biomassa reststromen of energieverbruiken. Deze gegevens worden doorgegeven via het integraal milieujaarverslag (IMJV), maar om deze in te kijken, is per bedrijf een expliciete toelating nodig. Er moet daarom gezocht worden naar andere methoden die zich lenen tot een meer efficiënte aanpak. Er kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van enquêtes of interviews (telefonisch/persoonlijk). Beide methodes hebben voor- en nadelen. Zo zijn enquêtes eenvoudig om een grote groep bedrijven snel te bereiken, maar is de responsgraad laag. Interviews vragen meer tijd, maar kennen ook een veel hogere responsgraad, bovendien kan onmiddellijk een aftoetsing van de interesse plaatsvinden. Om deze redenen werd er in Lommel, zoals in vorig hoofdstuk reeds vermeld, gekozen om een algemene enquête naar bedrijven in de regio te zenden en enkele potentieel belangrijke partijen te selecteren voor interviews. In Tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de bedrijven op de omliggende industrieterreinen Balendijk en Maatheide die gecontacteerd werden in het kader van de inventarisatie van energie potentieel en lokale vraag. De geografische ligging van de bedrijven wordt weergegeven in Figuur 24. Uit de gesprekken bleek dat voornamelijk Nyrstar (metaalconcern) en Emgo/Ducatt (glasindustrie) een groot warmteoverschot hadden. Sibelco (kwartzand) en Prefaco (Juma Beton) (prefab betonstructuren) beschikken daarentegen nog over een warmtevraag. Ook Centerparcs 'De Vossemeren' (subtropisch zwembad) heeft een grote warmtevraag. Momenteel verwarmen zij het subtropisch zwembad, de 60 hotelkamers en de 650 vakantiehuisjes op gas.

Tabel 6. Overzicht gecontacteerde bedrijven energiestromen

Sibelco	Aquafin
Centerparcs	ViskoTeepak
Emgo/Ducatt	Nyrstar
Prefaco (Juma Beton)	

Gesprekken werden gevoerd met bedrijven op de omliggende industrieterreinen omdat Kristalpark III nog ingevuld moet worden en het daardoor moeilijk in te schatten is wat de warmtevraag daar zal zijn. De kans bestaat echter dat er zich een bedrijf zal vestigen met een grote warmtevraag of een groot warmteaanbod, mede doordat een gedeelte 'Seveso' is ingekleurd. Ook wanneer zich verschillende kleinere warmtevragers of –aanbieders zich vestigen, laat een nieuw in te vullen bedrijventerrein toe om eenvoudiger een warmtenet te voorzien in vergelijking met een bestaande site.

Lommel United (voetbalclub) heeft plannen om een nieuw, energievriendelijk voetbalstadion te bouwen met een capaciteit van 10.000 plaatsen. Daarnaast zou in het stadion ook plaats worden voorzien voor kantoorruimten. Er is nog geen concrete locatie vastgelegd, maar volgens schepen van sport Jasmine Vangrieken, zijn twee van de drie voorkeurlocaties rondom Kristalpark III gesitueerd. Momenteel zijn die gebieden bestemd als landbouwgrond of industriegebied. Bijgevolg is een bestemmingswijziging nodig en zal een MER (milieu-effecten rapport) opgesteld moeten worden<sup>51</sup>. Wanneer het stadion op Kristalpark III gebouwd zal worden, is het interessant om een warmtenetwerk vanuit een ECP hieraan te koppelen. Op die manier kan warmte aangeleverd worden voor de kantoorruimten en eventueel voor veldverwarming.

Zwembaden verbruiken vaak veel energie, en warmte in het bijzonder, door de continue verwarming van het water en de hoge luchttemperatuur (*cfr.* Centerparcs). Ze hebben daardoor een erg interessant profiel voor warmtelevering. In Lommel werd reeds nagedacht om het stedelijk zwembad te verwarmen met groenafval. Het stedelijk zwembad in Lommel biedt plaats voor 150 zwemmers, de temperatuur van het water en de lucht worden er constant op *ca.* 29°C gehouden<sup>52</sup>. Een ECP zou de warmte hiervoor direct kunnen leveren. Indien de afstand te groot is zou een ECP ook biogas kunnen leveren dat ter plaatse omgezet kan worden in de benodigde warmte. Echter het aanleggen van een biogasleiding over een te grote afstand voor een één-op-één levering is erg duur. De geografische ligging van het stedelijk zwembad wordt eveneens weergegeven in Figuur 24.

<sup>51</sup> Thomas Voets (16/01/2013). Exclusief - Stadiondossier Lommel United: 'Zijn er volop mee bezig'. Opgevraagd op 19/02/2013 via <http://www.nr10.be/tweedeklasse/nieuws/item/exclusief-stadiondossier-lommel-united>.

<sup>52</sup> Bea Faes (2011). Het gebruik van pyrolyse-olie in warmtekrachtkoppeling, een haalbare kaart in de Kempen? Drie gevalstudies: zwembad, ziekenhuis en woon- en zorgcentrum. Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur, afstudeerrichting technologie-, innovatie en milieumanagement.

Ook zorginstellingen zijn een interessante warmteafnemer<sup>53</sup>. In Lommel zijn verschillende rust- en verzorgingstehuizen aanwezig, zoals woon- en zorgcentrum Hoevezavel, De Bekelaar, en woon- en zorgcentrum Kapittelhof (zie Figuur 24). De warmtevraag van woon- en zorgcentrum Hoevezavel alleen zou zo'n 7.000 GJ per jaar bedragen<sup>52</sup>.

Tot slot is glastuinbouw een interessante warmteafnemer. In de glastuinbouw heeft men zowel behoefte aan warmte als aan CO<sub>2</sub>. Indien een dergelijk project zich in de buurt van Kristalpark III zou ontwikkelen, vormt dit zeker een opportuniteit voor een ECP-concept.



Figuur 24. Geografische ligging bedrijven energiestromen

## 5.2. Evaluatie en leerpunten

Een inventarisatie van geplande initiatieven die warmte nodig zullen hebben, zoals zwembaden, rusthuizen, ziekenhuizen, stadion,... is sterk aan te raden omdat de levering van warmte vanuit bijvoorbeeld een ECP reeds in de bouwfase meegenomen kan worden. Bij bestaande gebouwen is de warmtevoorziening reeds geïntegreerd en is het vaak moeilijker om een koppeling te maken. Bovendien zijn investeringen voor warmtelevering reeds gedaan en moet ook deze afgeschreven worden.

<sup>53</sup> Stroobandt A. (2007). WKK in zorginstellingen. Beschikbaar via [http://www.cogenvlaanderen.be/beheer/uploads/20071218\\_wkk\\_in\\_verzorgingssector.pdf](http://www.cogenvlaanderen.be/beheer/uploads/20071218_wkk_in_verzorgingssector.pdf).

Bij een één-op-één levering van warmte moet in de meeste gevallen een back-up systeem voorzien worden zodat continue warmtelevering verzekerd kan worden. Daarom is aan te raden een warmtenetwerk te voorzien waar meerdere warmteleveranciers en –afnemers gekoppeld worden aan elkaar. Centraal kan een back-up systeem voorzien worden om levering van warmte te garanderen. Ook hier is het interessant om het netwerk reeds in de bouwfase te voorzien, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van een nieuw industrieterrein.

Bij het inventariseren van de warmteafnemers is het niet enkel belangrijk om na te gaan wat de warmtevraag is, maar ook hoe deze zich over het jaar heen gedraagt. Bijvoorbeeld de verwarming van woonwijken is minder interessant doordat deze in de zomer weinig warmte nodig hebben en binnen een ECP warmte continu geproduceerd zal worden.

## HOOFDSTUK 6. MATCHMAKING

---

Het 'matchmaking-' of koppelingsproces is een zoektocht naar de meeste optimale uitwisseling van zowel energie- als materiaalstromen tussen de verschillende installaties van het ECP en/of de energievraag van de lokale ondernemers/entiteiten. De matchmaking leidt uiteindelijk tot een eerste concept dat beschrijft 'hoe een ECP er zou kunnen uitzien'. Zowel de matchmaking als het resulterende concept zijn veeleer oriënterend dan specifiek. Toch leert de ervaring dat, wanneer de resultaten van de vorige stappen worden voorgesteld aan de klankbordgroep (zie stap 6) zonder deze informatie eerst te clusteren tot concepten, dit kan leiden tot sterk uiteenlopende en vage discussies. Het risico bestaat dat hierdoor de interesse vanwege de deelnemers aan de klankbordgroep afneemt en het gecreëerde 'momentum' van de ECP-case verloren gaat. Daarom is het matchmaking proces een cruciale en essentiële stap en vormt hét discussiedocument in de volgende stappen.

Bij de selectie van de locatie (HOOFDSTUK 2) werd de pas ontwikkelde bedrijvensite Kristalpark III als een belangrijke troef gezien. Het park werd medio 2011 geopend. Door de projectpartners werd verwacht dat er in de loop van 2012, al was het beperkt, een zicht zou komen op potentiële bedrijven die zich zouden vestigen op de site. Duidelijkheid hieromtrent bleef echter uit. Er werd dan ook de strategische keuze gemaakt om, in een eerste fase, matchmaking opportuniteiten met partijen in de omgeving van de site te analyseren. Wanneer nieuwe bedrijven zich in de toekomst vestigen op de site is het alsnog aangeraden een tweede fase van de matchmaking op te starten. In wat volgt vindt u een overzicht van de eerste matchmaking fase.

De zinksmelterij van **Nyrstar** in Balen ligt op de gemeentegrens tussen Balen en Lommel en sluit onmiddellijk aan op de site van Kristalpark III aan Lommelse zijde. De winning van zink is er gebaseerd op een hydrometallurgisch of elektrolytisch proces waarin een waterige oplossing wordt gebruikt in combinatie met elektrolyse om een vaste afzetting van zink te produceren. De zinksmelterij heeft dan ook zeer hoge elektriciteits- en een lage warmtebehoefte. Daarenboven komt in de eerste productiestap van het proces, de roosterij, heel wat warmte vrij (exotherme reactie). Deze warmte wordt omgezet in hoge-druk stoom en gevoed aan een stoomturbine. In een eerste tegendrukstap wordt de stoom geëxpandeerd van 65 bar naar 4 bar. Op dat punt wordt een gedeelte van de lage-druk stoom afgetapt om te voldoen aan de quasi volledige warmtebehoefte van de logerij. Het overige deel van de lage druk stoom wordt, in een tweede expansiestap, verder gecondenseerd over de turbine. Deze tweede stap wordt voornamelijk genomen in het kader van economische bedrijfs optimalisatie. De condensatiestap zorgt immers voor bijkomende zelfproductie van elektriciteit waardoor de energiefactuur van het bedrijf daalt. De condensatiestap is echter niet noodzakelijk voor het zinkwinningsproces. Nyrstar is dan ook erg geïnteresseerd om eventuele uitwisseling van deze lage-druk stoom, aan een marktconforme prijs, met lokale afnemers te bespreken.

In functie van de afnemers zou Nyrstar de recuperatie van restwarmte van zijn exotherme processen nog verder kunnen intensifiëren om zo bijkomend restwarmte potentieel te genereren. Hoewel het 'restwarmte' van fossiele oorsprong betreft is een mogelijke samenwerking met een biogebaseerd ECP geenszins uitgesloten. In heel wat scenario's die de uitwisseling van energiestromen tussen lokale spelers beogen spelen warmtenetwerken een centrale rol. Dergelijke netwerken zijn mogelijk in heel wat organisatievormen, zowel voor wat betreft de leverancier(s) als de afnemer(s); één-op-één, één-op-veel, veel-op-één of veel-op-veel. De uitbating van een warmtenetwerk waarop zowel fossiele als hernieuwbare (rest)warmte wordt geïnjecteerd is zeker mogelijk en zou kunnen bijdragen tot een verhoogde economische haalbaarheid. Nyrstar heeft alvast volgende troeven: i) onmiddellijke nabijheid bij het Kristalpark III, ii) aanzienlijke hoeveelheden/volumes aan restwarmte, en iii) quasi continue bedrijfsvoering. Zeker indien Kristalpark III energie-intensieve industrie zou aantrekken, dient deze piste verder geanalyseerd te worden.

**Emgo**<sup>54</sup> is een producent van glasproducten voor de lichtindustrie in gloeilamp of buisvorm en is grootverbruiker van aardgas en elektriciteit. Eind 2011 vond een gesprek plaats met Emgo en werd aangegeven dat er eventueel mogelijkheden waren om restwarmte uit te wisselen. Bijvoorbeeld het koelwater nodig om de rookgassen te koelen alvorens ze gefilterd worden. Helvoet en Ducatt<sup>55</sup> nemen al energie af van Emgo. Ondertussen heeft het verbod in Europa om nog gloeilampen te produceren zijn impact gehad. In juni 2012 kondigde Emgo aan tegen mid 2013 de deuren te willen sluiten<sup>56,57</sup>. In november werd het sociaal plan tot sluiting goedgekeurd.

Met de uitbating van een subtropisch zwembad had het **vakantiepark De Vossenmeren** te Lommel een interessant warmteafname profiel. De afstand van ca. 10 km tussen het Kristalpark en De Vossenmeren is echter te groot om de aanleg van een warmte- of biogasleiding economisch te verantwoorden. Ook de afstand tot het **stedelijk zwembad** van ca. 6 km is om dezelfde reden te groot voor een warmteleiding.

**Sibelco** is een wereldspeler in de winning en veredeling van zand en mineralen. Het bedrijf heeft een aanzienlijke warmtevraag voor het drogen van hun producten. De energiebehoefte wordt vandaag voornamelijk ingevuld met gas. De afstand tot het Kristalpark is circa 5 km. De haalbaarheid van een dergelijk warmtenetwerk werd in vraag gesteld. Wel beschikt Sibelco over heel wat concessies. De bedrijfsopportunity van biomassaproductie op deze concessies werd doorgerekend (zie paragraaf 10.1).

De afstand in vogelvlucht tussen de **rusthuizen/zorgcentra** van de gemeente Lommel en het Kristalpark III bedraagt voor Hoevezavel en Bekelaar 4 km en voor Kapittel 5 km. De relatief grote afstand maakt dat de integratie in een warmtenetwerk economisch moeilijk haalbaar wordt.

---

<sup>54</sup> Europese Maatschappij voor Fabricage en Verkoop van Gloeilampen Onderdelen

<sup>55</sup> Ducatt is een afsplitsing van Emgo gespecialiseerd in de productie van hoogwaardig glas voor zonnepanelen.

<sup>56</sup> DC (29 juni 2012). Emgo Lommel wil deuren sluiten, 135 banen op de tocht. Opgevraagd op 21/02/2013 via <http://www.hbvl.be/limburg/lommel/135-banen-op-de-tocht-bij-emgo-in-lommel.aspx>

<sup>57</sup> JVT (21 november 2012). Werknemers Emgo keuren sociaal plan tot sluiting goed. Opgevraagd op 21/02/2013 via [http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20121121\\_00376339](http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20121121_00376339)

Het feit dat het warmtenetwerk geïntegreerd dient te worden in een bestaande infrastructuur hypothekeert de praktische realiseerbaarheid. Zoals reeds eerder vermeldt wordt de aanleg van een warmtenetwerk best overwogen voor de ontwikkeling van nieuwe sites (ex ante). Te vaak wordt de opportuniteit van een warmtenetwerk pas achteraf bekeken (ex post).

De integratiemogelijkheden met een mogelijk **voetbalstadion** (energie) of een **glastuinbouwcluster** (energie en CO<sub>2</sub>) zijn interessant maar tot op vandaag nog erg hypothetisch. Toch is het erg belangrijk om deze opportuniteiten vandaag al te identificeren. Te vaak worden deze opportuniteiten pas achteraf, en daardoor te laat, geïdentificeerd.

## 6.1. Evaluatie en leerpunten

Bij het afstemmen van de energie- en materialenstromen wordt rekening gehouden met de informatie die gevonden is tijdens de inventarisatiefase. Echter is deze informatie aan verandering onderhevig. Ook op korte termijn kunnen zich veranderingen voordoen die ervoor zorgen dat opgestelde concepten niet langer realiseerbaar zijn. Dit is in het bijzonder belangrijk wanneer geen concreet ankerpunt gevonden werd. Dit is te verklaren doordat vele marktpartijen wel interesse tonen en vragende partij zijn om berekeningen voor te leggen, maar hierbij geen confidentiële informatie vrijgeven. Hierdoor kan bepaalde cruciale informatie pas in een latere fase bekend worden, waardoor het oorspronkelijke matchmaking proces niet langer opgaat.

Uit de matchmaking fase blijkt in hoofdzaak de warmtekoppeling tussen Nyrstar als bulk restwarmteleverancier met de toekomstige warmteverbruikers op het Kristalpark III een interessante piste. De belangrijkste troeven hiervoor zijn aangehaald. Een dergelijke bulkleverancier is vaak nodig om een voldoende en gegarandeerde hoeveelheid warmte te kunnen leveren. Daardoor zijn er mogelijkheden voor kleinere afnemers en leveranciers om mee te stappen in een dergelijk verhaal, waardoor lasten en lusten verder kunnen worden gespreid en de integratie kan worden verhoogd.

Echter zonder geëngageerd ankerpunt op het Kristalpark III is het moeilijk om tot een concrete matchmaking te komen. Enkele naburige bedrijven zijn wel geïnteresseerd in het ECP-concept maar kunnen/willen (nog) geen engagement aangaan. Vaak zijn er een aantal opportuniteiten die een bedrijf voor zichzelf open houdt. Het ECP-concept is er daar dan één van. Echter omwille van confidentialiteit is het, als ontwikkelaar van een ECP business case, niet steeds mogelijk om inzicht te krijgen in de andere alternatieve opportuniteiten die een bedrijf voor ogen heeft. Dit gemis aan transparantie maakt het moeilijk om de bedrijven te verankeren binnen een ECP-concept.

Bovendien plooiën bedrijven, in tijde van crisis, voor een stuk terug op zichzelf. Daarbij worden vooral de interne processen geoptimaliseerd. Clustering, synergie en integratie met externe partijen houden steeds een bijkomend risico of bijkomende afhankelijkheid in. Zeker in tijde van crisis is er minder ruimte voor risicovollere engagementen en durfinvesteringen.



Tenslotte werd duidelijk dat bedrijven vaak beperkt op de hoogte zijn van de activiteiten van naburige bedrijven. Bedrijven weten vaak niet welke de producten en reststromen zijn die hun buurbedrijven verbruiken en produceren. Hetzelfde geldt voor het energieverbruik en de eventuele reststromen aan energie. Dit bevestigt de thesis dat bedrijven vaak nog unidimensionaal georganiseerd zijn. Dit komt de kans, dat eventuele synergieën (spontaan) ontdekt worden, niet ten goede.

## HOOFDSTUK 7. KLANKBORDGROEP

---

Met het samenstellen van de klankbordgroep komt het ECP, voor wat betreft de organisatiestructuur, in zijn finale fase. De klankbordgroep is samengesteld uit lokale stakeholders die de bedrijfs-case effectief zullen 'dragen'. Het zijn de partijen zonder welke de case niet verder kan ontwikkelen tot een haalbare, en dus realiseerbare, case. De selectie van de partijen is daarom ook erg belangrijk doordat ze een grote invloed zullen hebben op het uiteindelijk gekozen concept.

De belangrijkste partijen voor Lommel zijn in kaart gebracht tijdens het creëren van de lokale ondersteuning en de inventarisatiefase. De klankbordgroep voor Lommel bestaat uit het lokale bestuur van de stad Lommel, de provinciale ontwikkelingsmaatschappij (POM), de Lommelse Ondernemersclub (LOC) en de Limburgse reconversiemaatschappij (LRM). Deze werden partijen werden gekozen, gezien op het geselecteerde bedrijventerrein nog geen concrete bedrijven aanwezig waren om als ankerpunt mee te nemen in het verdere beslissingsproces (zie HOOFDSTUK 6).

Tijdens de klankbordgroep komen belangrijke en nieuwe inzichten, opportuniteiten, bedreigingen en voorkeuren aan het licht. Deze kunnen zowel te maken hebben met milieu, technische, politieke en/of sociale aspecten. Zo werd voor Lommel duidelijk dat mest als biomassa inputstroom geen deel kan uitmaken van het ECP-concept. Het potentieel aan mest dat geïnteriseerd werd, zoals beschreven in paragraaf 4.1.2 werd dan ook niet langer meegenomen in de verdere ontwikkeling van de concepten.

### 7.1.Evaluatie en leerpunten

De discussies die gevoerd worden binnen een klankbordgroep waar geen concreet ankerpunt aanwezig is, blijven op een hoger niveau hangen. Dit houdt in dat enkel de grenzen worden aangegeven van een ECP concept (bijvoorbeeld geen gebruik van mest). Het voordeel hiervan is dat breder nagedacht kan worden en dat meer innovatieve invalshoeken aangereikt kunnen worden ter inspiratie van toekomstig geïnteresseerden. Het nadeel is dat de tijd nodig om tot een concrete implementatie over te gaan, langer zal zijn.

Het aantal leden van een klankbordgroep is best zo beperkt mogelijk. Hoe meer leden, hoe groter de kans op strategisch verschillende belangen, hoe moeilijker het wordt om een strategische lijn uit te zetten. Uiteraard moeten de belangen van de verschillende deelnemers niet identiek zijn, maar men moet er wel in slagen een gemeenschappelijke 'win' te definiëren die de moeite loont voor alle partijen. Het beperken van het aantal leden moet niet in tegenspraak zijn met het feit dat er gezocht wordt naar maximale integratie van meerdere partijen. Onthoud dat in de klankbordgroep 'het de partijen zijn zonder welke de case niet verder kan ontwikkelen tot een haalbare, en dus realiseerbare, case'. Eenmaal deze basis is verankerd, kunnen andere partijen aansluiten.

Het is bovendien belangrijk om een sfeer van onderling vertrouwen te creëren. Dit lukt makkelijker met een beperkt aantal partijen. Dit vertrouwen kan gecreëerd worden binnen de klankbordgroep, of was historisch al aanwezig tussen bepaalde partijen. Andersom, indien er een (historisch) wantrouwen heerst tussen de partijen van de klankbordgroep is dit een sterke rem op de ontwikkelsnelheid en een succesvolle afwikkeling van het proces.

## HOOFDSTUK 8. CONCEPT

---

De conceptfase is een belangrijke stap in de verdere concretisering van de business case. De resultaten van de voorgaande hoofdstukken (HOOFDSTUK 4, HOOFDSTUK 5 en HOOFDSTUK 6) werden samen met de klankbordgroep (zie HOOFDSTUK 7) bediscussieerd. Op basis van deze gesprekken werden een aantal ECP concepten opgesteld.

Een concept moet gezien worden als een eerste robuuste definiëring van de business case. Het legt de krijtlijnen van de business case vast, rekening houdend met de feedback van de klankbordgroep<sup>58</sup>. Zo worden in de conceptfase de belangrijkste technologieën geselecteerd die deel kunnen uitmaken van het ECP. De technologiekeuze steunt daarbij in belangrijke mate op de geïnterpreteerde inputstromen.

Het resultaat van de conceptfase wordt getoond in Figuur 25. Voor de verwerking van houtige stromen werd gekozen voor de klassieke verbrandingstechnologie, daarnaast werd ook rekening gehouden met de innovatievere pyrolysetechnologie. Voor nattere stromen, uitgezonderd mest, werd gekozen voor de klassieke vergistingstechnologie. Het geproduceerde biogas zou enerzijds kunnen worden ingezet in een klassieke biogas WKK-installatie, maar zou ook omgezet kunnen worden tot biomethaan met het innovatievere opschoningsproces. Het digestaat kan tenslotte nagecomposteerd worden met goed structuurmateriaal. Voor wat betreft de output werden de outputstromen enkel benoemd, zonder te specificeren hoe deze gebruikt zouden kunnen worden. Zo wordt er bijvoorbeeld warmte geproduceerd, maar er wordt niet gedefinieerd of die warmte binnen het ECP, dan wel erbuiten, bijvoorbeeld door injectie op een warmtenetwerk, zal worden ingezet. Dat laatste vormt onderdeel van HOOFDSTUK 10 waar de concepten verder worden uitgewerkt tot scenario's.

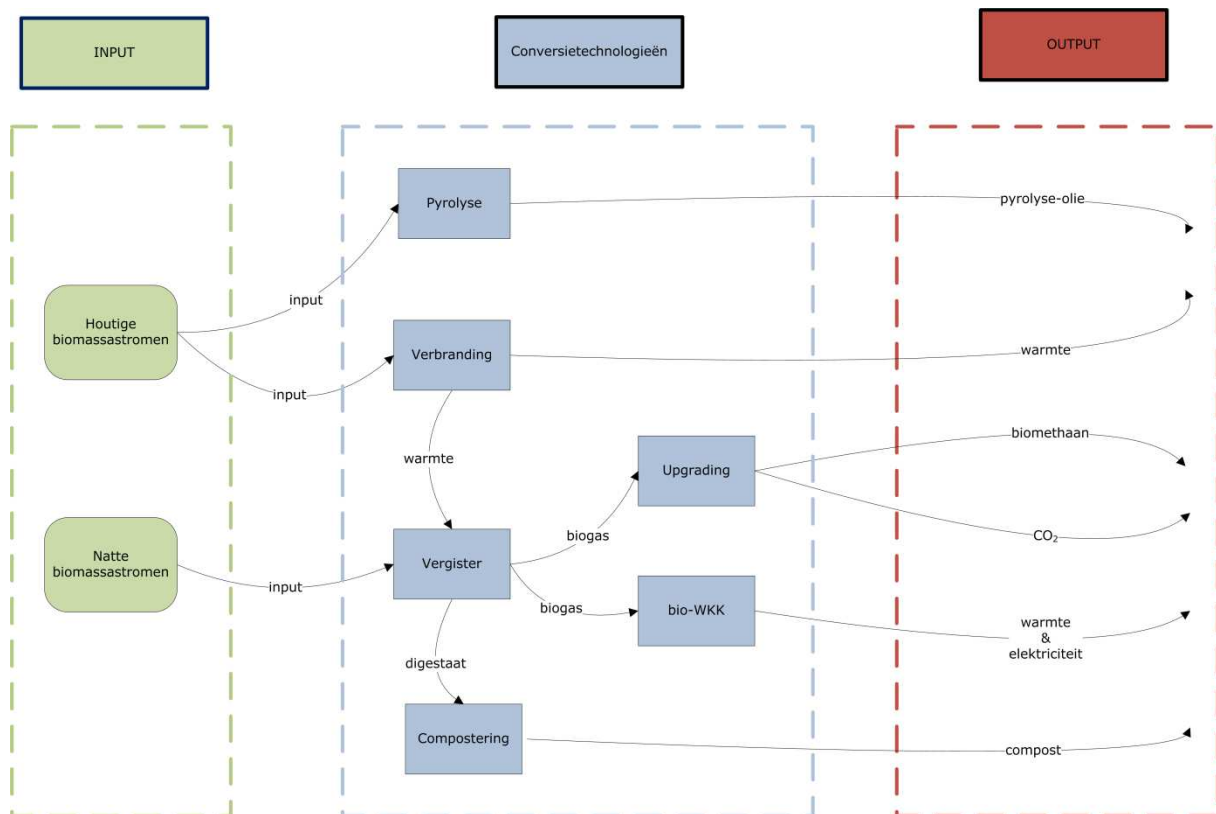
In een scenario wordt de onderlinge integratie van technologieën, outputstromen en eindafnemers verder geconcretiseerd en gedetailleerd. In HOOFDSTUK 10 wordt voor elk van deze scenario's ook de techno-economische evaluatie uitgevoerd voor de uni-dimensionale processen en de integratie in het ECP concept.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste opgenomen technieken kort beschreven en wordt aangegeven waarom deze binnen het concept opgenomen zijn. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de technologieën zelf wordt verwezen naar het onderdeel 'Overzicht van mogelijke processen' uitgewerkt in de 'Handleiding ECP'<sup>59</sup>.

---

<sup>58</sup> Noot: Op basis van deze feedback werd mestvergisting bijvoorbeeld uitgesloten (zie HOOFDSTUK 7)

<sup>59</sup> ECP (2013). Overzicht mogelijke processen. Beschikbaar via <http://www.ecp-biomass.eu/node/25>.



Figuur 25. Overzicht ECP concepten

## 8.1. Vergisting

Vergisting is een natuurlijk proces waarbij bacteriën organisch materiaal (afkomstig van planten en dieren) omzetten in biogas. Biogas is in hoofdzaak een mengsel van methaan (CH<sub>4</sub>) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). De omzetting gebeurt in zuurstofloze of anaerobe omstandigheden. Vergisting is daardoor een technologie voor de verwerking van natte stromen. Het percentage aan droge stof zal nooit meer dan 40% bedragen. Tot een drogestofgehalte van 15 à 20% spreekt men van natte vergisting. Vanaf 15 à 20% (en dus tot 40 %) gaat het om droge vergisting.

Afhankelijk van de kwaliteit en de opzuiveringsgraad van het biogas, kan het worden ingezet in een verbrandingsinstallatie, een warmtekracht-installatie (WKK), als vervoersbrandstof of kan het worden geïnjecteerd in het aardgasnetwerk. Naast biogas blijft er ook een residu achter, het zogenaamde digestaat. Omwille van de beschikbaarheid aan voedingsstoffen is het digestaat een dankbare meststof. In sommige gevallen is het mogelijk om het digestaat eerst te composteren en dan het compost te gebruiken. Wanneer voor de vergisting inputstromen afkomstig van fyto-remediatie gebruikt worden, is het echter niet mogelijk om het digestaat te gebruiken als grondverbeterend middel. De metalen zullen in dat geval immers geconcentreerd zijn in het digestaat.

Het is technisch mogelijk om mest te (co)vergisten samen met energiegewassen en/of organisch-biologische afvalstromen (oba's). Echter is hiervoor op de terreinen van het bedrijvenpark Kristalpark III, zoals vermeld in HOOFDSTUK 7, geen draagvlak vanuit de lokale overheid. Er werd dan ook geen rekening gehouden met mest-(co)vergisting in de opgestelde ECP concepten. Wel werd een analyse gemaakt van maïsstrovergisting (paragraaf 10.2) en werden de mogelijkheden van vergisting van GFT-afval en/of een deel van het groenafval geanalyseerd. Er wordt ook rekening gehouden met de beperkte covergisting van bermmaaisel. Traditioneel worden GFT-afval en groenafval in Vlaanderen gecomposteerd. Een nieuw concept, althans voor de regio Limburg, is de vergisting van deze afvalstromen met een na-compostering (zie paragraaf 0).

## 8.2. Verbranding

Verbranding is de meest toegepaste techniek voor het omzetten van biomassa in energie. Het is een exotherme reactie (*i.e.* er komt warmte vrij) waarbij de aanwezige koolstofatomen worden geoxideerd tot koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). De warmte die vrijkomt kan direct, bijvoorbeeld voor drogen of verwarmen, of indirect gebruikt worden, bijvoorbeeld voor elektriciteitsproductie op basis van stoom.

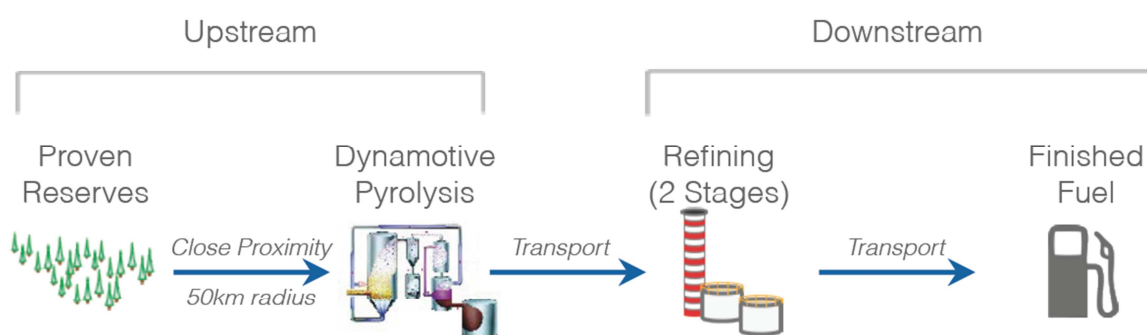
Houtige biomassa werd in hoofdzaak geïdentificeerd als het potentieel aan tak- en kroonhout uit Bosland. In de conceptfase werd houtverbranding met warmtebenutting vooral weerhouden als een 'ondersteunende' energiebron. Zo kan de warmte worden ingezet voor het drogen van input en/of outputstromen, om andere processen (bijvoorbeeld vergisting) op temperatuur te houden of om te injecteren in een warmtenetwerk..

## 8.3. Pyrolyse

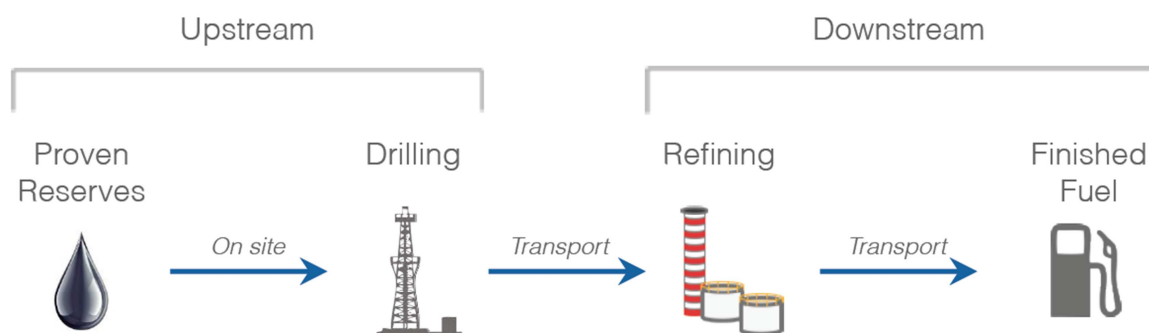
Pyrolyse is de techniek waarbij houtige biomassa wordt verhit tot temperaturen tussen 450°C en 750°C, in zuurstofloze omstandigheden. De biomassa valt als het ware uit elkaar (ontleed, desintegreert) in kleinere componenten. Er ontstaan cokes (char) en gas. Het gas bestaat uit een condenseerbare en een niet-condenseerbare fractie (vooral CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub>). Door in te spelen op de verblijftijd en de warmtetoevoer, kan de opbrengst van sommige fracties bevorderd worden.

De condenseerbare fractie condenseert tot een ruwe pyrolysevloeistof. Het is een dikke zwarte teerachtige vloeistof met tot 20 % aan water en een viscositeit gelijkaardig aan die van zware olie. Afhankelijk van de toepassing moet de olie nog verder geraffineerd worden. De intensiteit van de raffinage en de beoogde zuiverheid is afhankelijk van de eindtoepassing van de olie. De olie kan, afhankelijk van de zuiverheid, gebruikt worden in (aangepaste) dieselmotoren of meegestookt worden in een flexi-fuel gasturbine. Om de pyrolyse-olie in zetten als transportbrandstof is een doorgedreven opschoning nodig. Dit kan enerzijds door hydrodeoxygenatie (HDO) of anderzijds door de productie van syngas gevolgd door een synthese stap. Hierna wordt meer informatie gegeven over de gebruikte processen van één specifiek bedrijf.

Zoals hierboven vermeld is het nodig om pyrolyse-olie op te zuiveren (*i.e.* upgraden) om in te kunnen zetten als transportbrandstof en zo het fossiele diesel en benzineverbruik te vervangen. Dergelijke initiatieven bevinden zich vandaag nog hoofdzakelijk in de demonstratiefase, maar zijn technisch mogelijk. Vanuit de logica dat een ECP ook gefaseerd (in de tijd) kan worden opgebouwd en uitgebreid, wordt het opschoningsproces kort besproken. In Figuur 26 wordt de klassieke olie-raffinage keten uitgezet ten opzicht van de pyrolyse-olie keten zoals voorgesteld in de *commercial case* van Dynamotive (Figuur 27)<sup>60</sup>. Dynamotive (Canada) is een biobrandstoffen producent die biomassa via pyrolyse omzet in vliegtuigbrandstof (30%), benzine (35%) en diesel (35%). Voor het opschoningsproces werken ze samen met IFPen<sup>61</sup> (Frankrijk). Hun huidige concept omvat enerzijds de pyrolyse-stap (*upstream*) en anderzijds de opschoningsstap (*downstream*) al dan niet in een klassieke olie-raffinaderij.



Figuur 26. Bio-olie productie en raffinage



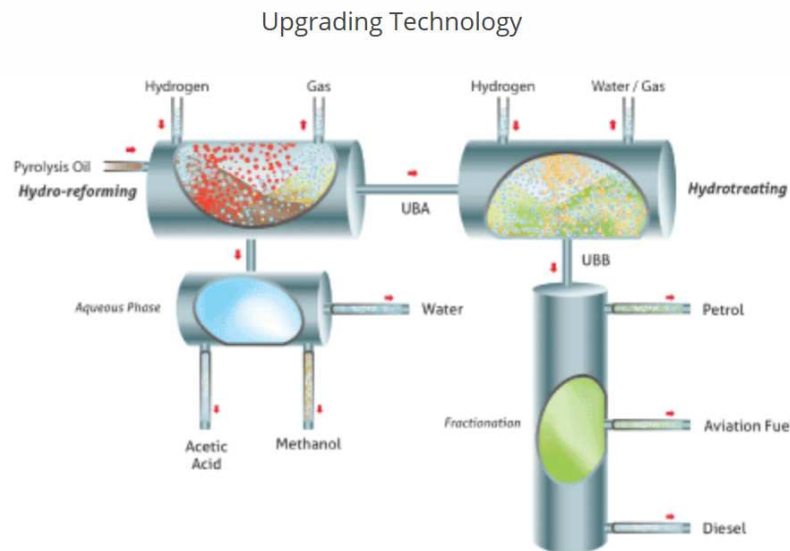
Figuur 27. Klassieke olie-raffinage

De opschoning is een twee fase proces bestaande uit (1) 'hydro-reforming' en (2) 'hydro-treating'. Tijdens de eerste fase wordt de pyrolyse-olie mengbaar met klassieke fossiele oliën. Hierbij treedt een fase-scheiding met het aanwezige water op en de viscositeit, de corrosiviteit en het zuurstofgehalte dalen. Na de eerste fase kan de olie reeds bijgemengd worden bij klassieke oliën. Echter om de kwaliteit van klassieke voertuigbrandstof te evenaren is een tweede 'hydrotreatment' stap nodig, waarbij het zuurstofgehalte verder daalt.

<sup>60</sup> Dynamotive. Commercial case. Beschikbaar via [http://www.dynamotive.com/assets/resources/2012/08/Dynamotive\\_Commercial\\_Case.pdf](http://www.dynamotive.com/assets/resources/2012/08/Dynamotive_Commercial_Case.pdf).

<sup>61</sup> Institut français du pétrole - énergies nouvelles. Beschikbaar via <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/>.

De scheiding in twee stappen laat toe om de eerste stap eerder kleinschalig en decentraal uit te voeren, terwijl stap twee kan uitgevoerd worden bij een klassieke olie-raffinaderij. Een schematische weergave is te vinden in Figuur 28. Een visionair scenario zou de eerste fase kunnen toelaten in Lommel, waar de olie kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld de scheepvaart. De tweede fase zou indien nodig in de Antwerpse petrocluster kunnen gebeuren.



Figuur 28. Opschoningsproces Dynamotive

Het vaste product van het pyrolyseproces zijn cokes die ingezet kunnen worden als hernieuwbare vaste brandstof. Het kan bijvoorbeeld ingezet worden in het pyrolyseproces zelf om de installatie op temperatuur te houden en eventueel het voordrogen van de biomassa. Maar het kan ook *off-site* verbrand worden in bijvoorbeeld cementovens of energiecentrales.

Het pyrolyse-gas heeft een lage tot gemiddelde stookwaarde met *ca.* een kwart tot de helft van de stookwaarde van aardgas. De gasfractie wordt veelal verbrand met energierecuperatie. Een verdere opwerking tot syngas kwaliteit ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) is in principe mogelijk, maar wordt niet vaak toegepast.

Pyrolyse werd meegenomen in de ECP concepten als technologie in een eerder visionair scenario. Uit een vrij heterogene houtige inputstroom wordt een hernieuwbare vloeibare brandstof met hoge energiedichtheid geproduceerd. Het is dan ook de bedoeling om zowel energetisch als economisch de hoogste toegevoegde waarde uit het product te realiseren. Bij aanleg van een nieuwe kanaalarm en sluis (zie paragraaf 3.1) kan op termijn het transport over het water toenemen. De pyrolyse-olie zou dienst kunnen doen als vervanger van de zware fossiele stookolie die de schepen vandaag gebruiken. Daardoor zou de mate van opschoning van de pyrolyse-olie beperkt kunnen blijven.



## 8.4. Opschoning

Ruw biogas is een mix van methaan ( $\text{CH}_4$ , 60%), koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ , 35%) en enkele sporenelementen zoals waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en waterdamp ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Aardgas bestaat grotendeels uit methaan. Om biogas te kunnen inzetten als vervanger van aardgas moet de koolstofdioxide en de sporenelementen uit het gas verwijderd worden. Redenen hiervoor zijn:

- i) de lagere energie-inhoud van biogas is lager dan die van aardgas door de hogere  $\text{CO}_2$ -concentratie en dus lagere methaanconcentratie
- ii) preventie van corrosie en mechanische slijtage van apparatuur, door  $\text{H}_2\text{S}$ , water, siloxanen,... aanwezig in het biogas.

Het opschoningsproces bestaat uit verschillende stappen:

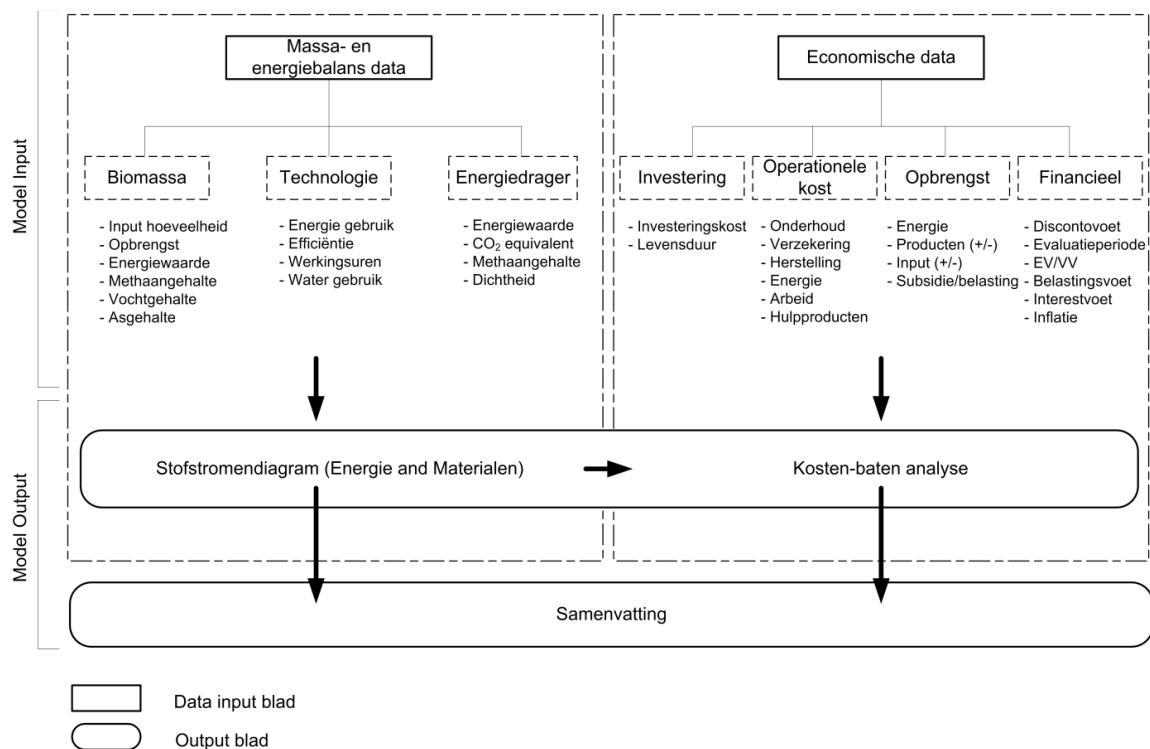
- Door het afscheiden van koolstofdioxide uit het biogas in een upgrade proces, wordt de energie-inhoud van opgewerkt biogas vergelijkbaar met aardgas. Er wordt dan van biomethaan gesproken. De meest gebruikte technologieën zijn *pressure swing* adsorptie of scrubbers.
- Zoals vermeld kan biogas, naast methaan en koolstofdioxide, ook sporenelementen bevatten zoals; water, waterstofsulfide, stikstof, zuurstof, ammonia en siloxanen. De concentraties van deze verontreinigingen zijn afhankelijk van de samenstelling van het substraat waaruit het gas geproduceerd werd.
  - Water kan worden verwijderd door koelen, compressie, absorptie of adsorptie.
  - De concentratie  $\text{H}_2\text{S}$  in het biogas kan worden verminderd door precipitatie in de vergistervloeistof of door de behandeling van het gas ofwel in een aparte tank of tijdens het verwijderen van koolstofdioxide.
  - Zuurstof en stikstof kunnen worden verwijderd door adsorptie met actief kool of via moleculaire zeven of membranen. Ze kunnen ook deels worden verwijderd in de ontzwavelingsprocessen of in sommige biogas opwerkingsprocessen.

Het tot biomethaan opgeschoonde biogas heeft een kwaliteit gelijk aan die van aardgas en kan geïnjecteerd worden in het aardgasnetwerk of ingezet worden als transportbrandstof. Door de intensieve opschoning is biomethaan productie relatief duur, maar levert wel de meest 'schone' (minst vervuilende) brandstof op (75% schoner dan diesel, en 50% schoner dan benzine). Net zoals de opschoning van pyrolyse-olie wordt ook de opschoning van biogas eerder in een lange-termijn (visionair) concept naar voren geschoven. De opschoningsinstallatie zou ook in een latere fase nageschakeld kunnen worden aan een vergistingsinstallatie. Er dient dan wel rekening gehouden met een voldoende productiehoeveelheid aan biogas.

In de toekomst zou bijvoorbeeld het gemeentelijk wagenpark, de voertuigen die instaan voor afvalophaling, of een eventuele logistiek bedrijf dat zich op Kristalpark III vestigt, voorzien kunnen worden van groen gas als transportbrandstof. Een andere opportuniteit is de injectie van het biomethaan (groen gas) in het aardgasnetwerk. Beide toepassingen staan vandaag in Vlaanderen echter nog in de kinderschoenen, maar zijn zeker niet onmogelijk binnen een termijn van enkele jaren, wat de opname van deze opties binnen een visionair concept rechtvaardigt.

## HOOFDSTUK 9. TECHNO-ECONOMISCHE EVALUATIEMETHODE

In dit hoofdstuk wordt de techno-economische evaluatiemethode toegelicht. Het model wordt toegepast op de geïdentificeerde concepten die in het vorig hoofdstuk aangegeven werden. Met het techno-economisch evaluatiemodel (Figuur 29) wordt de economische haalbaarheid van de individuele technieken nagegaan en worden mogelijke synergieën geïdentificeerd<sup>62</sup>. Het model is opgebouwd in Excel© en werd zo opgesteld dat technische en economische berekeningen direct met elkaar gekoppeld worden. Het bevat twee data input bladen, één met technische gegevens en één met economische gegevens. Daarnaast bevat het model een blad per ECP concept met de massa- en energiebalans, stofstromendiagram en kosten-baten analyse. In de kosten-baten analyse worden de netto actuele waarde (NAW), interne rendementsvoet (IR) en verdisconteerde terugverdientijd (VTVT) berekend. Tot slot omvat het model een samenvattingsblad dat toelaat om de economische haalbaarheid van de verschillende concepten snel met elkaar te vergelijken, zonder de onderliggende details te raadplegen.



Figuur 29. Techno-economisch evaluatiemodel

In het stofstromendiagram worden de input en output van het ECP weergegeven, samen met de materiaal- en energiestromen die uitgewisseld worden tussen de verschillende processen.

<sup>62</sup> Van Dael M., Van Passel S., Pelkmans L., Guisson R., Reumermann P, Marquez-Luzardo N., Witters N., Broeze J. (2013). A techno-economic evaluation of a biomass energy conversion park. Applied Energy, 104, 611-622. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261912008768>.

De massa- en energiebalans wordt berekend voor elk concept en voor de integratie om op die manier synergieën te identificeren. Dit kan gaan om een reductie in benodigde hoeveelheid energie of water, maar ook een verhoogde valorisatie van inputbronnen. De resultaten van deze technische analyse worden rechtstreeks ingevoerd in de economische analyse die rekening houdt met schaalvoordelen.

De NAW geeft een indicatie van de winstgevendheid van een biomassa ECP aan de hand van formule [1], met T de evaluatieperiode van de investering uitgedrukt in jaren,  $CF_n$  het verschil tussen opbrengsten en kosten in jaar n,  $I_0$  de initiële investeringskost in jaar 0 en i de discontovoet. Een ECP is economisch interessant wanneer de NAW positief is<sup>63</sup>. Wanneer meerdere ECP concepten vergeleken moeten worden, wordt deze economische evaluatiemethode ook verkozen boven de IR methode<sup>64</sup>.

$$NAW = \sum_{n=1}^T \frac{CF_n}{(1+i)^n} - I_0 \quad [1]$$

Het model laat toe dat een gebruiker verschillende input parameters kan wijzigen en zo kan nagaan wat de impact is op zowel de massa- en energiebalans als op de economische haalbaarheid van het concept.

Gebruik makend van het techno-economisch evaluatiemodel wordt ook telkens een sensitiviteitsanalyse en scenarioanalyse doorgevoerd. Zeker voor innovatieve of onzekere technieken is dit erg belangrijk om voldoende voeling te krijgen met de impact van verschillende parameters. Eerst wordt een sensitiviteitsanalyse met Monte Carlo (Crystal Ball©) uitgevoerd. Parameters kunnen volgens een driehoeksverdeling met 10% afwijken in positieve en negatieve zin. Het programma berekent de NHW 50.000 keer. Het doel van deze analyse is na te gaan welke parameters (technisch en economisch) de grootste impact hebben op de economische haalbaarheid. Daardoor is de gebruikte verdeling ook te verantwoorden. Het grote voordeel van het techno-economisch evaluatiemodel is dat technische en economische parameters samen geëvalueerd kunnen worden. Nadat de belangrijkste parameters geïdentificeerd zijn, worden enkele scenarioanalyses uitgevoerd met de meest beïnvloedende parameters.

## 9.1. Evaluatie en leerpunten

In het techno-economisch evaluatiemodel worden de technische en economische berekeningen met elkaar gekoppeld zodat dynamische modellen ontstaan. Dit biedt een grote meerwaarde omdat op die manier kan nagegaan worden welke parameters de economische haalbaarheid het meest beïnvloeden. Dit kunnen zowel technische als economische parameters zijn. Wanneer beide delen apart gemodelleerd worden, is het niet mogelijk om dit in een stap na te gaan. Bovendien is dit belangrijk omdat het niveau waarop we de haalbaarheid inschatten niet gedetailleerd genoeg is en bijgevolg ook op technische parameters onzekerheid zit.

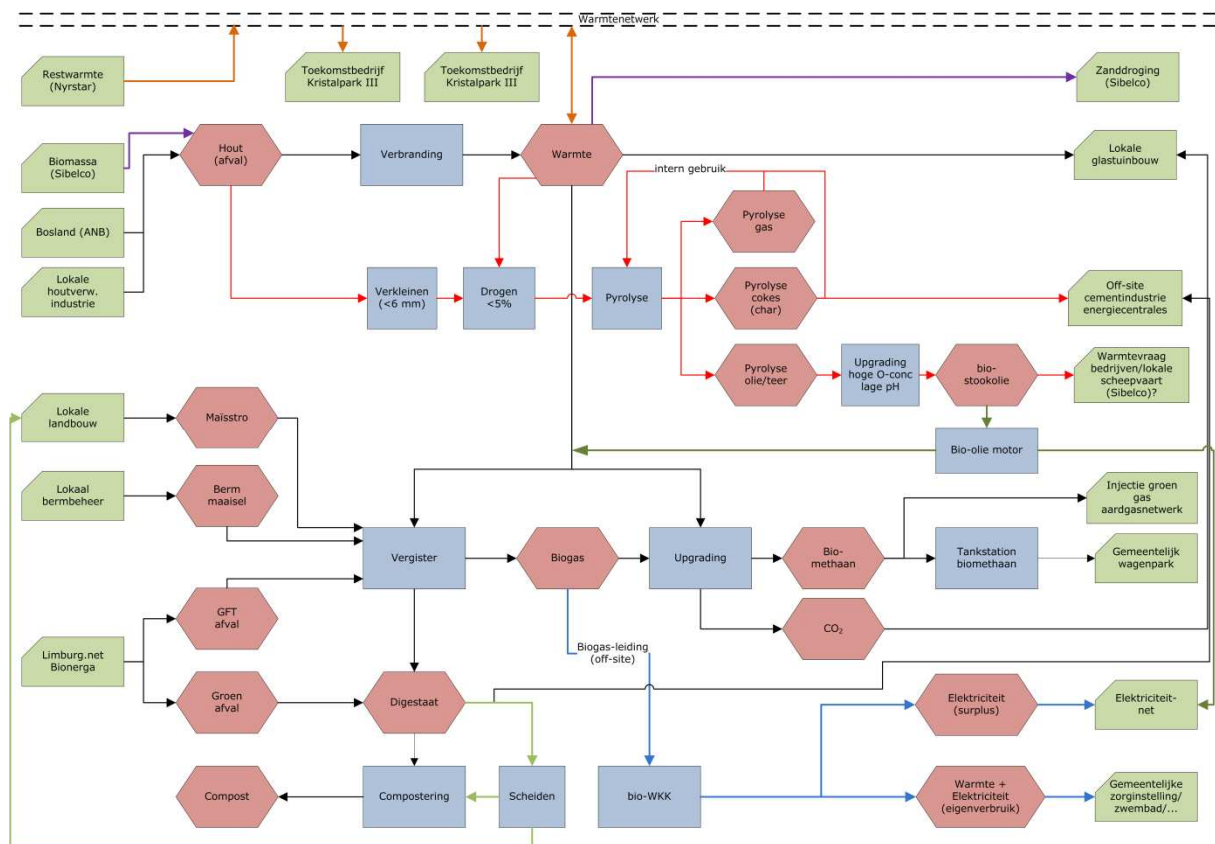
---

<sup>63</sup> Mercken (2004). De investeringsbeslissing – Een beleidsgerichte analyse. Antwerpen-Apeldoorn; Garant.

<sup>64</sup> Lorie JH, Savage LJ (1955). Three problems in rationing capital. J Bus; 28:229-39.

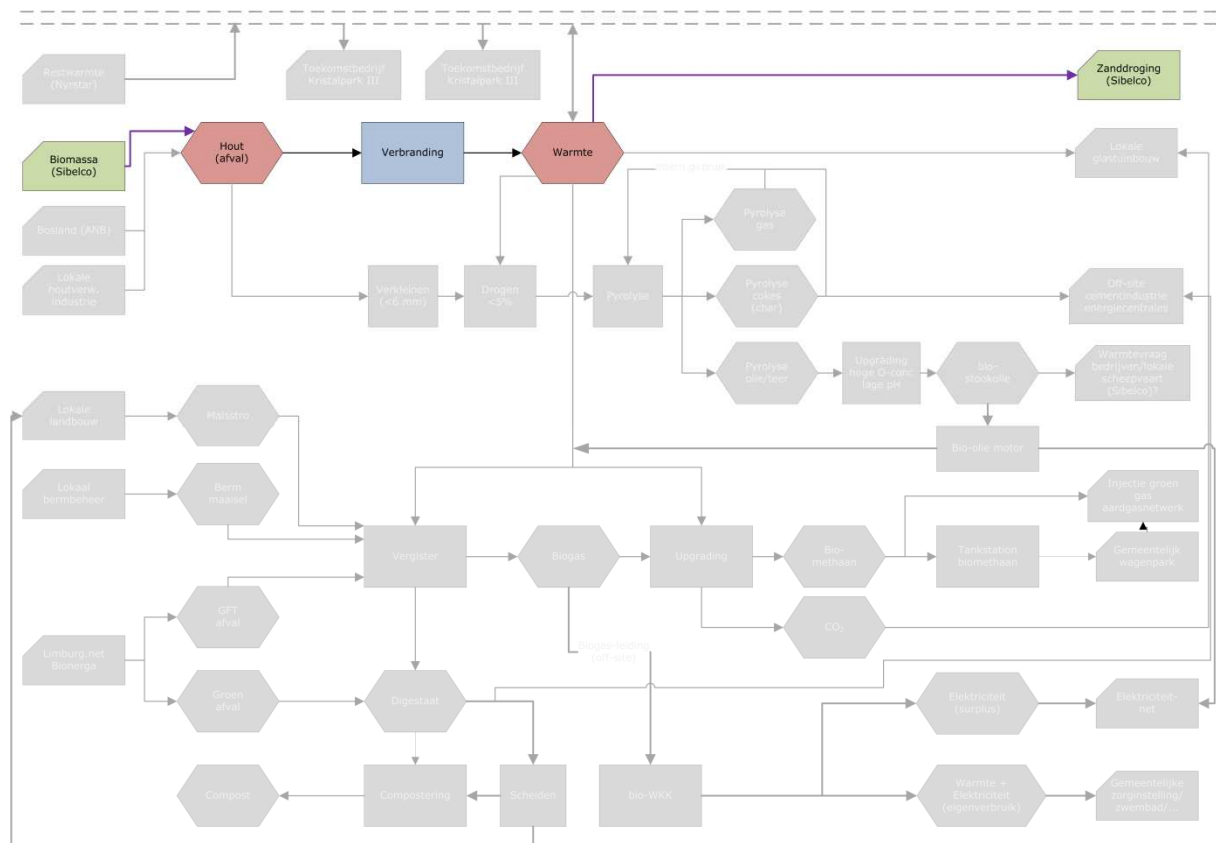
## HOOFDSTUK 10. SCENARIO'S EN TECHNO-ECONOMISCHE EVALUATIE

In HOOFDSTUK 8 werd een algemeen overzicht gegeven van de opgestelde ECP concepten in Figuur 25. In dit hoofdstuk worden deze concepten verder besproken en geëvalueerd aan de hand van het techno-economisch evaluatiemodel zoals besproken in HOOFDSTUK 9. Eerst worden de uni-dimensionale processen besproken en daarna de ECP-integratie. Wanneer een combinatie gemaakt wordt met een aantal interessante conversietechnieken, kunnen zich in sommige gevallen enkele variaties voordoen. Dit zijn alternatieven die gebruik maken van dezelfde set conversietechnieken, maar door een andere integratie of een ander gebruik van de eindproducten, toch van elkaar afwijken. Elk van deze scenario's wordt eveneens onderworpen aan de techno-economische evaluatie. Er wordt ook nagegaan of het integreren van deze processen interessanter is dan de uni-dimensionale processen. Een overzicht van alle concepten met bijhorende scenario's wordt gegeven in Figuur 30. Deze figuur wordt in de rest van het hoofdstuk als leidraad gebruikt om de verschillende scenario's die geëvalueerd worden aan te geven. In de figuur staan de blauwe vormen voor processen, de rode vormen voor inputbronnen en outputproducten en de groene vormen voor externe partijen. Daarnaast worden de alternatieve ECP-concepten die bekeken worden, aangegeven met andere kleuren van lijnen.



Figuur 30. Overzicht ECP concepten met scenario's

## 10.1. Sibelco



In onderstaande beschrijving wordt Sibelco, als industriële speler in de regio, afzonderlijk besproken gezien zijn specifieke potentieel om zelf biomassa te produceren. Sibelco wint en veredelt diverse soorten zand en mineralen. Het gaat vooral om hoogwaardige kwartzanden voor de industrie. In Vlaanderen komt kwartzand in twee streken voor, Maasmechelen en de streek van Dessel-Mol-Lommel. Sibelco concentreerde hier zijn activiteiten en beschikt over een aantal concessies in de regio die vandaag nog niet worden geëxploiteerd. Ze hebben vaak het statuut van ontginningsgebied met nabestemming natuur. Gezien een aantal van de concessies vandaag, en in de nabije toekomst, nog niet zullen worden geëxploiteerd, bieden ze een opportuniteit om bio-energiegewassen te telen. Deze kunnen gebruikt worden om de warmtevraag voor het drogen van het zand in te vullen. Bovendien bevinden deze concessies zich in een regio die historisch verontreinigd is met zware metalen (zie paragraaf 4.1.2). Dit biedt perspectieven voor fyto-remediatie als techniek om op langere termijn vervuilde gronden te saneren.

Samen met vertegenwoordigers van Sibelco werd een eerste analyse gemaakt van het biomassa- en bio-energie productiepotentieel van twaalf concessies die nog niet in exploitatie waren. Om dit potentieel zo accuraat mogelijk in te schatten werden enkele belangrijke aannames gemaakt.

- **Oppervlakte:** De theoretische oppervlakte werd gereduceerd met 15% om randeffecten op te vangen en om een veiligheidsmarge te voorzien ten opzichte van de theoretische kadastrergrenzen.

De totale theoretische oppervlakte bedroeg *circa* 830 ha. Na toepassen van de reductiefactor komt dit op *circa* 700 ha.

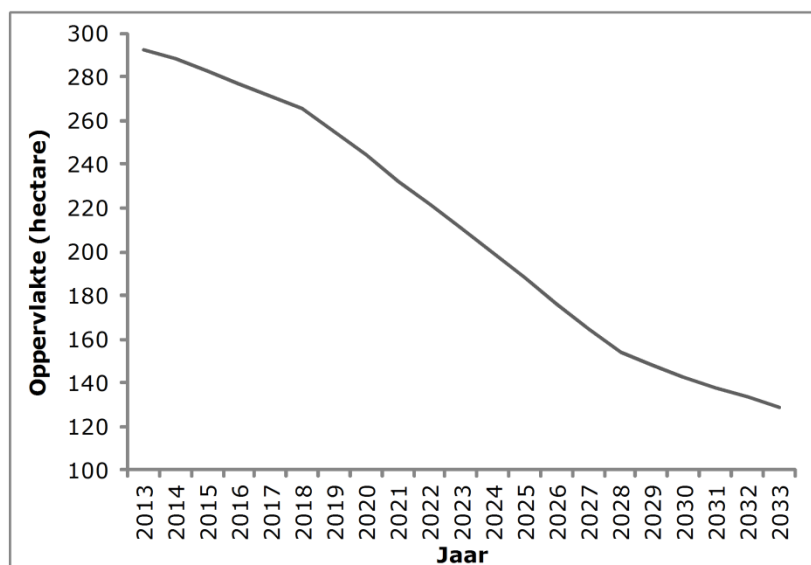
- *Opportuniteit*: Voor elk perceel werd samen met de vertegenwoordigers van Sibelco doorgenomen welke de opportuniteit is voor de productie van energiegewassen. De percelen werden naar opportuniteit ingedeeld in: (1) groot, (2) middelmatig en (3) klein.

Er werd onder andere rekening gehouden met het bodemtype, de eigendomsstructuur of de bestemming van het domein.

Er werd enkel rekening gehouden met percelen met opportuniteit: kans voor Sibelco is 'groot'. De totale resterende oppervlakte komt zo op *circa* 300 ha.

- *Degressiviteit*: Verder werd rekening gehouden met de degressiviteit van de beschikbare oppervlakte. De concessies zullen immers in de nabije of verdere toekomst in exploitatie genomen worden, waardoor ze niet meer beschikbaar zijn voor het telen van bio-energiegewassen.

Rekening houdend met de degressiviteit neemt de beschikbaar oppervlakte af van *circa* 300 ha (2013) tot *circa* 130 ha (2023) in een tijdsperiode van 20 jaar, zoals weergegeven in Figuur 31.



Figuur 31. Beschikbare oppervlakte Sibelco over de tijd

- *Gewaskeuze*: Bij de gewaskeuze werd er rekening gehouden met gewassen die zich lenen tot verbranding, gezien de relevantie voor Sibelco. Er werd een potentieelberekening gemaakt voor drie gewastypes: (1) switch grass, (2) miscanthus en (3) korte omloophout (KOH), meer in het bijzonder populier<sup>65</sup>. De verbrandingstechnische aandachtspunten aangaande het verbranden van grasachtige materialen (zoals miscanthus en switch grass) zijn reeds beschreven binnen de projecten 'Energiebewust Boeren' en 'Groene Grondstoffen' en worden hier niet meer herhaald<sup>66</sup>. Maïs werd niet in rekening genomen gezien deze teelt zich eerder leent tot vergisting en minder opportuun is voor Sibelco als energiebron. De vergisting van maïsstro wordt wel besproken in paragraaf 10.2.
- *Opbrengst*: In het kader van fyto-remediatie-opportunities in de Kempen werden in het verleden reeds enkele veldexperimenten uitgevoerd (CLO-IWT Energiegewassen op landbouwgronden aangerijkt met zware metalen, BeNeKempen project, MIP-project fyto-remediatie,...). De opbrengsten in deze experimenten zijn vaak erg uiteenlopend en afhankelijk van specifieke weer- of bodemomstandigheden, de gebruikte teelttechniek of het type klonen. Op basis van deze experimenten werden onderstaande opbrengsten aangenomen. De aannames waren eerder conservatief. Er werd bovendien voor elke teelt rekening gehouden met een 'low' en een 'high' opbrengstscenario<sup>67</sup>:
  - Voor switch grass<sup>68</sup> respectievelijk 4 ton ds/ha/jr en 8 ton ds/ha/jr
  - Voor miscanthus<sup>69</sup> respectievelijk 7 ton ds/ha/jr en 13 ton ds/ha/jr
  - Voor KOH<sup>70</sup> respectievelijk 6 ton ds/ha/jr en 10 ton ds/ha/jr

Er werd rekening gehouden met een opbrengst van de volwassen teelt. Er dient rekening mee gehouden dat in de eerste jaren, specifiek jaar 1 en jaar 2, de opbrengsten beduidend lager zijn.

- *Energie*: Het bio-energieproductiepotentieel werd uitgerekend naar ton droge stof, primaire en thermische energie. Voor de energie-inhoud werd 18 GJ/ton ds (of 5 MWh/ton ds) aangenomen. Voor de berekening van de hoeveelheid thermische energie werd een rendement van 85% gebruikt. Gezien de degressiviteit van de totaal beschikbare oppervlakte zal ook de energieproductiecapaciteit jaarlijks verminderen.

<sup>65</sup> Zowel wilg als populier zijn gekende KOH-soorten. Er wordt voor populier gekozen gezien de conclusie uit het IWT-CLO onderzoek rond fyto-remediatie; '*Globaal blijkt dat de wilgen een iets lagere productiviteit vertonen dan de populieren.*'

<sup>66</sup> Brochure Energiebewust Boeren en Groene Grondstoffen. Warmte uit miscanthus. Beschikbaar via [www.enerpedia.be](http://www.enerpedia.be).

<sup>67</sup> Voor het domein 'MHR' werd telkens nog een reductie van 50% op de opbrengst toegepast gezien de arme/schrale toestand van de bodem.

<sup>68</sup> Christian D.G., *et al.*. Management guide for planting and production of switchgrass as a biomass crop in Europe. Final Report FAIR 5-CT97-3701.

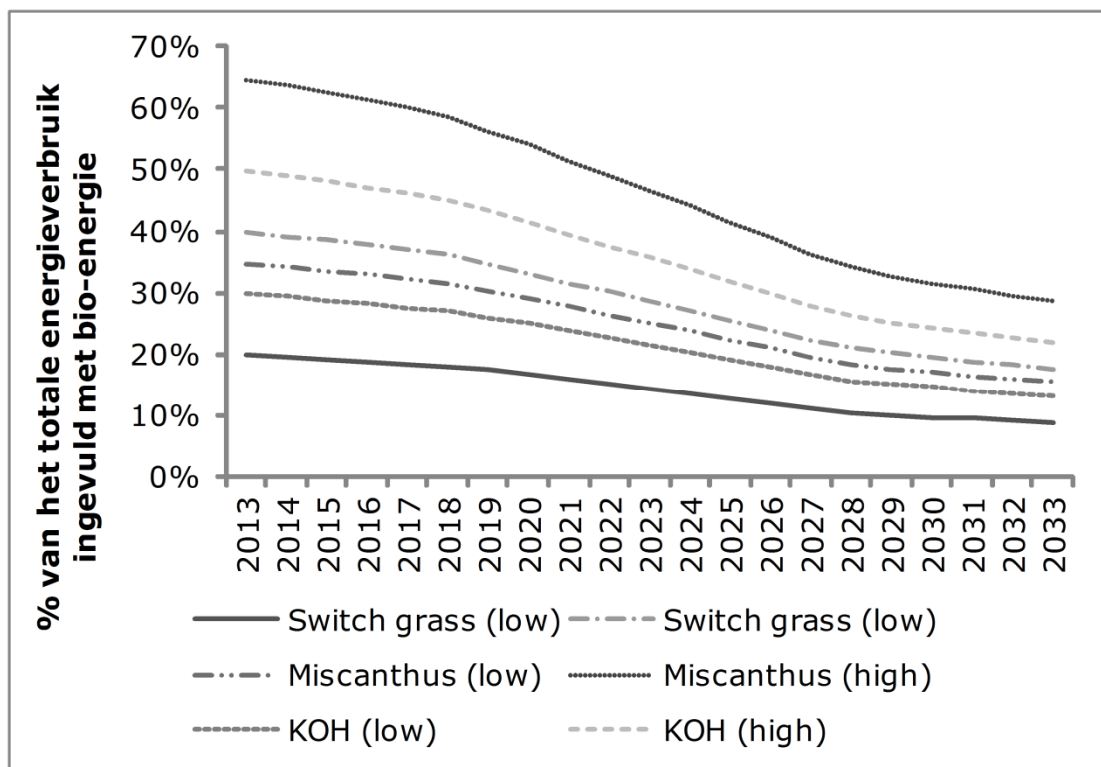
<sup>69</sup> Muylle H. Miscanthus: teelt en opbrengst. Opgevraagd op 22/02/2013 via [http://www.agripres.be/\\_STUDIOEMMA\\_UPLOADS/downloads/3\\_0\\_1.pdf](http://www.agripres.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/3_0_1.pdf).

<sup>70</sup> Second opinion door L. Meirsonne (INBO), INTERREG-project BENEKEMPEN.



De totale jaarlijkse energievraag van Sibelco wordt geschat op 25.000 MWh<sub>(th)</sub>. Figuur 32 drukt het percentage van die energievraag uit die ingevuld kan worden op basis van biomassa geteeld op eigen gronden. Afhankelijk van de teelt en het scenario bedraagt dit percentage maximaal 65% (miscanthus high) en minimaal 20% (switch grass low) in 2013. In het kader van de degressiviteit vermindert het potentieel tot maximaal 28% (miscanthus high) en minimaal 9% (switch grass low) in 2033.

Uiteindelijk blijft de gemaakte potentieelberekening een inschatting waarbij is getracht, op basis van aannames, tot een zo betrouwbaar en realistisch mogelijke inschatting te komen. In elk geval is het energievervangingspotentieel van biomassa aanzienlijk. Zo kan bijvoorbeeld, zelfs in het conservatieve scenario, miscanthus instaan voor een kwart van de energievraag in de komende twee decennia. Zelfs indien ervoor zou worden gekozen om de biomassa niet zelf te gebruiken voor energiedoelinden, kan de optie overwogen worden om de geteelde biomassa extern aan te bieden aan bio-energie installaties.

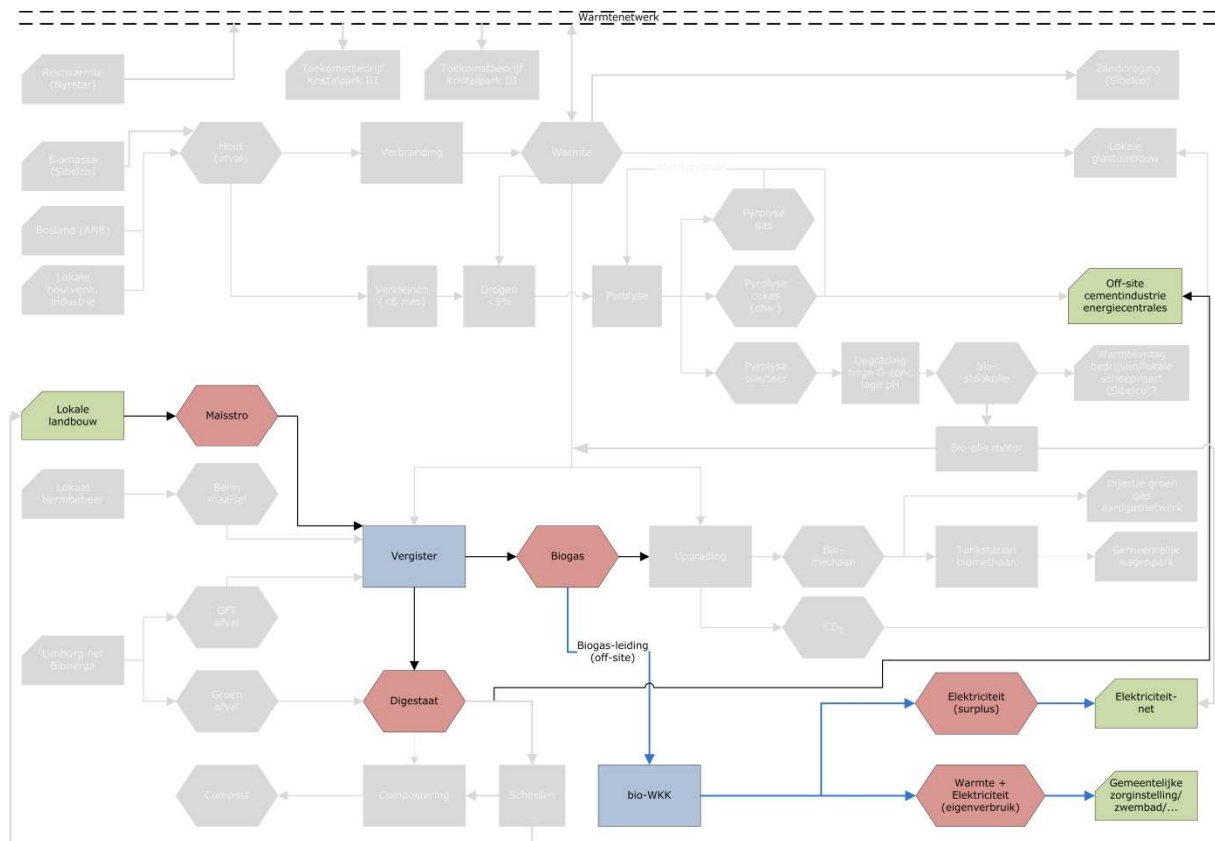


Figuur 32. *Energievraag Sibelco ingevuld door bio-energie over de tijd*

Voor de economische berekening wordt verder gegaan met het scenario KOH (*high*). Er wordt gerekend met de hoeveelheid KOH die initieel vrij zal komen. Zoals hierboven vermeld zal deze hoeveelheid in de tijd afnemen en wordt geen rekening gehouden met een eventuele uitbreiding van het aantal concessies. De berekening geeft daardoor enkel aan of het vanuit economisch standpunt interessant is om deze piste verder te onderzoeken, zonder hierover een definitieve uitspraak te doen. De totale investeringskost bedraagt onder de gemaakte assumpties ongeveer 650.000 euro. De totale operationele kosten bedragen ca. 260.000 euro per jaar.

Hierbij wordt verondersteld dat de productiekost van het hout 50 euro per ton ds bedraagt. De opbrengst bestaat uit de vermeden kost van gas en bedraagt ca. 400.000 euro per jaar. Wanneer voor deze installatie de NAW wordt berekend over een periode van 15 jaar en met een verdisconteringsvoet van 7%, bedraagt deze ongeveer 240.000 euro. Merk hierbij op dat nog geen rekening gehouden werd met eventueel benodigde aanpassingen aan de huidige installatie. Uit deze analyse kan besloten worden dat het vanuit economisch standpunt interessant is om een investering in een verbrandingsinstallatie voor het drogen van zand verder te onderzoeken.

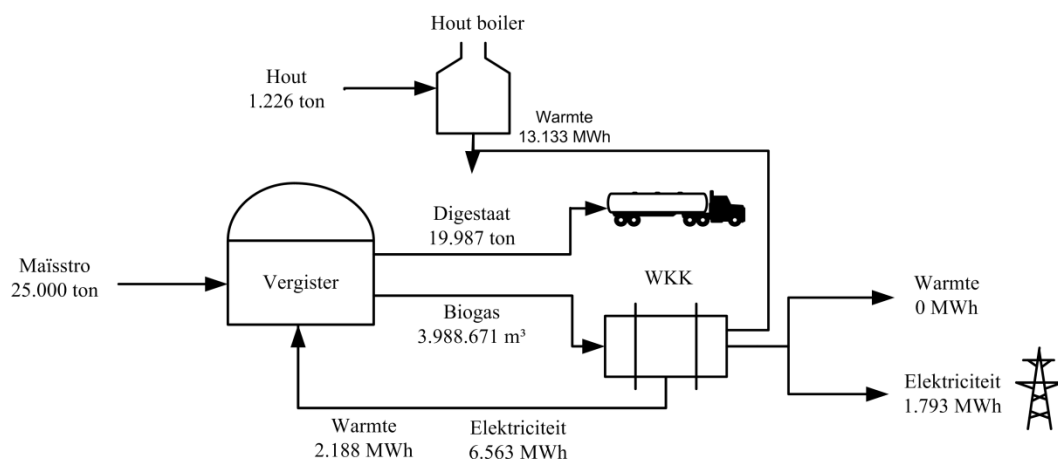
## 10.2. Maisstrovergisting



In paragraaf 10.1 werd het potentieel van switch grass, miscanthus en KOH voor fyto-remediatie besproken in de regio. Zoals beschreven in paragraaf 4.1.2 wordt een belangrijk deel van de cultuurgrond in de regio gebruikt voor korrelmaïsteelt. Om na te gaan of maisstrovergisting voor fyto-remediatie doeleinden economisch interessant kan zijn, werd een techno-economische evaluatie uitgevoerd. Maisstro (ca. 25.000 ton/jaar) wordt van het veld geoogst en naar een vergistinginstallatie getransporteerd. Er zou een speciale machine ontwikkeld moeten worden om het stro in een keer mee te oogsten van het veld. Indien dit in twee stappen moet gebeuren, is het stro vaak vervuild met zand. In Amerika bestaan er al langer machines die het stro in een keer mee kunnen oogsten<sup>71</sup>.

<sup>71</sup> LandbouwMechanisatie (februari 2010). Opgevraagd op 04/03/2013, Beschikbaar via [http://www.agripres.be/\\_STUDIOEMMA\\_UPLOADS/downloads/spil.pdf](http://www.agripres.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/spil.pdf).

De dichtheid van het maïsstro veronderstellen we  $300 \text{ kg/m}^3$ , deze is echter afhankelijk van de gebruikte verzamel en, indien van toepassing, opslagmethode<sup>72</sup>. In de vergistingsinstallatie wordt het stro vergist met een verblijftijd van ca. 50 dagen. Het optimale volume voor een vergistingsinstallatie is  $3.950 \text{ m}^3$ , indien een grotere installatie nodig is, dienen twee aparte installaties te worden gezet<sup>73</sup>. Per ton stro veronderstellen we dat  $165 \text{ m}^3$  biogas geproduceerd kan worden ( $54\% \text{ CH}_4$ )<sup>74</sup>. Zoals aangegeven door Seppälä *et al.* verschilt het methaangehalte afhankelijk van de soort en maturiteit<sup>75</sup>. Het geproduceerde biogas (ca. 4 miljoen  $\text{m}^3$ ) wordt naar een WKK (warmtekrachtkoppeling) gestuurd met een thermische efficiëntie van 45% en een elektrische efficiëntie van 40%. Van de geproduceerde warmte wordt 10% in het proces gebruikt en van de elektriciteitsproductie 30%. Het digestaat wordt gedroogd met de restwarmte tot 54% ds. Om transportkosten te drukken wordt het digestaat daarna verder gedroogd tot 88% ds met een houtboiler (efficiëntie  $80\%$ )<sup>76</sup>. Een dergelijk hoog droge stofgehalte is bovendien nodig om het digestaat als reststroom te kunnen afzetten bij de cementindustrie. Het gedroogde digestaat wordt getransporteerd naar een verbrandingsinstallatie of cementindustrie. Dit wordt gedaan om te voorkomen dat de metalen, die geconcentreerd zijn in het digestaat, terug vrijkomen in de lucht. De verbrandingsinstallaties van de cementindustrie zijn immers uitgerust met een doorgedreven rookgaszuivering. De cementindustrie is een interessante sector om digestaat af te zetten omdat deze erg energie-intensief is. Voor de productie van 1 ton cement is een equivalent van 60-130 kg brandstof en 110 kWh elektriciteit nodig<sup>77</sup>. De sector kijkt dan ook meer en meer naar de mogelijkheden van het gebruik van afvalmaterialen voor hun energievoorziening. Indien geen metalen in het digestaat zitten, zou het digestaat ook als kunstmestvervanger gebruikt kunnen worden. Een schematisch overzicht van het proces wordt gegeven in Figuur 33.



Figuur 33. Processtroom diagram maïsstro vergisting

<sup>72</sup> Shinnars KJ, Binversie BN, Muck RE, Weimer PJ. Comparison of wet and dry corn stover harvest and storage. *Biomass Bioenergy* 2007;31(4):211-22.

<sup>73</sup> Persoonlijke communicatie B. Dierick, OWS (18 december 2012)

<sup>74</sup> Persoonlijke communicatie Pauwels B. (23 augustus 2012).

<sup>75</sup> Seppälä M, Pyykkönen V, Laine A, Rintala J. Methane production from maize in Finland – Screening for different maize varieties and plant parts. *Biomass Bioenergy* 2012;46(0):282-90.

<sup>76</sup> Chau J, Sowlati T, Sokhansanj S, Preto F, Melin S, Bi X. Techno-economic analysis of wood boiler for the greenhouse industry. *Appl Energy* 2009;86:364-71.

<sup>77</sup> Lamas, W.Q., Palau, J.C.F., Camargo, J.R. Waste materials co-processing in cement industry: ecological efficiency of waste reuse. *Ren Sust Energy Rev* 2013;19:200-07.

Het proces wordt economisch geëvalueerd op 10 jaar en met een discontovoet van 7%. Andere gebruikte parameters worden weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7. Economische parameters maïsstrovergisting

	Eenheid	Formule/Waarde
<b>Investeringskost</b>		
Vergister <sup>78</sup>	€/m <sup>3</sup>	1.369.105 volume vergister (m <sup>3</sup> ) <sup>-0,81</sup>
WKK motor <sup>79</sup>	€/kWe	Als capaciteit (kWe) > 900 = (-386,1 LN(900) + 3.170,5) 1,2 Anders = (-386,1 LN(capaciteit (kWe)) + 3.170,5) 1,2
Gaszuivering <sup>79</sup>	€	Als capaciteit (kWe) < 1.500 = (200.000/1.500 capaciteit (kWe)) 1,1 Anders = 200.000/1.500 capaciteit (kWe)
Droger <sup>80</sup>	€/ton	15
Houtboiler <sup>81</sup>	€/kW	1.322,1 capaciteit (kW) <sup>-0,239</sup>
Site voorbereiding <sup>82</sup>	%I <sub>0</sub>	10
<b>Operationele kosten</b>		
Herstellingen	%I <sub>0</sub>	2
Verzekering <sup>82</sup>	%I <sub>0</sub>	1
Onderhoud vergister <sup>78</sup>	%I <sub>0</sub>	1,6
Analysekost input <sup>78</sup>	€/ton	1,67
Personeel vergister <sup>78</sup>	#	1
Uurloon <sup>83</sup>	€/uur	30
Onderhoud WKK <sup>79</sup>	€/MWh	65,347 (capaciteit (kWe)) <sup>-0,1544</sup> 0,9
Onderhoud gaszuivering <sup>79</sup>	€/MWh	26.209 (capaciteit (kWe)) <sup>-0,1112</sup>
Onderhoud droger <sup>84</sup>	€/(ton water verdampt)	2,5
Personeel droger <sup>84</sup>	Uur/dag	0,000875 dikke fractie (ton/jr)
Onderhoud houtboiler <sup>85</sup>	%I <sub>0</sub>	3
Aankoop hout <sup>86</sup>	€/ton	45
Stortkost assen <sup>82</sup>	€/ton	110
Maïsstro <sup>32</sup>	€/ton vs	5

<sup>78</sup> Offertes van 3 bedrijven (meer informatie in het economisch eindrapport van de case Beerse/Merksplas)

<sup>79</sup> Persoonlijke communicatie A. Stroobandt, Cogen Vlaanderen (WKK platform), 2007.

<sup>80</sup> Vandeweyer H, Baert R, Ryckebosch E, Leenknecht J, Drouillon M, Vervaeren H. Biomethaan: opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit. ISBN/EAN:9789081355209;2008:176.

<sup>81</sup> Moorkens I, Briffaerts K. Onrendabele toppen groene warmte. Belgium:VITO;2009:79.

<sup>82</sup> Caputo AC, Palumbo M, Pelagagge PM, Scacchia F. Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: effects of logistics variables. Biomass Bioenerg 2005;**28**(1):35-51.

<sup>83</sup> Belgische overheid (Brussel). Arbeidskost voor industrie (NACE B-F) per uur, Beschikbaar via <[http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/arbeid\\_leven/lonen/activiteit/index.jsp](http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/arbeid_leven/lonen/activiteit/index.jsp)>;2008.

<sup>84</sup> van der Werf MFB. Formula structure and dataset for the anaerobic digestion profit calculator, Beschikbaar via <<http://www.bioenergyfarm.eu/en/the-portal/downloads>>;2011.

<sup>85</sup> Delivand MK, Barz M, Gheewala SH, Sajjakulnukit B. Economic feasibility assessment of rice straw utilization for electricity generating through combustion in Thailand. Appl Energy 2011;**88**(11):3651-658.

<sup>86</sup> Lensink S, Wassenaar JA, Mozaffarian M, Luxembourg SL, Faasen CJ. Basisbedragen in de SDE+ 2012. ECN-E--11-054; Kema: Nederland;2011:53.

<b>Opbrengsten</b>		
Aankoop elektriciteit <sup>87</sup>	€/MWh	139,4
Verkoop elektriciteit <sup>88</sup>	€/MWh	50
Verkoop digestaat	€/ton	0
GSC <sup>89</sup>	€/MWh	97
WKKC <sup>89</sup>	€/MWh	35

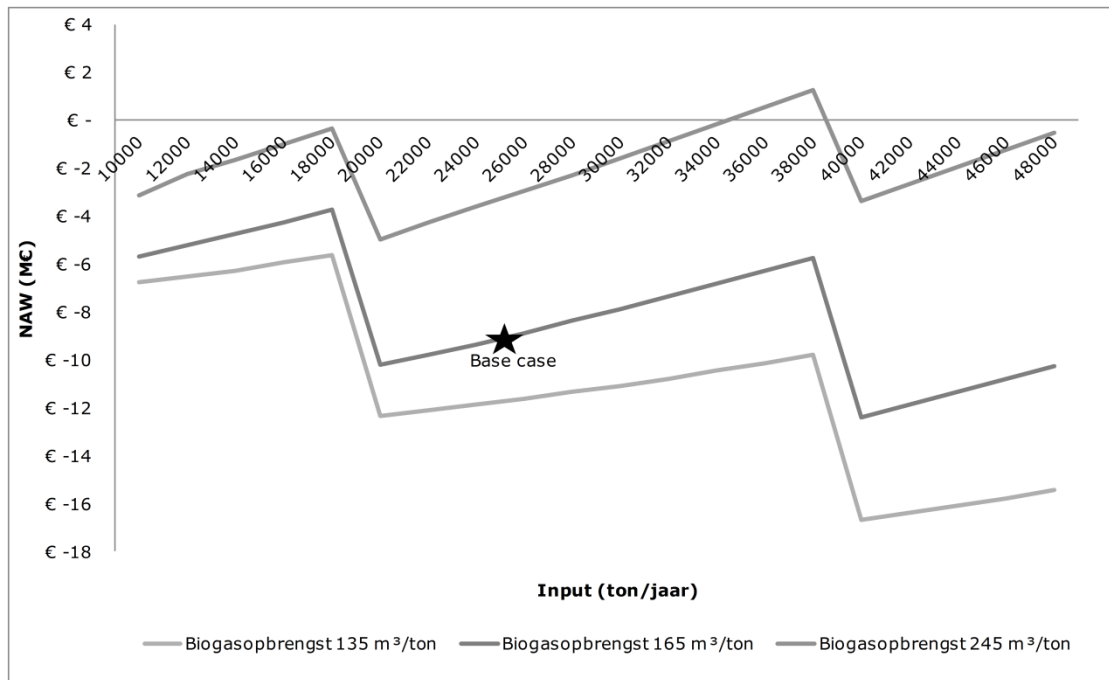
Rekening houdend met bovenstaande parameters bekomen we een NAW van -9 miljoen euro. De berekende NAW is vaak sterk afhankelijk van de achterliggende assumpties. Om na te gaan welke parameters de grootste invloed hebben, wordt eerst een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. In deze analyse worden alle parameters opgenomen, met uitzondering van de investeringskost. Indien de investeringskost wel wordt opgenomen, verklaart de kapitaalkost van de vergister meer dan 85% van de variatie in de NAW. De parameters worden zo ingesteld dat deze volgens een driehoeksverdeling met 10% kunnen afwijken in positieve en negatieve zin. We laten het programma 50.000 keer de NAW berekenen. Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat volgende parameters de grootste invloed hebben op de variantie in de NAW: (1) biogasopbrengst maïsstro, (2) methaangehalte biogas van maïsstro, (3) prijs elektriciteit, (4) input hoeveelheid, (5) subsidie voor groene elektriciteit, en (6) kost digestaat afzet. Samen verklaren deze parameters 92,1% van de variatie in de NAW.

Enkele parameters hebben een grote invloed op de economische haalbaarheid, daarom wordt hierop dieper ingegaan. In Figuur 34 wordt de NAW weergegeven in functie van de hoeveelheid input en biogasopbrengst van het maïsstro. Bij een biogasopbrengst van 165 m<sup>3</sup>/ton (zoals in het huidige scenario aangenomen), is de optimale hoeveelheid maïsstro ongeveer 39.000 ton. De NAW bedraagt in dat geval -5,5 miljoen euro. Enkel wanneer de biogasopbrengst toeneemt tot 245 m<sup>3</sup>/ton, bij een input tussen 35.000 en 39.000 ton, is het mogelijk om een positieve NAW te bekomen.

<sup>87</sup> van Tilburg X, Lensink SM, Londo HM, Cleijne JW, Pfeiffer EA, Mozaffarian M, Wakker A, Burgers J. *Technisch-economische parameters van duurzame energieopties in 2009-2010*. ECN-E-08-090; KEMA: Nederland;2008:52.

<sup>88</sup> Voets T, Kuppens T, Cornelissen T, Thewys T. Economics of electricity and heat production by gasification or flash pyrolysis of short rotation coppice in Flanders (Belgium). *Biomass Bioenerg* 2011;**35**(5):1912-924.

<sup>89</sup> VEA (2012). Ontwerprapport 2012 – OT/Bf berekeningen voor stakeholderoverleg.

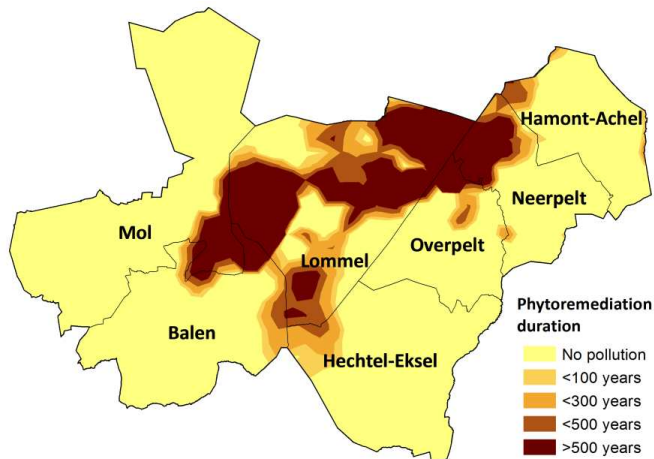


Figuur 34. NAW maïsstrovergisting in functie van hoeveelheid input en biogasopbrengst

Indien de maatschappelijke baat van maïsstrovergisting voldoende hoog is, kan de technologie als meer interessant beschouwd worden. Hiervoor wordt gekeken naar het fyto-remediatiepotentieel van het maïsstro. We kunnen besluiten dat onder de gemaakte assumpties per kg grond ongeveer 0,002 mg Cd onttrokken wordt per jaar. Er kan besloten worden dat het veel effectiever is om KOH te gebruiken voor fyto-remediatie, maar de persoonlijke voorkeur van boeren zal waarschijnlijk meer uitgaan naar planten die gelinkt zijn aan de huidige activiteiten. Op die manier kunnen huidige inkomsten behouden blijven. In Figuur 35 wordt de duurtijd van fyto-remediatie met maïsstro weergegeven voor het onderzochte gebied<sup>90</sup>. Er kan besloten worden dat het erg lang duurt om diffuus verontreinigde gronden te saneren met maïsstro en dat de maatschappelijke baat bijgevolg niet hoog genoeg is om, onder de gekozen assumpties, de investeringskosten te compenseren. Op basis van deze resultaten wordt maïsstrovergisting niet langer meegenomen in het concept. Er is ook niet voldoende maïsstro aanwezig in het gekozen gebied om de installatie economisch interessant te maken. Bovendien is het niet nuttig om het maïsstro toe te voegen aan een GFT vergister doordat het compost in dat geval verontreinigd zou worden met metalen. De haalbaarheid van maïsvergisting met fyto-remediatiedoelinden werd ook onderzocht in het EOSAN project<sup>91</sup>.

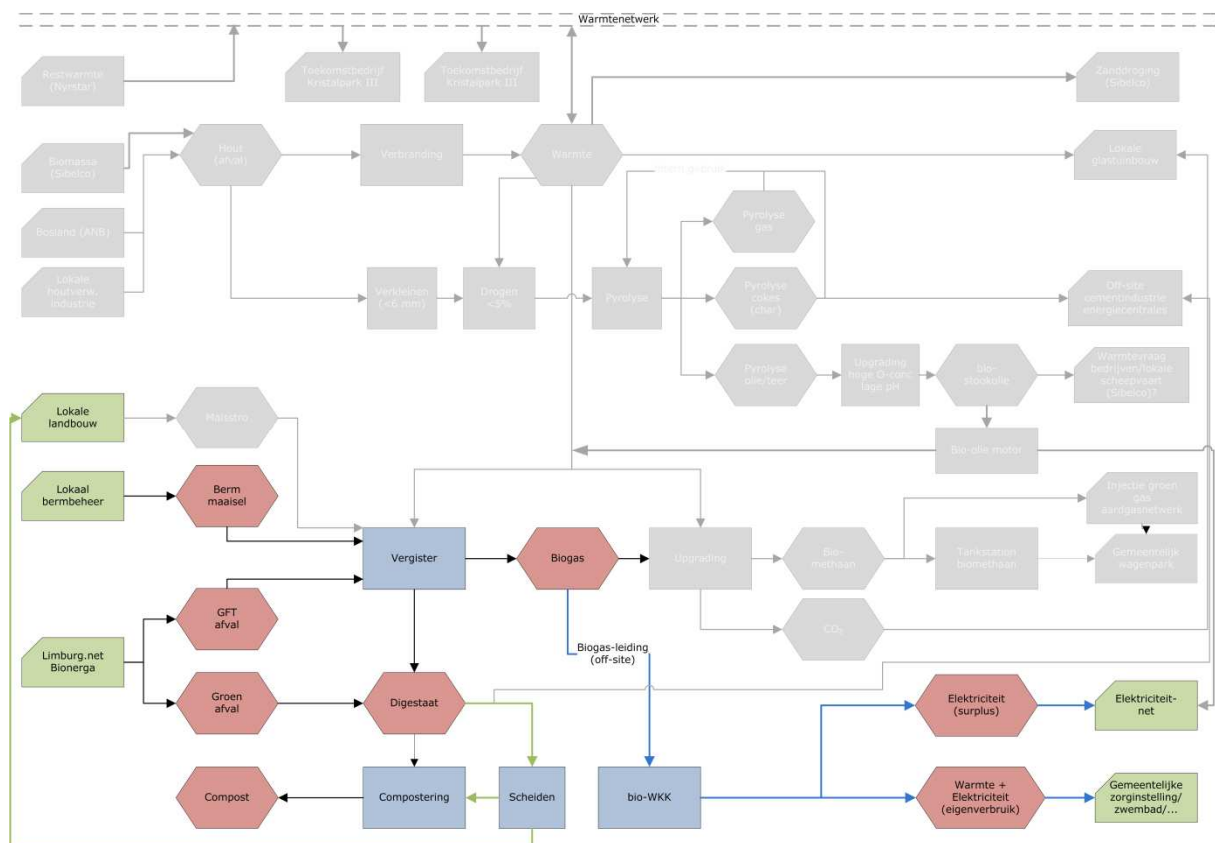
<sup>90</sup> Van Dael M., Witters N., Guisson R., & Van Passel S. (2012) *Long-term phytoremediation using fodder maize: an integrated approach leads to economic synergies*. In: 9th International Phytotechnology Society (IPS) conference, Hasselt, Belgium, 11-14 September 2012.

<sup>91</sup> <http://www.mipvlaanderen.be/nl/webpage/103/eosan.aspx>



Figuur 35. Duurtijd fyto-remediatie met maïsstro<sup>90</sup>

### 10.3. GFT vergisting

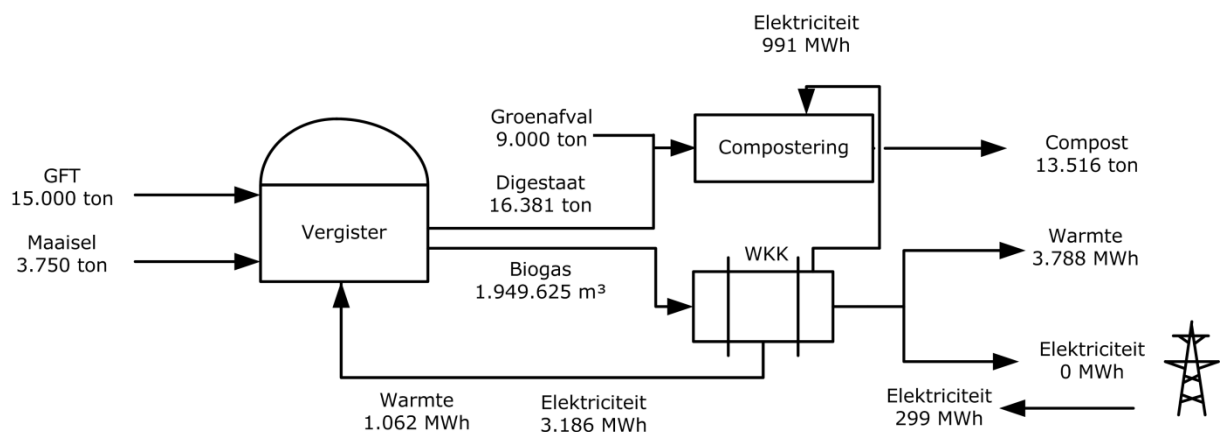


Zoals aangegeven in paragraaf 4.1.3.2 wordt de economische haalbaarheid van GFT vergisting nagegaan. Samen met het GFT wordt 20% bermmaaisel vergist. Uit testen uitgevoerd in het kader van het project GRASKRACHT<sup>50</sup> blijkt dit mogelijk te zijn. De biogasopbrengst van GFT bedraagt 100 m<sup>3</sup>/ton (55% CH<sub>4</sub>) en van maaisel 119,9 m<sup>3</sup>/ton (57% CH<sub>4</sub>)<sup>78</sup>. Het GFT afval en maaisel hebben een vochtgehalte van respectievelijk 63% en 70%<sup>78</sup>. Andere parameters van de vergistingsinstallatie en WKK installatie worden gelijk gesteld met deze voor maïsstrovergisting.

Het digestaat kan op twee verschillende wijze verwerkt worden: (1) rechtstreeks gecomposteerd samen met groenafval (*cf.* Case Beerse/Merksplas) of (2) mechanisch gescheiden en daarna gecomposteerd (*cf.* case Sluiskil). Het digestaat kan gecomposteerd worden in een nieuwe installatie, of het digestaat kan getransporteerd worden naar een bestaande installatie (merk op dat in Lommel geen bestaande composteringsinstallatie aanwezig is, zie ook paragraaf 4.1.3.2). In totaal worden daarom vier scenario's techno-economisch geëvalueerd. Elk scenario wordt geëvalueerd op 15 jaar en met een discontovoet van 7%.

### 10.3.1. GFT vergisting - nacompostering digestaat met groenafval (nieuwe composteerder)

In het eerste scenario wordt GFT en bermmaaisel samen vergist. Het biogas wordt omgezet in warmte en elektriciteit, waarvan een gedeelte gebruikt wordt in het eigen proces. Het digestaat wordt gecomposteerd, samen met groenafval, in een nieuwe composteringsinstallatie. Het is nodig om het digestaat op te mengen met groenafval om het vochtgehalte te optimaliseren en om voldoende porositeit te krijgen voor een goede compostering van het digestaat. Op die manier kan compost bekomen worden dat voldoet aan de Vlaco-normen. Een processtroom diagram wordt gegeven in Figuur 36.



Figuur 36. Processtroom diagram GFT vergisting met groenafval (nieuwe installatie)

De totale investeringskost bedraagt ca. 18 miljoen euro.

- Vergister (zie paragraaf 10.2) 6 miljoen euro
- WKK motor (zie paragraaf 10.2) 1,5 miljoen euro
- Compostering<sup>92</sup> 9 miljoen euro
- Site voorbereiding (zie paragraaf 10.2) 1,5 miljoen euro

De operationele kosten en opbrengsten bedragen respectievelijk ca. 1,6 miljoen euro per jaar en 2,2 miljoen euro per jaar. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 8 en Tabel 9.

<sup>92</sup> Persoonlijke communicatie intercommunale afvalverwerkers. België;2012.



Tabel 8. Operationele kosten GFT vergisting met groenafval

Installatie	Parameter	Eenheid	Waarde
Algemene kosten	Verzekering <sup>82</sup>	%I <sub>0</sub>	1
	Herstellingen	%I <sub>0</sub>	2
	Elektriciteitsgebruik net <sup>87</sup>	€/MWh	139,4
	Uurloon <sup>83</sup>	€/uur	30
Compostering	O&M <sup>92</sup>	€/ton	19
	Rode diesel <sup>93</sup>	€/l	0,941
Vergister	Onderhoud <sup>78</sup>	%I <sub>0</sub>	1,6
	Analyse kost <sup>78</sup>	€/ton	1,67
WKK	Onderhoud gasmotor <sup>79</sup>	€/MWh	Zie Tabel 7
	Onderhoud gaszuivering <sup>79</sup>	€/MWh	Zie Tabel 7

Het aantal personeelsleden nodig voor de composteringsinstallatie wordt berekend via onderstaande formule:

$$\text{Aantal personeelsleden (\#)} = (\text{Totale input ton})^{0,8} \cdot 9 \cdot 10^{-4}$$

Tabel 9. Operationele opbrengsten GFT vergisting met groenafval

Installatie	Parameter	Eenheid	Waarde
Algemene opbrengsten	Verkoop elektriciteit <sup>88</sup>	€ MWh <sup>-1</sup>	50
Gate fee	GFT <sup>92</sup>	€ ton <sup>-1</sup>	60
	Groenafval <sup>92</sup>	€ ton <sup>-1</sup>	30
	Maaise <sup>92</sup>	€ ton <sup>-1</sup>	0
Compostering	Compost <sup>92</sup>	€ ton <sup>-1</sup>	5
	Verkoop houtchips (mulch) <sup>92</sup>	€ ton <sup>-1</sup>	10
Gasmotor	Certificaten elektriciteit <sup>89</sup>	€ MWh <sup>-1</sup>	97
	Certificaten WKK <sup>89</sup>	€ MWh <sup>-1</sup>	35

De gate fee van GFT is de belangrijkste inkomst voor de installatie. Een gate fee is een prijs die betaald wordt door de afzetter van de stroom om deze te laten verwerken. Per definitie komt deze prijs overeen met de operationele kosten en afschrijvingen van de installatie verspreid over de verwerkte hoeveelheid afval. Momenteel bedraagt deze voor GFT ongeveer 60 euro per ton, echter komt er meer en meer een druk te staan op deze prijs en is de verwachting dat deze in de toekomst zal afnemen. Ook de gate fees van groenafval en (berm)maaisel staan onder druk en werden hier reeds lager verondersteld dan de huidige prijzen van respectievelijk 36 euro per ton en 20-25 euro per ton.

Voor het scenario wordt een negatieve NAW bekomen van ongeveer 14 miljoen euro. Op basis van deze resultaten moet besloten worden dat GFT vergisting economisch niet interessant is. De investeringskosten zijn te hoog om met de beperkte opbrengsten terug te verdienen.

<sup>93</sup> Esso. Prijs rode diesel, Beschikbaar via <<http://www.truckstopbelgie.be>>;2012.

### 10.3.2. GFT vergisting - nacompostering digestaat met groenafval (bestaande composteerder)

Het verschil met het scenario besproken in paragraaf 10.3.2 is dat het digestaat nu niet gecomposteerd zal worden in een nieuwe installatie, maar getransporteerd wordt naar een bestaande installatie. Hierdoor valt een grote investeringskost (*i.e.* composteringsinstallatie) weg. Echter moet het digestaat getransporteerd worden wat hogere operationele kosten met zich meebrengt. Er kunnen twee mogelijke assumpties aangenomen worden: (a) beide installaties zijn volledig onafhankelijk van elkaar of (b) beide installaties zijn verbonden met elkaar. In het eerste geval veronderstellen we dat voor het digestaat dezelfde gate fee betaald moet worden als voor het GFT afval en dat daarbovenop een transportkost betaald moet worden, namelijk 7,39 euro per ton<sup>94</sup>. Bovendien zijn er geen opbrengsten uit de verkoop van compost of houtchips.

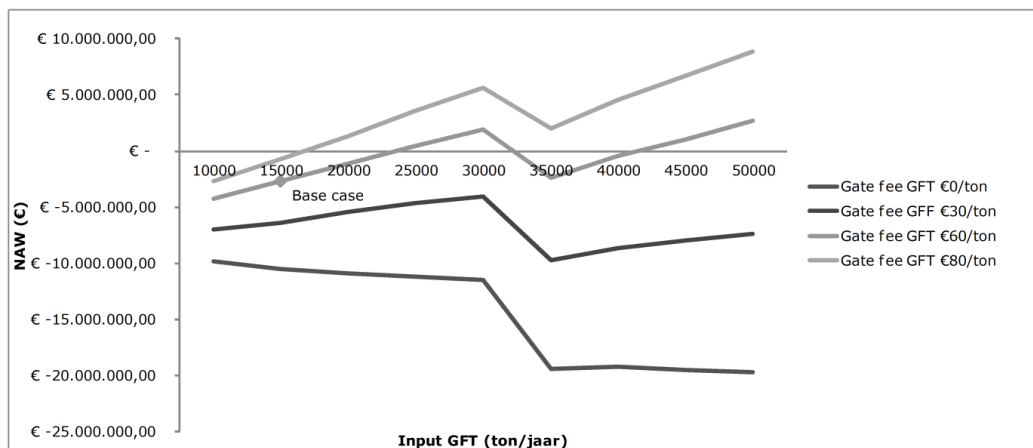
De NAW bedraagt dan ongeveer -7 miljoen euro. Het is ook in dit geval vanuit economisch standpunt niet interessant om te investeren in een vergistingsinstallatie op GFT. In het tweede geval wordt verondersteld dat enkel een transportkost betaald moet worden voor het digestaat en dat verder alles onveranderd blijft. In dat geval bedraagt de NAW *ca.* - 2,7 miljoen euro. Wanneer ook geen transportkost betaald moet worden, *cfr.* alles op 1 plaats, bedraagt de NAW -1,8 miljoen euro. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het interessanter is wanneer de vergistingsinstallatie dichtbij de composteringsinstallatie geplaatst wordt en dat het systeem uitgebaat wordt door dezelfde eigenaar (*i.e.* geen gate fee of transportkost voor het digestaat). Echter is ook onder deze assumpties GFT vergisting economisch niet interessant. Voor het scenario waarbij enkel een transportkost verondersteld wordt, wordt een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd om na te gaan welke parameters de economische haalbaarheid het meest beïnvloeden. Uit de sensitiviteitsanalyse blijkt dat de investeringskost van de vergister de grootste invloed heeft op de economische haalbaarheid. Deze parameter verklaart 92% van de variatie in de NAW. Daarom wordt in een tweede analyse deze parameter niet opgenomen. De belangrijkste parameters voor deze laatste analyse worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 10. Resultaten sensitiviteitsanalyse GFT vergisting met groenafval

Parameter	Relatieve bijdrage variantie NAW (%)
Gate fee GFT	+30,0%
Input GFT	+14,5%
Elektriciteitsprijs net	+8,8%
Biogasopbrengst GFT	+8,4%
Elektriciteitsgebruik vergisting	(6,8)%
Methaangehalte GFT	+6,7%

<sup>94</sup> *Cfr.* berekening in Rentizelas AA, Tolis AJ, Tasiopoulos IP (2009). Logistics issues of biomass: the storage problem and the Multi-biomass supply chain. *Ren Sust Energy Rev* 2009;(13):887-94.

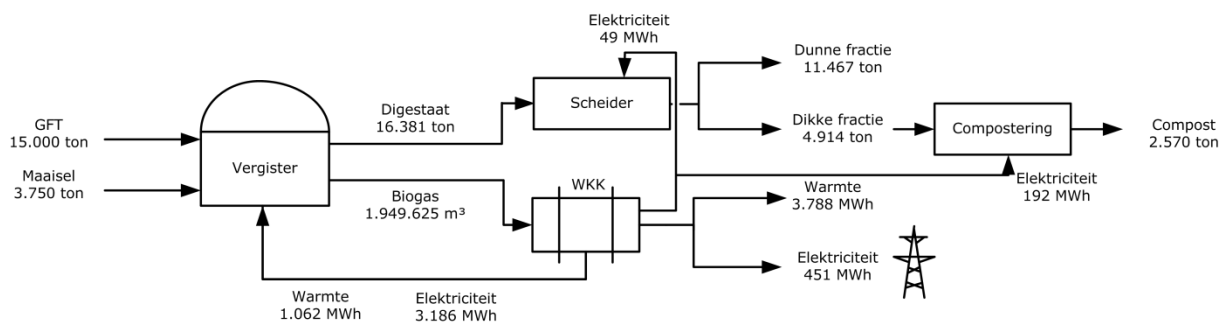
Uit de analyse blijkt ook dat de NAW varieert van -900.000 euro tot -4,6 miljoen euro wanneer de parameters kunnen afwijken met 10% in positieve en negatieve zin. Dit geeft aan dat de cijfers met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden. Uit Tabel 10 blijkt dat de gate fee en de hoeveelheid input de grootste invloed hebben op de economische haalbaarheid. Daarom wordt nagegaan hoe de NAW verandert wanneer de gate fee voor GFT wijzigt, samen met een wijziging in de verwerkte hoeveelheid GFT afval. De resultaten worden weergegeven in Figuur 37. Uit de grafiek kan afgeleid worden dat economische schaalvoordelen bestaan. Bovendien kan besloten worden dat GFT vergisting economisch het meest interessant is wanneer de vergister zijn optimale volume (*i.e.* 3.950 m<sup>3</sup>) bereikt. Onder de gemaakte assumpties is dit bij *ca.* 30.000 ton GFT. In Lommel is zoveel GFT afval niet beschikbaar, echter zou ook een gedeelte van het groenafval hiervoor gebruikt kunnen worden.



Figuur 37. NAW GFT vergisting in functie van hoeveelheid input en gate fee

### 10.3.3. GFT vergisting - scheiding en nacompostering digestaat (nieuwe composteerder)

In dit scenario wordt het digestaat van vergisting eerst gescheiden zodat het vochtgehalte in de dikke fractie afneemt en deze rechtstreeks gecomposteerd kan worden, zonder opmenging met groenafval. Hierdoor is de hoeveelheid die gecomposteerd moet worden veel lager en daardoor ook de investeringskost. De dunne fractie van het scheiden kan afgezet worden op agrarische gronden. Een schematische voorstelling wordt gegeven in Figuur 38.



Figuur 38. Processtroom diagram GFT vergisting met scheiding (nieuwe installatie)

De totale investeringskost voor dit scenario bedraagt 10 miljoen euro. De investeringskost voor de vergister en WKK motor blijft onveranderd. De composteringsinstallatie is in dit geval veel kleiner en vraagt een investering van slechts 2,5 miljoen euro. Voor de scheider wordt de investeringskost berekend aan de hand van onderstaande formule.

$$I_0 \text{ scheider (in € m}^{-3} \text{ uur}^{-1})^{95} = 15,661 \text{ input (m}^3/\text{h)}^{-0.38}$$

De operationele kosten bedragen *ca.* 1 miljoen euro per jaar en worden berekend met dezelfde waarden als weergegeven in Tabel 8. Voor de scheider worden onderhoudskosten (*i.e.* 3% van de investeringskost) en personeelskosten (*i.e.* 2 uur per dag<sup>96</sup>) in rekening gebracht. Verder worden nog kosten opgenomen voor de afzet van de dunne fractie na scheiding, *i.e.* 25 euro per ton. De operationele opbrengsten bedragen *ca.* 1,7 miljoen euro per jaar en worden berekend met de waarden uit Tabel 9.

De NAW bedraagt -5.093.748 euro voor dit scenario. Het scenario is nog steeds negatief, maar minder negatief dan het scenario waarin het digestaat wordt opgemengd met groenafval vooraleer gecomposteerd te worden. Echter, indien de dunne fractie na scheiden niet afgezet kan worden op agrarische gronden en een waterzuiveringsinstallatie geplaatst moet worden, is het vorige scenario waarbij het digestaat opgemengd wordt met groenafval, interessanter.

#### **10.3.4. GFT vergisting - scheiding en nacompostering digestaat (bestaande composterder)**

Dit scenario is gelijkend aan het scenario beschreven in paragraaf 10.3.3, maar in dit geval wordt de dikke fractie, na scheiding getransporteerd naar een bestaande composteringsinstallatie. Er wordt enkel een transportkost aangerekend, *cfr.* subscenario (b) in paragraaf 10.3.2. De NAW is nog steeds negatief en bedraagt -2.482.804 euro. Subscenario (a) zou opnieuw tussen beide resultaten in vallen.

Algemeen kan besloten worden dat het best is om, indien mogelijk, aan te sluiten bij een bestaande composteringsinstallatie. In dat geval is het ook het meest interessant om het digestaat van GFT vergisting op te mengen met groenafval en zo te composteren en niet eerst het GFT te scheiden in een dunne en dikke fractie. Wanneer voldoende GFT verwerkt kan worden (*i.e.* >30.000 ton) of dit aangevuld kan worden met groenafval, kan GFT vergisting ook economisch interessant zijn. Indien nog geen composteringsinstallatie aanwezig is, kan besloten worden dat onder de gemaakte assumpties GFT vergisting met een scheiding interessanter is, tenzij het digestaat niet op het veld kan afgezet worden. In dat geval moet immers een waterzuiveringsinstallatie voorzien worden.

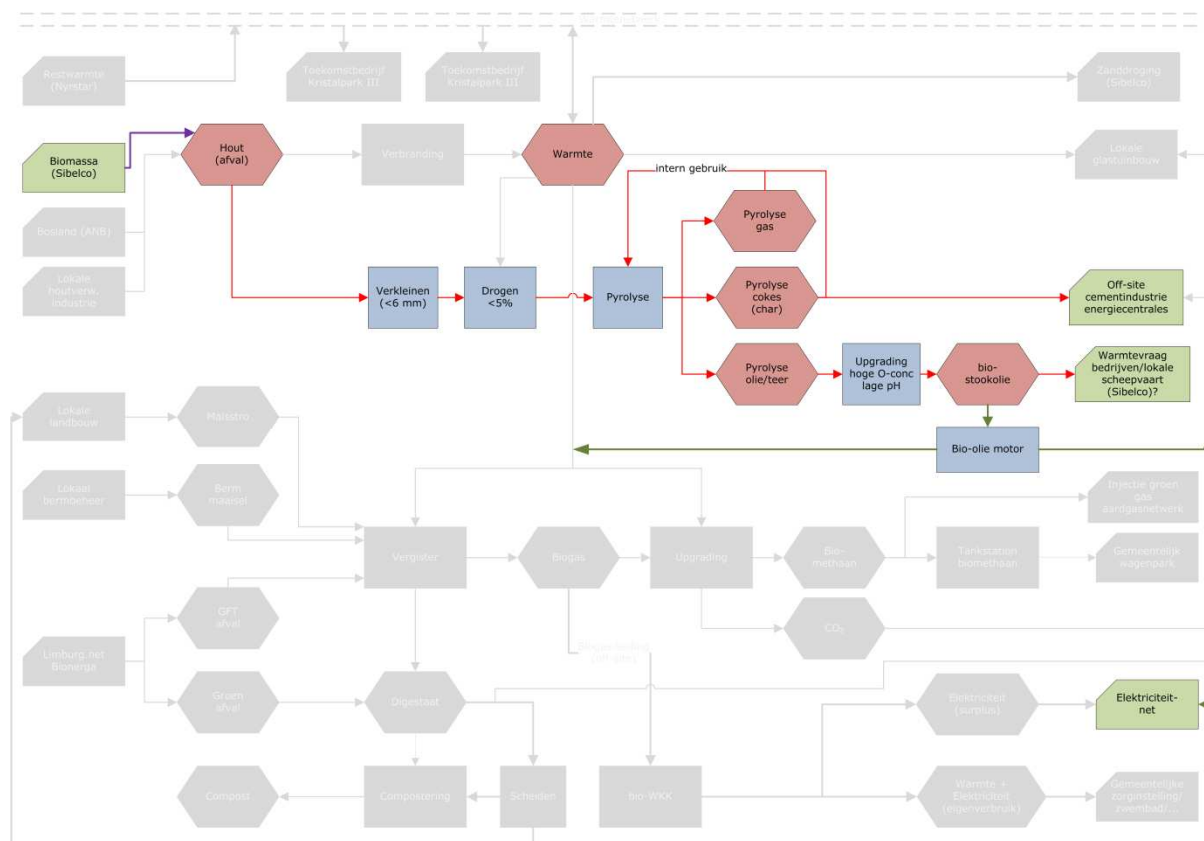
<sup>95</sup> VCM. Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs, Beschikbaar via <[http://www.vcm-mestverwerking.be/publication/index\\_nl.phtml](http://www.vcm-mestverwerking.be/publication/index_nl.phtml)>;2004.

<sup>96</sup> van der Werf MFB. Formula structure and dataset for the anaerobic digestion profit calculator, Beschikbaar via <<http://www.bioenergyfarm.eu/en/the-portal/downloads>>;2011.

Tabel 11. Overzicht NAW scenario's GFT vergisting

	Nieuwe composteerinstallatie	Bestaande composteerinstallatie
<b>Nacompostering met groenafval</b>	€ -13.882.159	€ -2.701.353
<b>Scheiding</b>	€ -5.093.748	€ -2.482.804

## 10.4. Pyrolyse

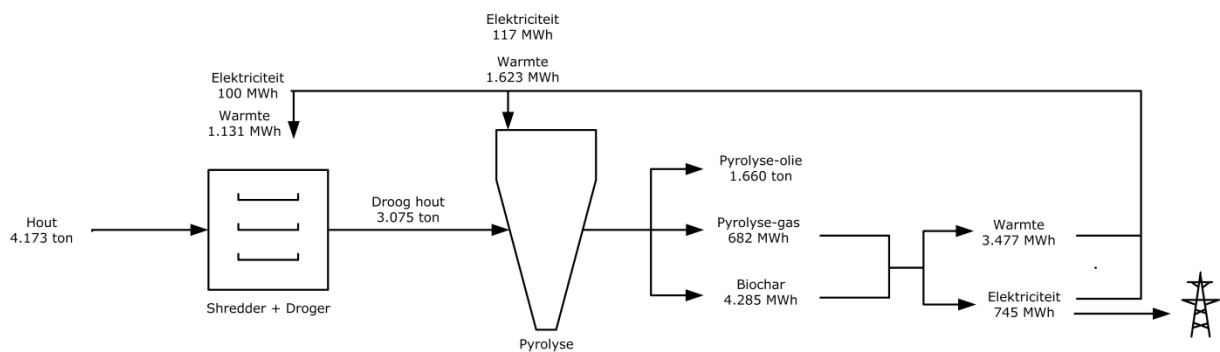


Het hout van Sibelco (zie paragraaf 10.1) zou in plaats van verbrand ook gepyrolyseerd kunnen worden. Het hout met een vochtgehalte van 30% (*i.e.* na droging in openlucht) moet verder gedroogd worden tot 95% ds alvorens het gepyrolyseerd kan worden. Daarnaast moet het verkleind worden tot een maximale deeltjesgrootte van 2 mm<sup>97</sup>. Het hout wordt verondersteld een energie-inhoud te hebben van 18 GJ/ton ds. Het asgehalte van het hout bedraagt 2% in deze analyse<sup>98</sup>. Het doel van dit proces is te komen tot pyrolyse-olie. De pyrolyse olie is een complex mengsel van geoxygeneerde koolwaterstoffen en fenolische componenten. Het is een dikke teerachtige vloeistof met tot 20 % water en een viscositeit gelijkaardig aan die van zware olie. De olie kan gebruikt worden in grotere bio-olie motoren, maar is niet direct inzetbaar als transportbrandstof, noch in bio-olie motoren op kleinere schaal. Hiervoor moet de olie eerst opgewaardeerd worden.

<sup>97</sup> Kuppens T (2012). Techno-economic assessment of fast pyrolysis for the valorisation of short rotation coppice cultivated for phytoextraction. ISBN: 9789089130228.

<sup>98</sup> Rogers JG and Brammer JG. Estimation of the production cost of fast pyrolysis bio-oil. Biomass Bioenerg 2012;**36**:208-17.

Uit het pyrolyse proces wordt op massabasis ca. 54% pyrolyse-olie, 30% pyrolyse-gas en 16% biochar bekomen. Afhankelijk van de gekozen procestemperatuur en verwarmingsnelheid kan meer olie of meer char geproduceerd worden<sup>99</sup>. Hier wordt geopteerd voor een snelle pyrolyse om de hoeveelheid olie te maximaliseren. Dit is best bij een temperatuur van ca. 500°C<sup>99</sup>. De biochar zou gebruikt kunnen worden als bodemverbeteraar, echter als gevolg van de diffuse verontreiniging in de regio, is de char vervuild met metalen. De energiewaarde van de olie is 17,5 GJ/ton, van het gas 0,94 GJ/ton en van de char 5,91 GJ/ton<sup>98</sup>. Het pyrolyse proces zelf verbruikt 40 kWh/ton ds elektriciteit<sup>100</sup> en 2 GJ/ton warmte<sup>98</sup>. Het resulterende pyrolyse-gas en de biochar kunnen gebruikt worden om deze warmte te voorzien. Hierbij wordt wel opgemerkt dat in de biochar de metalen geconcentreerd zitten en dat in verder onderzoek moet nagegaan worden in welke mate een rookgaszuivering vereist is. Wanneer de geproduceerde warmte niet voldoende is, wordt de resterende vraag naar warmte voorzien via een houtboiler. Indien de geproduceerde elektriciteit niet voldoende is om aan de vraag te voldoen wordt het verschil aangekocht van het net. Bij een teveel aan geproduceerde elektriciteit wordt de overschot verkocht aan het net. Eventuele restwarmte wordt als verloren beschouwd. Een schematische voorstelling van het proces wordt weergegeven in Figuur 39.



Figuur 39. Processtroom diagram pyrolyse

Het proces wordt economisch geëvalueerd op 15 jaar en met een discontovoet van 7%. De totale investeringskost bedraagt ongeveer 2,3 miljoen euro, en is opgedeeld als volgt:

- Droger (zie Tabel 7) 60.000 euro
- Shredder<sup>101</sup> 90.000 euro
- Pyrolyse reactor<sup>97</sup> 2 miljoen euro
- Site voorbereiding (zie Tabel 7) 200.000 euro

Voor de investeringskost van de shredder werd gebruikt gemaakt van de volgende formule:

$$I_0 \text{ shredder } (\text{€}_{1980})^{102} = 193.489 \left( \frac{\text{input shredder}}{44.737} \right)^{0.6}$$

<sup>99</sup> Yoder J, Galinato S, Granatstein D, Garcia-Pérez M. Economic tradeoff between biochar and bio-oil production via pyrolysis. *Biomass Bioenergy* 2011;**35**:1851-862.

<sup>100</sup> Bridgwater AV, Toft AJ, Brammer JG. A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion. *Ren Sust Energ Rev* 2002;**6**:181-48.

<sup>101</sup> Ulrich G.D. (1984). *A guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. ISBN 0-471-08276-7.

Deze formule werd via de 'chemical engineering plant cost index' (cepci index) nog omgezet naar €<sub>2012</sub>. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat deze index normaal niet gebruikt wordt om een dergelijke periode te overbruggen. De investeringskost van de pyrolyse reactor werd uitgebreid onderzocht in het doctoraat van Tom Kuppens<sup>97</sup>. De resulterende investeringsformule is de volgende:

$$I_0 \text{ pyrolyse reactor (€)} = 3.486.567 (\text{input in ton dm/h})^{0.6914}$$

De totale jaarlijkse operationele kosten en opbrengsten bedragen respectievelijk ca. 500.000 euro per jaar (zie Tabel 12) en 386.000 euro per jaar (zie Tabel 13).

Tabel 12. Operationele kosten pyrolyse

Installatie	Parameter	Eenheid	Waarde
Algemene kosten	Verzekering <sup>82</sup>	%I <sub>0</sub>	1
	Herstellingen	%I <sub>0</sub>	2
	Uurloon <sup>83</sup>	€/uur	30
Droger	Onderhoud <sup>84</sup>	€/(ton water verdampt)	2,5
	Personeel <sup>84</sup>	uur/dag	Zie Tabel 7
	Aankoop hout <sup>97</sup>	€/ton	50
Shredder	Onderhoud	%I <sub>0</sub>	3
Pyrolyse reactor	O&M <sup>103</sup>	%I <sub>0</sub>	5
	Personeel <sup>103</sup>	#	Zie formule
	Shifts <sup>103</sup>	#	3
	Stortkost assen <sup>82</sup>	€/ton	110

Voor de Pyrolyse reactor wordt het aantal benodigde personeelsleden berekend volgens onderstaande formule:

$$\text{Personeelsleden (\#)} = (1,04 (\text{input (in ton/h)})^{0.475}) \text{ aantal shifts}$$

Tabel 13. Operationele opbrengsten pyrolyse

Installatie	Parameter	Eenheid	Waarde
Algemene opbrengsten	Verkoop elektriciteit <sup>88</sup>	€/MWh	50
Vermeden elektriciteit	Aankoop elektriciteit <sup>87</sup>	€/MWh	139,4
Pyrolyse reactor	Verkoop pyrolyse-olie <sup>104</sup>	€/GJ	12

Op basis van deze gegevens wordt een NAW bekomen van -3,4 miljoen euro. Pyrolyse is een techniek die nog niet veel wordt toegepast in de praktijk. Om deze reden is het belangrijk een voldoende inzicht te hebben in de mate waarin de verschillende parameters een invloed hebben op de economische haalbaarheid. Om deze reden wordt opnieuw een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd.

<sup>102</sup> De 'Six-tenth'-rule werd voor het eerst vermeld door Williams in 1947 in zijn artikel 'six-tenths Factor Aids in Approximating Costs' in 'the Chemical Engineering' magazine.

<sup>103</sup> Thewys T, Kuppens T. Economics of willow pyrolysis after phytoextraction. International Journal of Phytoremediation 2008;10(6):561-83.

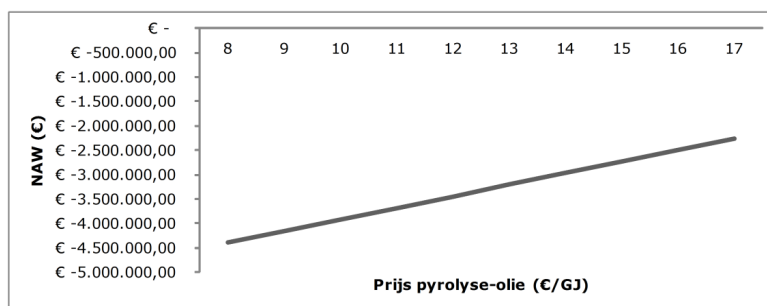
<sup>104</sup> Masterproef Christis Maarten (2012). Een verkennend onderzoek naar de economische waarde van pyrolyseolie uit korteomloophout.

Uit de analyse blijkt dat, indien de investeringskost van de Pyrolyse reactor niet wordt meegenomen, de energiewaarde van het inputmateriaal de grootste invloed heeft op de economische haalbaarheid. Andere parameters die een grote invloed hebben houden allemaal verband met de pyrolyse-olie. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 14. De NAW kan variëren van -2,3 miljoen tot -4,5 miljoen euro wanneer de parameters kunnen afwijken met 10% in positieve en negatieve richting.

Tabel 14. Resultaten sensitiviteitsanalyse pyrolyse

Parameter	Relatieve bijdrage variantie NAW (%)
Energiewaarde input	+26,0%
Prijs pyrolyse-olie	+18,5%
Hoeveelheid pyrolyse-olie	+18,4%
Energie-inhoud pyrolyse-olie	+17,9%

De pyrolyse-olie heeft een grote invloed op de economische haalbaarheid en is onder onze assumpties ook het belangrijkste product. Om deze redenen wordt de invloed ervan verder onderzocht. In onderstaande grafiek wordt aangegeven hoe de NAW wijzigt, wanneer de prijs van pyrolyse-olie verandert.



Figuur 40. NAW pyrolyse in functie van prijs pyrolyse-olie

Uit de bovenstaande figuur kan afgeleid worden dat zelfs wanneer de pyrolyse-olie prijs zou stijgen tot 17 euro per GJ, de NAW nog negatief is. Momenteel is pyrolyse vanuit economisch standpunt nog niet interessant wanneer de pyrolyse-olie verkocht wordt. Alternatief kan de pyrolyse-olie op de site zelf gebruikt worden in een bio-olie motor en kan de resulterende elektriciteit en warmte afgezet worden bij een derde partij. In dat geval is een extra investering nodig van 486.000 euro. De bijkomende operationele kosten bedragen 124.000 euro. En de extra opbrengsten (ongeveer 280.000 euro) bestaan uit de verkoop van de warmte (*i.e.* 20 euro per MWh<sup>88</sup>) en elektriciteit (zie Tabel 7). Er worden echter geen opbrengsten meer ontvangen uit de verkoop van de pyrolyse-olie.

Voor het berekenen van de investeringskost in de bio-olie motor, wordt gebruik gemaakt van onderstaande formule:

$$I_0 \text{ bio-olie motor}^{79} (\text{€/kWe}) = \text{MAX}((-93,709 \text{ LN}(\text{capaciteit in kWe})+991,53) 2;600)$$



$$I_0 \text{ DeNo}_x^{79} (\text{€}) \text{ Als capaciteit} < 1500 \text{ kWe} = \frac{110.000}{1500} (\text{capaciteit in kWe}) 1,1$$

$$\text{Als capaciteit} = 1500 \text{ kWe} = 110.000$$

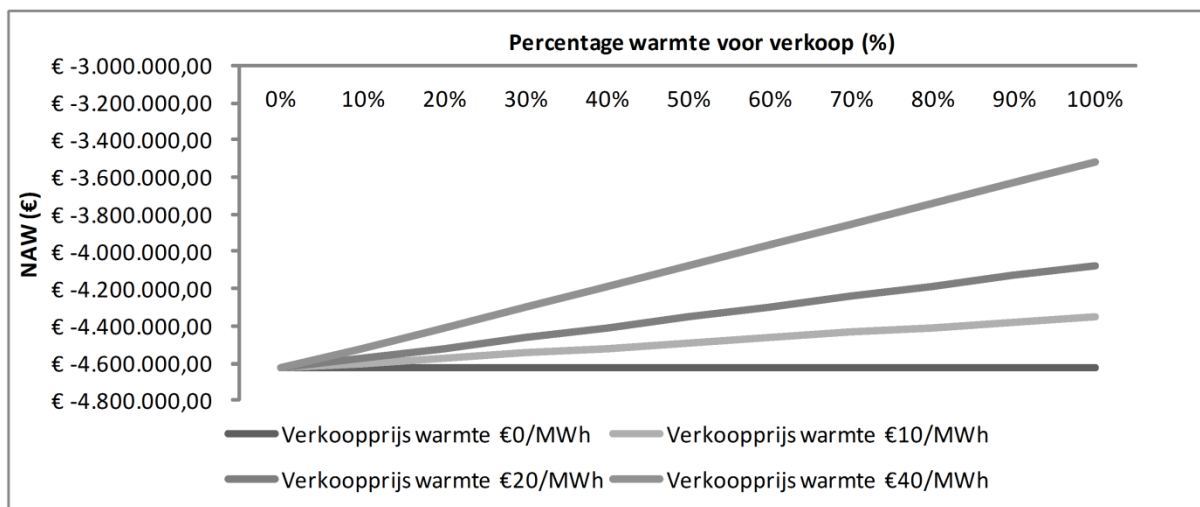
$$\text{Anders} = \frac{110.000}{1500} (\text{capaciteit in kWe}) 1,05$$

Voor het berekenen van de operationele kosten van de bio-olie motor, wordt gebruikt gemaakt van volgende formule:

$$\text{O\&M kost bio-olie motor}^{79} (\text{€/MWh}) = 84,9511 (\text{capaciteit in kWe})^{-0,1544}$$

$$\text{O\&M kost bio-olie motor ureum}^{79} (\text{€/MWh}) = 26,209 (\text{capaciteit in kWe})^{-0,1112}$$

De NAW bedraagt onder deze assumpties -6,8 miljoen euro. De extra opbrengsten zijn niet voldoende om de bijkomende investeringskost en operationele kost te compenseren. Indien verondersteld wordt dat voor de geproduceerde elektriciteit en warmte GSC en WKKC ontvangen kunnen worden, bedraagt de NAW -4 miljoen euro. In Figuur 41 wordt aangegeven hoe de NAW verandert wanneer de hoeveelheid warmte die nuttig afgezet kan worden en de prijs ervan wijzigt. Om een betere NAW uit te komen dan in het geval dat de pyrolyse-olie verkocht wordt aan 12 euro per GJ, moet 100% van de geproduceerde warmte verkocht kunnen worden aan 40 euro per MWh. Bovendien wordt er dan nog geen rekening gehouden met de aanleg van een warmtenet of de kosten voor het verder *upgraden* van de olie.



Figuur 41. NAW pyrolyse in functie van hoeveelheid afgezette warmte

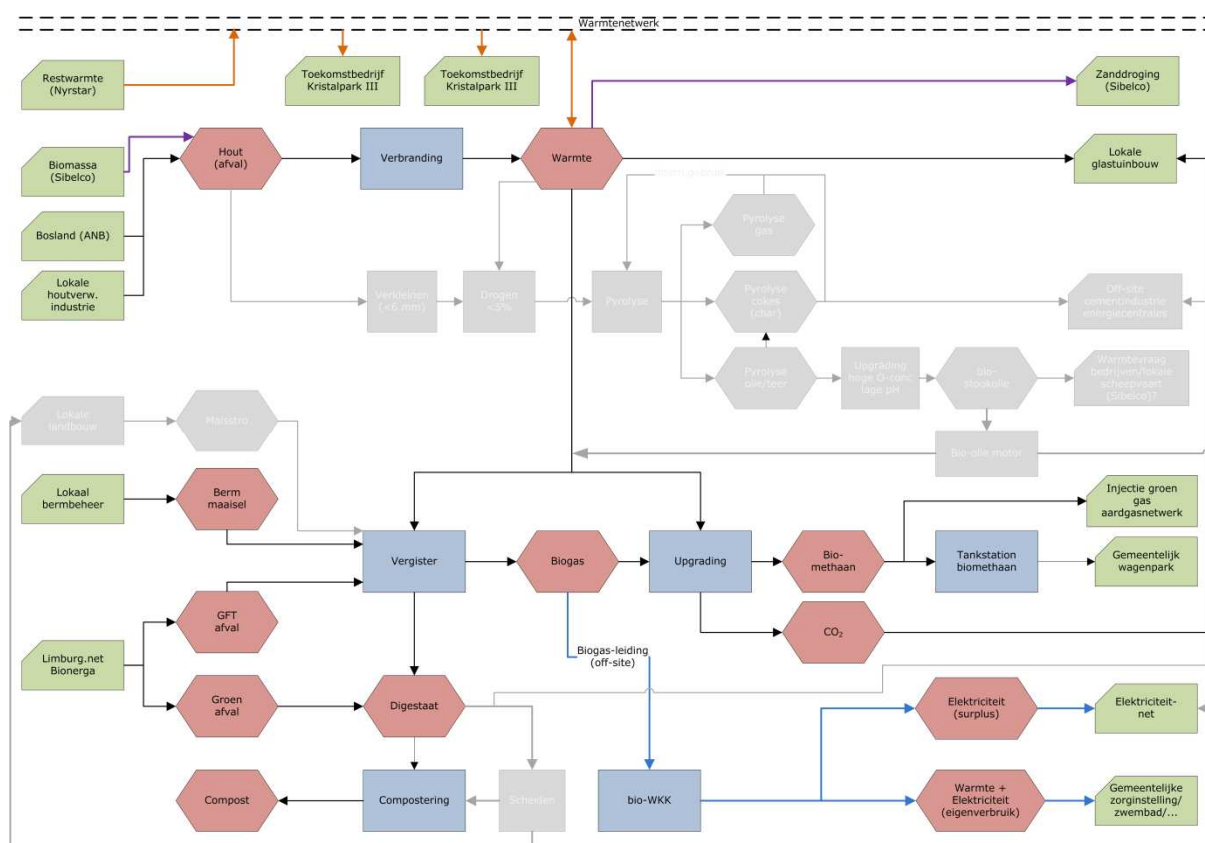
## 10.5. Integratie ECP

In de vorige paragrafen werden een aantal processen afzonderlijk besproken. In wat hierna volgt worden deze processen verder met elkaar geïntegreerd en worden nog enkele alternatieven bekeken, zoals *upgrading* van biogas en de koppeling van het ECP concept in een warmtenetwerk. Op deze manier wordt nagegaan of synergieën kunnen ontstaan door het combineren van technieken. Tabel 15 geeft een overzicht van de economische resultaten van de verschillende afzonderlijke processen onder de gemaakte assumpties.

Tabel 15. Overzicht NAW afzonderlijke scenario's

Scenario	NAW
Sibelco	€ 242.927
Maïsstrovergisting	€ -9.118.753
GFT vergisting - groenafval (nieuw)	€ -13.882.159
GFT vergisting - groenafval (bestaand)	€ -2.701.353
GFT vergisting - scheiding (nieuw)	€ -5.093.748
GFT vergisting - scheiding (bestaand)	€ -2.482.804
Pyrolyse	€ -3.494.748

### 10.5.1. Integratie vergisting - verbranding



In het eerste integratiemodel wordt het hout uit energieteelten van Sibelco, het tak- en kroonhout van Bosland en het resthout dat beschikbaar is van de lokale houtverwerkende industrie, samen verbrand. De warmte wordt gevoed op een lokaal warmtenet en kan gebruikt worden voor (i) warmtevoorziening voor de ECP processen (bijvoorbeeld het opwarmen van de vergister), (ii) voorziening lokale warmtevraag van de tertiaire sector (bijvoorbeeld voor kantoorgebouwen) of (iii) het voorzien van de lokale industriële warmtevraag. Bovendien kan ook (fossiele) restwarmte van andere lokale bedrijven aan het warmtenet gevoed worden. De kosten voor de aanleg van het warmtenet worden meegenomen in de economische berekening. De lengte van het warmtenet bedraagt in de berekening 3 km (*i.e.* warmtenet specifiek voor Kristalpark III). GFT-afval wordt samen met maaisel vergist in een droge vergister. Het digestaat wordt opgemengd met groenafval en verder gecomposteerd. Omdat, zoals eerder vermeld, geen GFT-composteerinstallatie beschikbaar is op Kristalpark III of in de directe nabijheid, wordt voor de integratie scenario's verder gewerkt met nacompostering van het digestaat opgemengd met groenafval in een nieuwe composteerinstallatie. Het biogas kan op drie verschillende manieren verwerkt worden.

- (1) Het kan naar een WKK installatie op de ECP site (*i.e. on-site*) gestuurd worden voor de productie van warmte en elektriciteit. De warmte wordt ingezet voor het verwarmen van de vergister en andere eigen processen die warmte nodig hebben. Het teveel aan elektriciteit kan relatief eenvoudig op het net gezet worden en de restwarmte kan bij op het warmtenet gevoed worden.
- (2) De warmte voor de vergister kan ook indirect van het warmtenet afgenomen worden. Er is in dat geval geen noodzaak om het biogas in een WKK in te zetten. Het beschikbare biogas kan in dat geval opgeschoond (*i.e. upgrading*) worden tot groen gas. Er bieden zich dan twee alternatieven aan. Het groen gas kan:
  - a. Geïnjecteerd worden op het gasnet, of
  - b. Gebruikt worden als transportbrandstof voor bijvoorbeeld het gemeentelijke wagenpark.

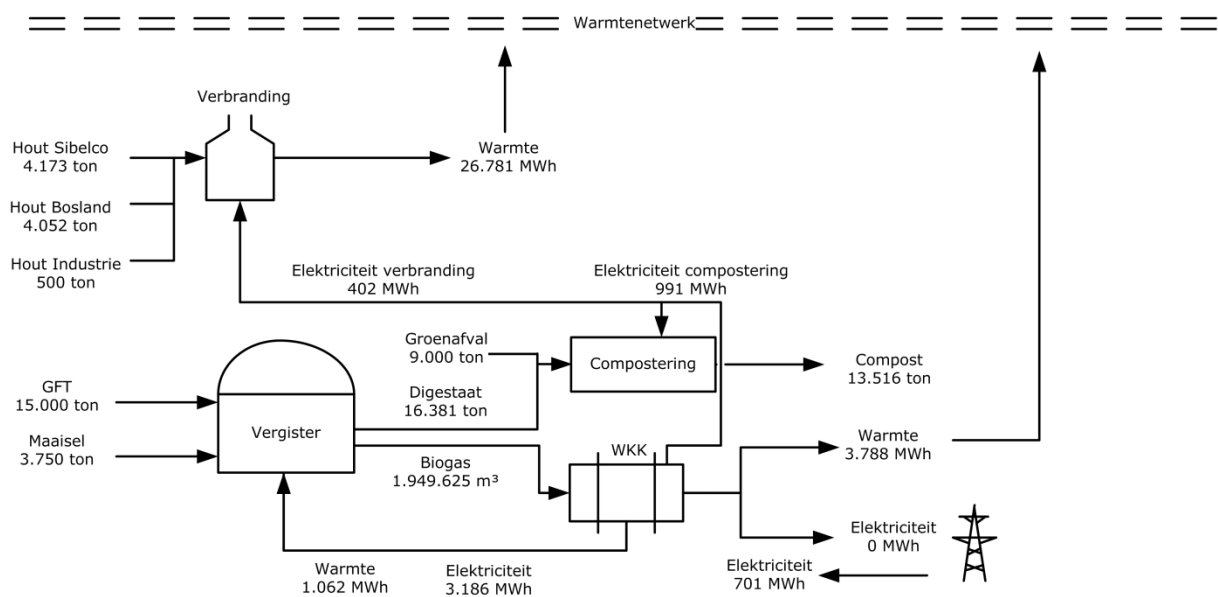
De (zuivere) CO<sub>2</sub>, die vrijkomt bij de opschoning van het biogas, kan opgevangen worden en zou gebruikt kunnen worden binnen een lokaal glastuinbouwproject. De aanwezigheid van een lokaal glastuinbouwproject is een assumptie aangezien dit momenteel niet aanwezig is in de directe omgeving van Kristalpark III. Er is echter wel nog ruimte beschikbaar om dit in de toekomst te implementeren.

- (3) Tot slot kan het biogas ook via een biogasleiding getransporteerd worden naar het stedelijk zwembad of een rusthuis (*i.e. off-site*), waar het omgezet kan worden in warmte en elektriciteit. In dat geval is er geen lokaal warmtenet nodig. Het biogas wordt getransporteerd naar de plaats van de warmtevraag en wordt daar omgezet in warmte. Het biogas of reeds gezuiverde groen gas kan ook naar Sibelco getransporteerd worden, in plaats van naar een zwembad of rusthuis, en daar ingezet worden voor het 'groen' drogen van het zand. Er wordt niet gekozen om een warmtenet aan te leggen vanaf Kristalpark III tot aan de site van Sibelco, gezien de hoge investeringskosten hiervan.

Elk van de hierboven vermelde scenario's wordt hieronder verder geëvalueerd met het techno-economisch evaluatiemodel (zie HOOFDSTUK 9). Tenzij anders aangegeven, is alle gebruikte data reeds eerder in dit rapport vermeld.

### 10.5.1.1. Verbranding – Vergisting – WKK

In het eerste subscenario van de integratie met verbranding en vergisting, wordt het biogas in een WKK installatie op de site zelf verwerkt tot warmte en elektriciteit. De warmte die rest na afname voor de eigen processen, wordt op het lokaal warmtenet geïnjecteerd. Er wordt onvoldoende elektriciteit opgewekt om de eigen processen te voorzien. De resterende hoeveelheid elektriciteit wordt aangekocht van het net. Het processtroomdiagram wordt weergegeven in Figuur 42.



Figuur 42. Processtroom diagram Verbranding – Vergisting – WKK

Voor het eerste subscenario bedragen de investeringskosten in totaal ca. 22 miljoen euro. Deze bestaan uit:

- |  |                  |
|--|------------------|
| - Verbrandingsinstallatie + gebouw                 | 1 miljoen euro   |
| - Vergister  | 5,5 miljoen euro |
| - Gasmotor   | 1,5 miljoen euro |
| - Composteringsinstallatie                         | 9 miljoen euro   |
| - Warmtenetwerk (1.000 euro/meter <sup>105</sup> ) | 3 miljoen euro   |
| - Bouwkosten                                       | 1,5 miljoen euro |

Voor de investeringskost in het warmtenet wordt een kost gerekend van 1.000 euro per meter. Daarnaast wordt een aansluitingskost van 30.000 euro meegerekend. Afhankelijk van de situatie kan de kost voor het aanleggen van een warmtenetwerk variëren.

<sup>105</sup> Hoogsteen et al. (2003). Haalbaarheid warmtenet regio Twente.

Wanneer bijvoorbeeld veel openbare wegen of waterwegen gekruist moeten worden, kan de kost sterk oplopen. Ook wanneer veel privégronden doorkruist worden, kan de kost oplopen als gevolg van ontpachting en/of onteigening.

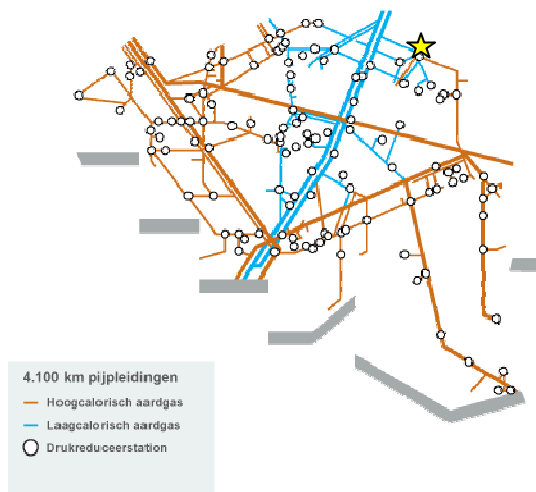
De totale jaarlijkse operationele kosten bedragen ongeveer 2,3 miljoen euro en de opbrengsten 3,8 miljoen euro. Voor het onderhoud van het warmtenet wordt een kost aangerekend van 3% van de investeringskost per jaar. Er wordt aangenomen dat de restwarmte aan het warmtenet verkocht kan worden aan 20 euro per MWh<sup>88</sup>. Deze assumpties in rekening genomen, levert dit een negatieve NAW op van bijna 10 miljoen euro (*i.e.* evaluatieperiode 15 jaar en discontovoet 7%). Het is niet mogelijk om hieruit rechtstreeks een conclusie te trekken in verband met synergieën doordat bijvoorbeeld de hoeveelheid hout die verwerkt wordt in de verbrandingsinstallatie groter is in het integratiescenario (namelijk 8.725 ton in plaats van 4.173 ton) en dat ook geïnvesteerd wordt in een warmtenet. Om die reden veronderstellen we even dat ook in het integratiemodel slechts 4.173 ton hout verwerkt wordt en dat de restwarmte verloren is (*i.e.* geen warmtenet). De NAW bedraagt in dat geval voor de integratie -13.356.407 euro. Doordat er weinig stromen uitgewisseld of gecombineerd kunnen worden, zijn synergievoordelen bijna onbestaande bij deze integratie. Wel kan afgeleid worden dat economische schaalvoordelen bestaan door de verbranding van meer hout. De NAW is immers positiever voor de verwerking van 8.725 ton hout in vergelijking met 4.173 ton.

Indien we toch zouden veronderstellen dat het digestaat van vergisting naar de bestaande composteringsinstallatie in Zuid-Limburg getransporteerd wordt en dat deze uitgebraat wordt door dezelfde eigenaars (met andere woorden dat er geen gate fee betaalt moet worden hiervoor), zou de NAW -213.332 euro bedragen onder de gemaakte assumpties. Er is dan geen investering van ongeveer 9 miljoen euro nodig voor de GFT-composteringsinstallatie en bijgevolg is de NAW veel interessanter.

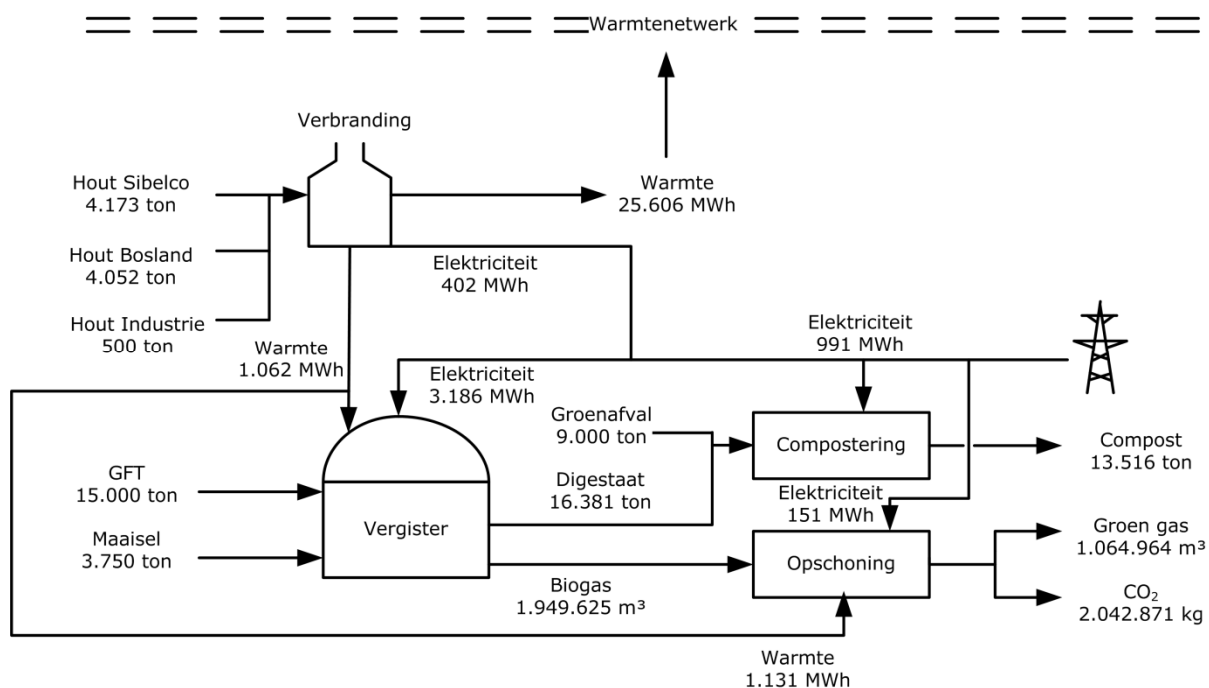
#### 10.5.1.2. Verbranding – Vergisting – Opschoning en injectie gasnet

In het tweede subscenario wordt het biogas uit de vergister ook op de site verwerkt, maar in een opschoningsinstallatie. Het biogas wordt opgewerkt tot groen gas dat geïnjecteerd kan worden op het bestaande gasnet. De technische mogelijkheid (bijvoorbeeld voldoende capaciteit) om het groen gas te injecteren moet in dat geval verder onderzocht worden. Dit moet onder andere gebeuren met de netbeheerder. De exacte geografische ligging van het aardgasnetwerk is confidentieel. Figuur 43 geeft een overzicht van het hoge-druk gasnetwerk en de drukreducerstations<sup>106</sup>. Deze vormen de schakels tussen de hoge-drukleidingen en de leidingen op lagere druk. De ligging van de stad Lommel is ter illustratie weergegeven (zie gele ster in de figuur). De warmte van de verbrandingsinstallatie kan gebruikt worden om de vergister op te warmen. De restwarmte wordt in het lokale warmtenet gevoed. Een voorstelling van het processtroombiagram wordt weergegeven in Figuur 44.

<sup>106</sup> Fluxys. De drukreducerstations in het Belgische net. Beschikbaar via <http://www.fluxys.com/belgium/nl-BE/About%20Fluxys/Infrastructure/PressureReducingStations/PressureReducingStations>.



Figuur 43. Drukreducerstations in het Belgische net



Figuur 44. Processtroom diagram Verbranding – Vergisting – Upgrading net

In het tweede subscenario bedragen de investeringskosten in totaal opnieuw ongeveer 22 miljoen euro. Deze bestaan uit:

- Verbrandingsinstallatie + gebouw 1 miljoen euro
- Vergister 5,5 miljoen euro
- Opschoningsinstallatie 1 miljoen euro
- Composteringsinstallatie 9 miljoen euro
- Warmtenetwerk (1.000 euro/meter<sup>105</sup>) 3 miljoen euro
- Bouwkosten 1,5 miljoen euro

Voor het bepalen van de investeringskost in de opschoningsinstallatie wordt gebruik gemaakt van volgende formule:

$$I_0 \text{ opschoningsinstallatie}^{107,108} [\text{€}/(\text{m}^3/\text{h biogas})] = 200.510 \text{ input (in m}^3/\text{h biogas)}^{-0.686}$$

Er werd gekozen voor het LPCooab systeem van het bedrijf CIRMAC omdat hiermee voldaan zou kunnen worden aan de eisen die opgelegd voor groen gas injectie op het Vlaamse aardgasnet.

De operationele kosten bedragen jaarlijks ongeveer 2,8 miljoen euro. Deze bestaan uit herstellingskosten, verzekeringskosten, kosten voor elektriciteitsgebruik, kosten houtaankoop, onderhoudskosten, stortkosten assen, analysekosten en personeelskosten. Specifiek voor de opschoningsinstallatie bestaan de operationele kosten uit onderhoud, compressie en kwaliteitscontrole kosten. In totaal bedragen deze ongeveer 10% van het investeringsbedrag van de opschoningsinstallatie.

De opbrengsten bedragen ca. 3,2 miljoen euro per jaar en bestaan uit volgende posten: verkoop warmte, vermeden kost aardgas, gate fee GFT en groenafval, verkoop compost en houtchips (*mulch*), verkoop biomethaan (*i.e.* €35/MWh) en CO<sub>2</sub> (*i.e.* €0,1/kg<sup>76</sup>). In dit subscenario worden geen subsidies ontvangen.

De NAW bedraagt onder de gemaakte assumpties -19.092.726 euro. En kan niet worden terugverdiend op 15 jaar. Om een vergelijking te maken tussen de uni-dimensionale modellen en de integratie, wordt de NAW voor de integratie opnieuw berekend onder de assumpties zoals in vorige paragraaf. Bovendien wordt de NAW ook opnieuw berekend voor het uni-dimensionale model van GFT vergisting met opschoning van het biogas. De NAW bedraagt -21.188.618 euro voor dit laatste. Voor de integratie bedraagt de NAW -20.440.262 euro en dit is lichtjes beter dan de twee uni-dimensionale modellen afzonderlijk waarvoor de NAW -20.945.691 euro in totaal bedraagt. Dit is te verklaren doordat de warmte van de verbrandingsinstallatie gebruikt kan worden voor het opwarmen van de vergister en de opschoning van het biogas in het integratiemodel.

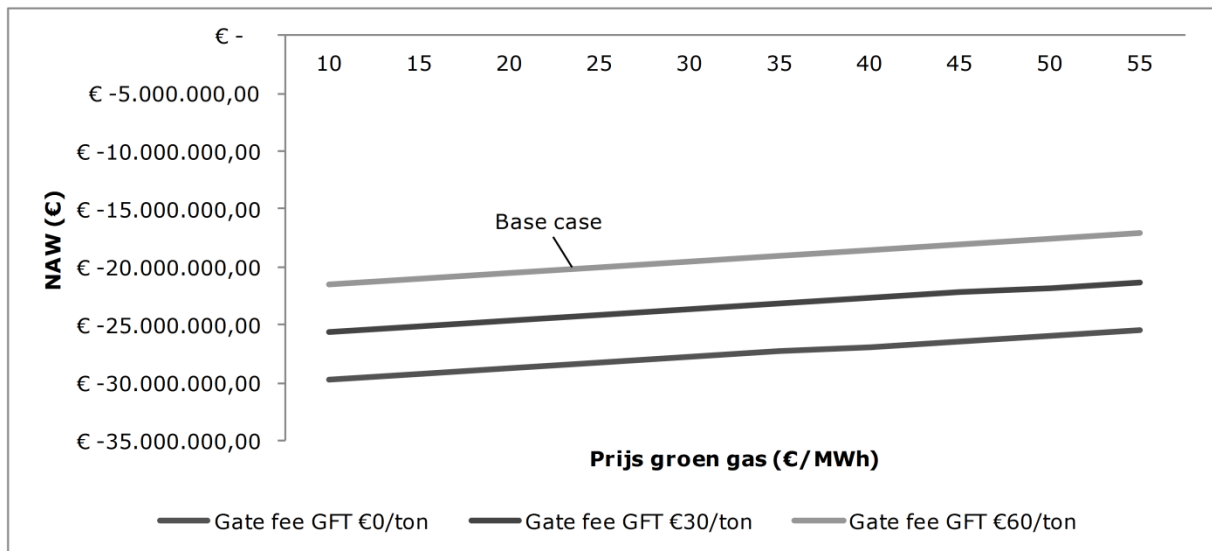
Voor dit subscenario wordt ook nagegaan welke parameters de grootste invloed hebben op de variatie in de NAW. Uit de analyse blijkt dat deze de volgende parameters zijn: (1) het maximale vochtgehalte in de verbrandingsinstallatie, (2) de gate fee van GFT, (3) de prijs van aardgas, (4) de hoeveelheid GFT, (5) de aankoopprijs van elektriciteit en (6) de hoeveelheid hout. In totaal verklaren deze parameters 61% van de variatie in de NAW. Andere parameters die een invloed hebben, maar in mindere mate, houden verband met het warmtenet. Deze parameters zijn namelijk de hoeveelheid warmte die extern afgezet kan worden, de afstand van het warmtenet en de prijs die ontvangen kan worden voor de verkochte warmte.

---

<sup>107</sup> Vandeweyer H. et al. (2008). Biomethaan – opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit. ISBN/EAN 9789081355209.

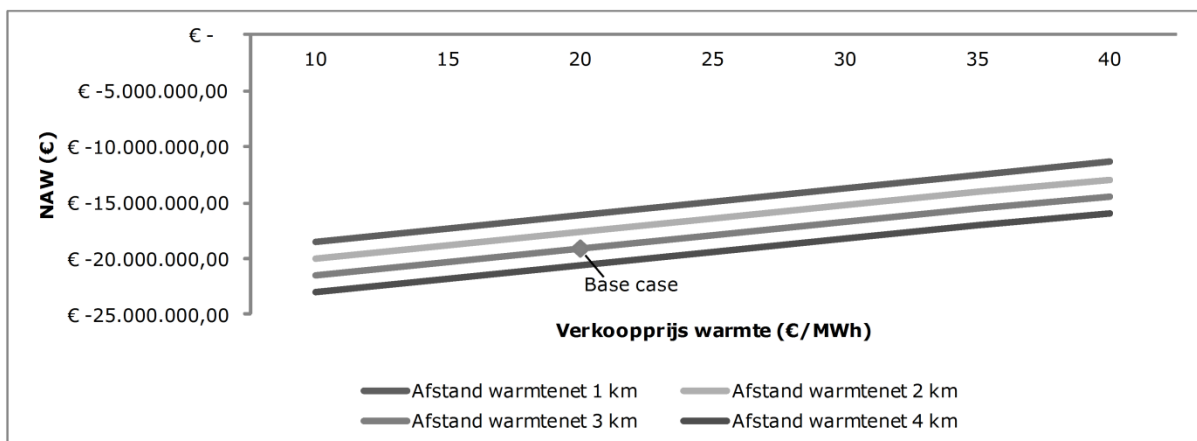
<sup>108</sup> Aangevuld met eigen data

De invloed op de NAW van de prijs die ontvangen kan worden voor het groene gas, in combinatie met de gate fee van GFT, wordt weergegeven in onderstaande figuur. Uit de figuur kan afgeleid worden dat de prijs die ontvangen kan worden voor het groen gas een relatief lage invloed heeft op de economische haalbaarheid van het subscenario. De gate fee voor GFT heeft wel een grote invloed zoals weergegeven in de figuur.



Figuur 45. Invloed prijs groen gas en gate fee GFT op NAW integratie verbranding en opschoning met gasinjectie

Ook wordt de invloed van de afstand van het warmtenet in combinatie met de prijs die betaalt wordt voor de warmte grafisch weergegeven in Figuur 46. Zoals uit de sensitiviteitsanalyse blijkt heeft voornamelijk de afstand van het warmtenet, en minder de prijs waaraan de warmte verkocht kan worden, een invloed op de economische haalbaarheid van het integratiemodel.

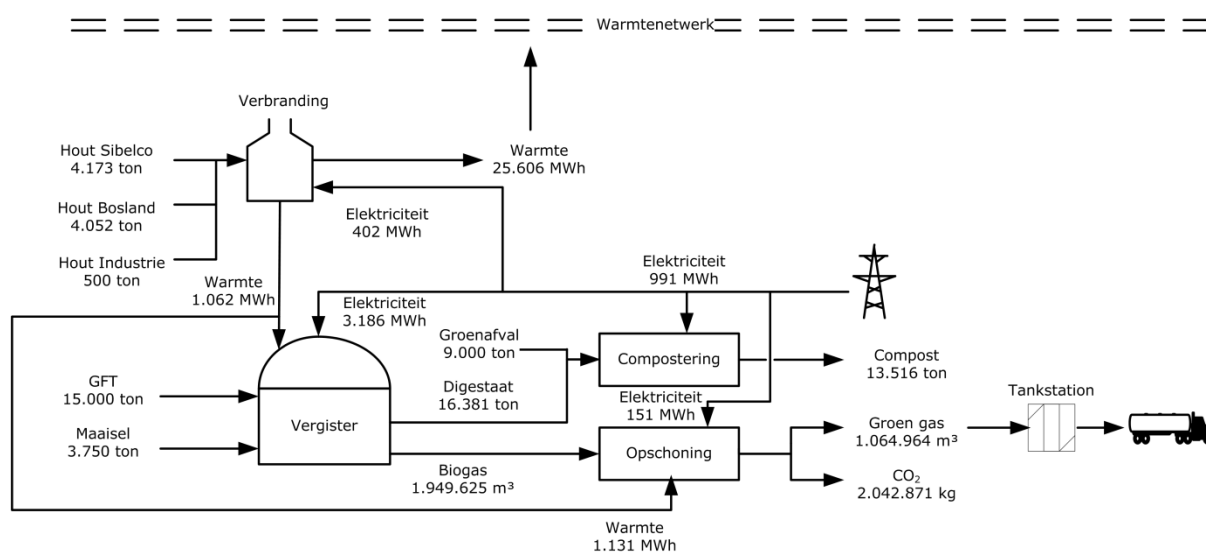


Figuur 46. Invloed afstand warmtenet en prijs warmte op NAW integratie verbranding en opschoning met gasinjectie



### 10.5.1.3. Verbranding – Vergisting – Opschoning transportbrandstof

In het derde subscenario wordt het biogas opnieuw verwerkt in een opschoningsinstallatie, maar wordt het resulterende groen gas gebruikt als transportbrandstof, bijvoorbeeld voor het gemeentelijke wagenpark. In dat geval moet ook een tankstation voorzien worden. Bovendien moet het wagenpark aangepast worden zodat deze op het groene gas kunnen rijden. Ook in dit subscenario kan de warmte van de verbrandingsinstallatie gebruikt worden om de vergister op te warmen. De restwarmte wordt opnieuw in het lokale warmtenet gevoed. Een schema van het proces met massa- en energiebalans gegevens is weergegeven in Figuur 47.



Figuur 47. Processtroom diagram Verbranding – Vergisting – Opschoning transport

De investeringskosten bedragen ongeveer 22,5 miljoen euro in totaal. Deze bestaan uit dezelfde investeringen als in het tweede subscenario, met uitbreiding van de investering in het tankstation en het aanpassen van de voertuigen:

- |  |                  |
|--|------------------|
| - Verbrandingsinstallatie + gebouw                 | 1 miljoen euro   |
| - Vergister  | 5,5 miljoen euro |
| - Opschoningsinstallatie                           | 1 miljoen euro   |
| - Tankstation <sup>109</sup>                       | 350.000 euro     |
| - Aanpassen voertuigen <sup>109</sup>              | 400.000 euro     |
| - Composteringsinstallatie                         | 9 miljoen euro   |
| - Warmtenetwerk (1.000 euro/meter <sup>105</sup> ) | 3 miljoen euro   |
| - Bouwkosten                                       | 1,5 miljoen euro |

<sup>109</sup> Roeterdink et al (2010). Groen tanken. Inpassing van alternatieve brandstoffen in tank- en distributieinfrastructuur.

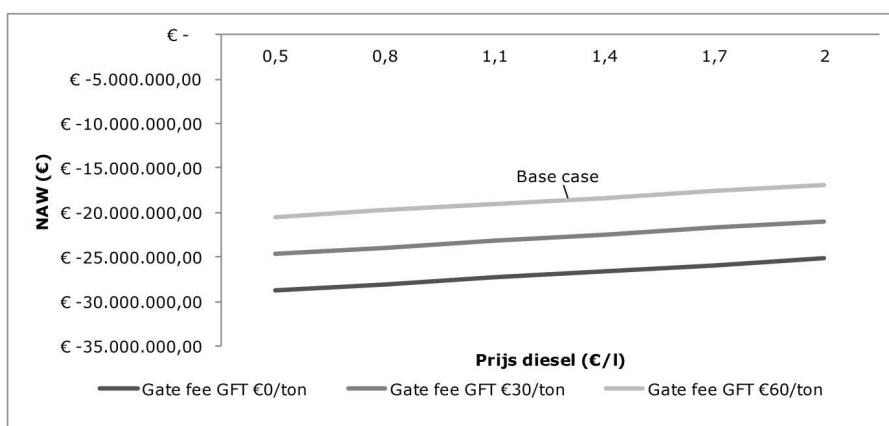
Er wordt aangenomen dat 20 voertuigen aangepast moeten worden en dat deze na 7 jaar vervangen worden. Voor de aanpassing wordt een kost aangerekend van 20.000 euro per voertuig (*i.e.* voertuigen van de grootteorde trucks zoals ophaalwagens GFT). Voor kleinere voertuigen zou de meerkost lager liggen rond 2.000-3.000 euro per voertuig.

De jaarlijkse operationele kosten bedragen ongeveer 3 miljoen euro. De bijkomende kosten ten opzichte van het tweede subscenario waarbij het gas rechtstreeks in het gasnet geïnjecteerd wordt, zijn de volgende: onderhoud tankstation (*i.e.* 0,01 euro per m<sup>3</sup>)<sup>109</sup> en distributiekost groen gas (*i.e.* 2 euro per MWh). Er wordt verondersteld dat het biogas via het bestaande aardgasnet getransporteerd wordt naar het tankstation en dat hiervoor dezelfde distributiekost betaalt moet worden als deze die momenteel voor aardgas aangerekend wordt.

De totale opbrengsten bedragen bijna 3,4 miljoen per jaar. Een verschil in inkomsten ten opzichte van het vorige subscenario is de vermeden kost van diesel. Indien de eigen wagens op groen gas kunnen rijden, moet immers geen diesel aangekocht worden. Voor diesel wordt een prijs verondersteld van 1,13 euro per liter. Er wordt verondersteld dat een truck 13.000 liter diesel verbruikt per jaar. Het overige groen gas kan als transportbrandstof verkocht worden op de markt. In Vlaanderen bestaat (nog) geen subsidiesysteem voor groen gas in tegenstelling tot Nederland waar biotickets verkregen kunnen worden. Wanneer de transportbrandstof geproduceerd wordt uit reststromen, kunnen de tickets zelfs dubbel geteld worden. Dit resulteert in een extra opbrengst van 10,7 euro per GJ biomethaan, of een jaarlijkse bijkomende inkomst van ca. 400.000 euro.

Met de gemaakte assumpties bedraagt de NAW ongeveer -19 miljoen euro voor het derde subscenario. Indien biotickets bijgeteld worden, bedraagt de NAW ongeveer -15 miljoen euro. Synergieën zijn ook voor dit scenario bijna onbestaande. De enige synergie bestaat uit de warmte van de verbranding die gebruikt kan worden voor het opwarmen van de vergistingsinstallatie.

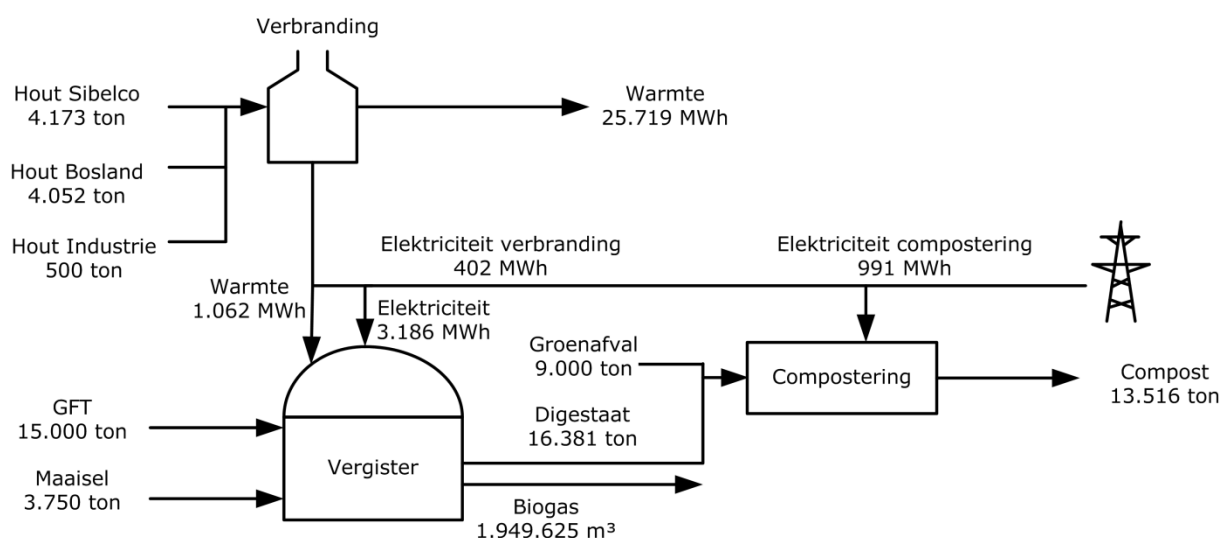
In de onderstaande analyse (Figuur 48) wordt nagegaan wat de invloed van de dieselprijs en gate fee van GFT is op de economische haalbaarheid van het subscenario. Uit de grafiek kan afgeleid worden dat voornamelijk de gate fee van GFT een grote invloed heeft op de economische haalbaarheid. De impact van de dieselprijs is eerder beperkt.



Figuur 48. Invloed dieselprijs en gate fee GFT op NAW integratie verbranding - opschoning transport

#### 10.5.1.4. Verbranding – Vergisting – Biogasleiding

In het vierde subscenario wordt het biogas niet langer op de site zelf verwerkt, maar via een biogasleiding getransporteerd naar een derde partij. De reden hiervoor zou kunnen zijn dat het biogas energetisch nuttiger ingezet kan worden door deze derde partij, bijvoorbeeld de warmte kan daar optimaal gebruikt worden. Merk op dat we in dit subscenario veronderstellen dat er geen lokaal warmtenet aanwezig is. Wanneer de afstand tot de derde partij groter is, wordt dit alternatief interessanter dan het transporteren van warmte, rekening houdend met de hoge investeringskost van een warmteleiding. De verbrandingsinstallatie voorziet ook in dit geval de warmte voor het op temperatuur houden van de vergistingsinstallatie. De restwarmte van de verbranding is in dit geval verloren. Merk hierbij op dat in de praktijk bij afwezigheid van een warmte-afnemer, minder hout verbrand zal worden zodat vraag en aanbod op elkaar afgestemd zijn in plaats van dat warmte verloren gaat. Om de scenario's vergelijkbaar te houden, wordt er hier vanuit gegaan dat al het hout toch verbrand zal worden. Een schematische voorstelling wordt gegeven in Figuur 49.



Figuur 49. Processtroom diagram Verbranding – Vergisting – Biogasleiding

In dit subscenario bedragen de investeringskosten ongeveer 18,5 miljoen euro. Er is geen investering in een warmtenet, maar wel in een biogasnet. De kost per meter bedraagt 125 euro<sup>110</sup>, maar kan sterk afwijken afhankelijk van de situatie<sup>80,111,112</sup>. Er wordt verondersteld dat de afstand van het biogasnet 7 km bedraagt. De totale operationele kosten bedragen 2,6 miljoen euro per jaar en de opbrengsten 2,4 miljoen euro. Hieruit kan onmiddellijk afgeleid worden dat de opbrengsten niet voldoende zijn om de kosten te compenseren. Kosten voor het onderhoud van het biogasnet bedragen elk jaar 3% van de investeringskost voor het biogasnet.

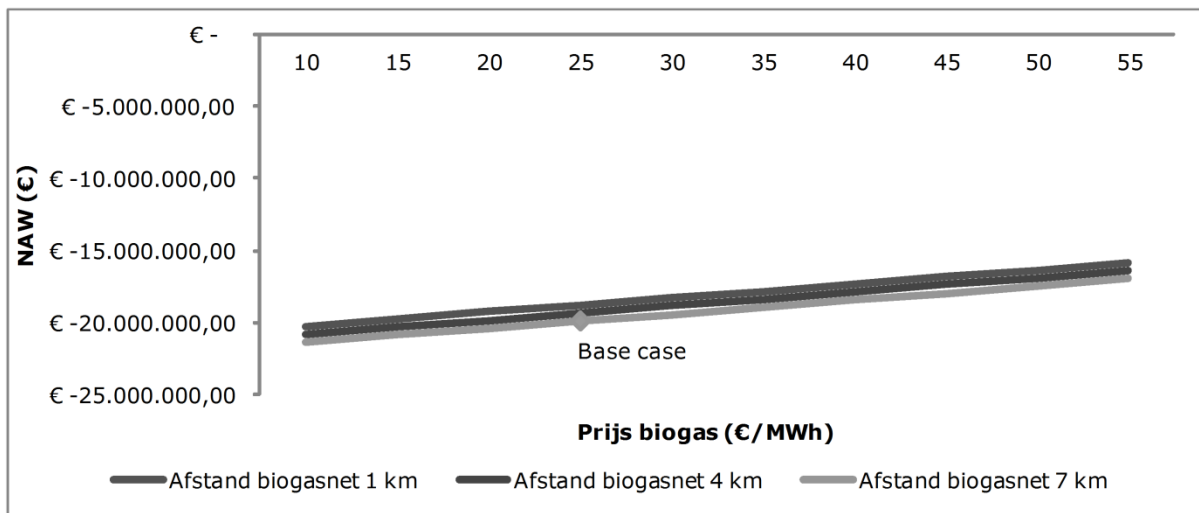
<sup>110</sup> Persoonlijke communicatie JD. Geschiere (2011). Breda stadsverwarming.

<sup>111</sup> Accon in opdracht van Senternovem (2009). Haalbaarheidsstudie naar mogelijkheden groen gas op het nieuw gemengd bedrijf Horst aan de Maas.

<sup>112</sup> Smyth et al. (2010). Can grass biomethane be an economically viable biofuel for the farmer and the consumer?

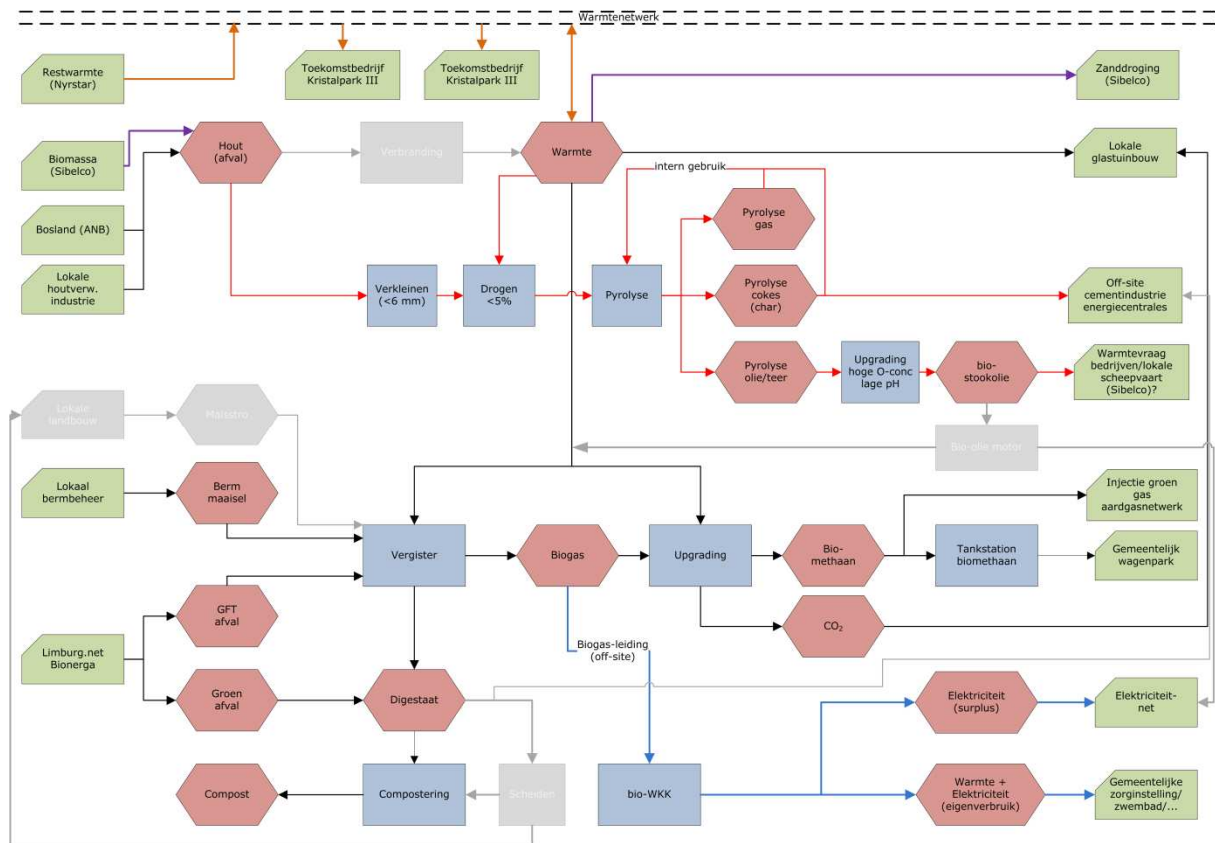
Opbrengsten uit de verkoop van biogas bedragen 25 euro per MWh. Indien een derde partij GSC of WKKC kan ontvangen voor het biogas, is deze in staat een meerprijs betalen.

De resulterende NAW bedraagt -19.895.195 euro. Voor het vierde subscenario wordt nagegaan wat de invloed is op de economische haalbaarheid van de afstand van het biogasnet en de prijs die men ontvangt voor het biogas (Figuur 50). Uit de figuur kan afgeleid worden dat de afstand van het biogasnet een relatief lage invloed heeft op de haalbaarheid van het vierde subscenario. De prijs van het biogas heeft een kleine impact, maar de prijs moet sterk stijgen om een positief scenario uit te komen.



Figuur 50. Invloed afstand biogasnet en prijs biogas op NAW integratie verbranding - biogasleiding

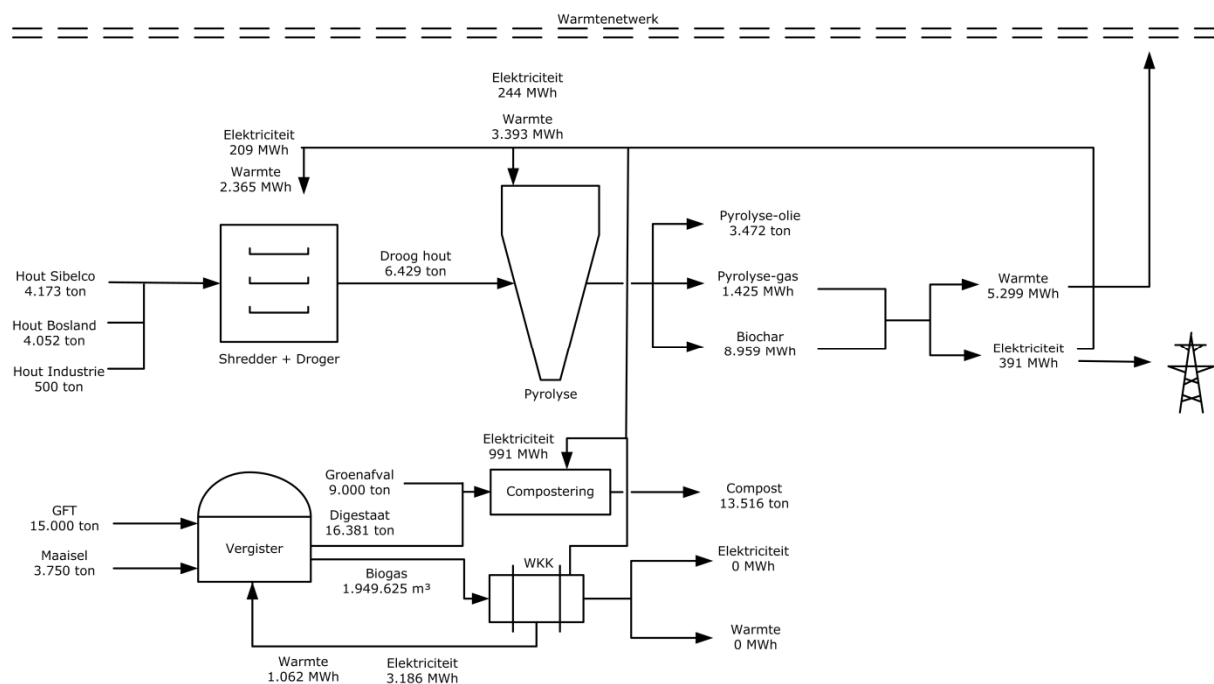
## 10.5.2. Integratie vergisting – pyrolyse



In het tweede integratiemodel wordt het beschikbare resthout niet verbrand, maar gepyrolyseerd. De pyrolyse-olie die resulteert wordt onder de assumpties in dit scenario verkocht en niet verwerkt in een bio-olietmotor. De reden hiervoor is dat de mogelijkheid voor de rechtstreekse verbranding van de pyrolyse-olie in een klassieke bio-olietmotor op kleine schaal zich nog niet voldoende ontwikkeld heeft om in de praktijk toe te passen op korte termijn. Verder is deze integratie volledig gelijk aan het eerste integratiemodel. Het digestaat van GFT vergisting kan in plaats van gecomposteerd ook gedroogd worden en mee gepyrolyseerd worden (*cfr.* Case Moerdijk). Deze laatste optie wordt in de case Belgisch-Limburg echter niet doorgerekend gezien het gebruik van met metalen vervuurd hout in de pyrolyse reactor. Op die manier zou hoogwaardig compost misgelopen worden en de biochar kan ook niet gebruikt worden als grondverbeterend middel.

### 10.5.2.1. Pyrolyse – Vergisting – WKK

In het eerste subscenario van de integratie met pyrolyse en vergisting, wordt het biogas, net als in het eerste subscenario van de integratie met verbranding, in een WKK installatie op de site zelf verwerkt. Het pyrolyse-gas en de char worden in de pyrolyse-installatie ook verwerkt tot warmte en elektriciteit. De restwarmte en het teveel aan elektriciteit worden respectievelijk op het te implementeren lokaal warmtenet en bestaande elektriciteitsnet geïnjecteerd. Het processtroomdiagram wordt weergegeven in Figuur 51.



Figuur 51. Processtroom diagram Pyrolyse - Vergisting - WKK

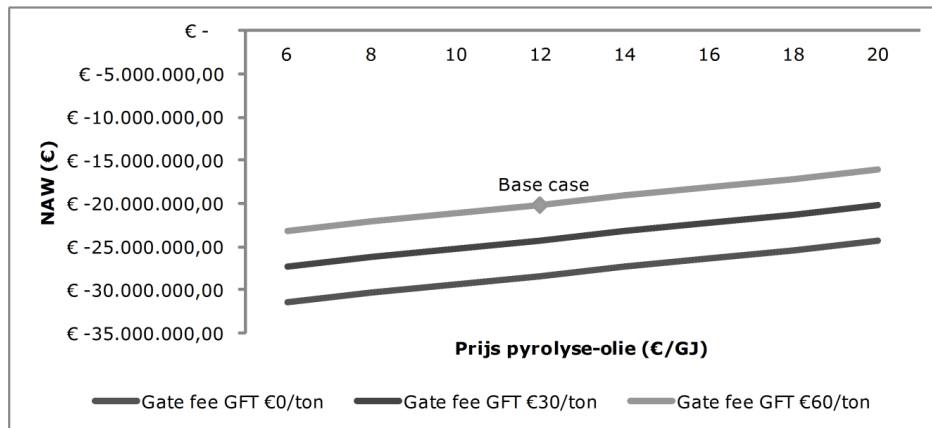
De investeringskosten zijn hetzelfde als bij het eerste subscenario van de integratie met verbranding, met uitzondering van de verbrandingsinstallatie die hier vervangen wordt door een pyrolyse-installatie. In totaal bedragen de investeringskosten ca. 25 miljoen euro. Deze bestaan uit:

- Droger	150.000 euro
- Shredder	150.000 euro
- Pyrolyse reactor	3 miljoen euro
- Vergister	5,5 miljoen euro
- Gasmotor	1,5 miljoen euro
- Composteringsinstallatie	9 miljoen euro
- Warmtenetwerk (1.000 euro/meter <sup>113</sup> )	3 miljoen euro
- Bouwkosten	2 miljoen euro

De totale operationele kosten bedragen 2,7 miljoen euro per jaar en de opbrengsten 3,3 miljoen euro per jaar. Onder de gemaakte assumpties wordt een NAW bekomen van -20.117.311 euro.

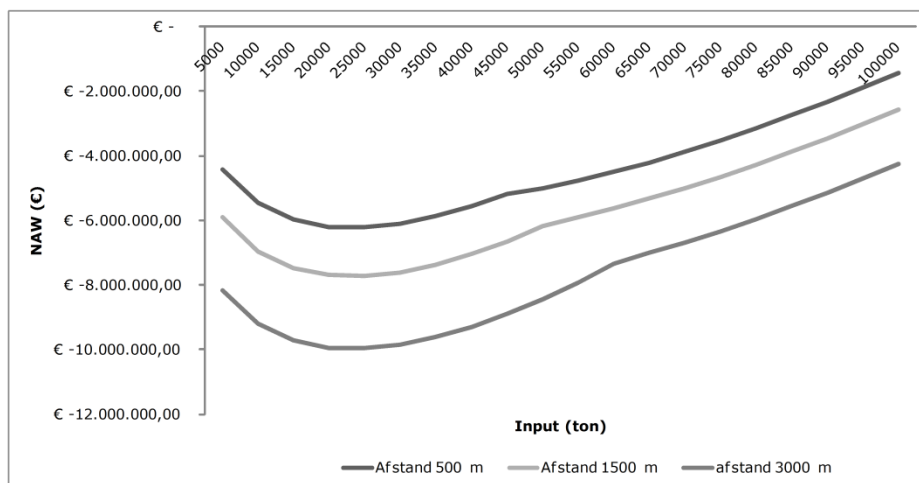
De invloed van een veranderende prijs voor de pyrolyse-olie en gate fee voor GFT op de economische haalbaarheid, wordt weergegeven in Figuur 52. Uit de figuur kan afgeleid worden dat beide parameters een relatief grote invloed hebben op de NAW. Echter moeten beide prijzen sterk stijgen om een positieve NAW te verkrijgen.

<sup>113</sup> Hoogsteen et al. (2003). Haalbaarheid warmtenet regio Twente.



Figuur 52. Invloed prijs pyrolyse-olie en gate fee GFT op NAW integratie pyrolyse – WKK

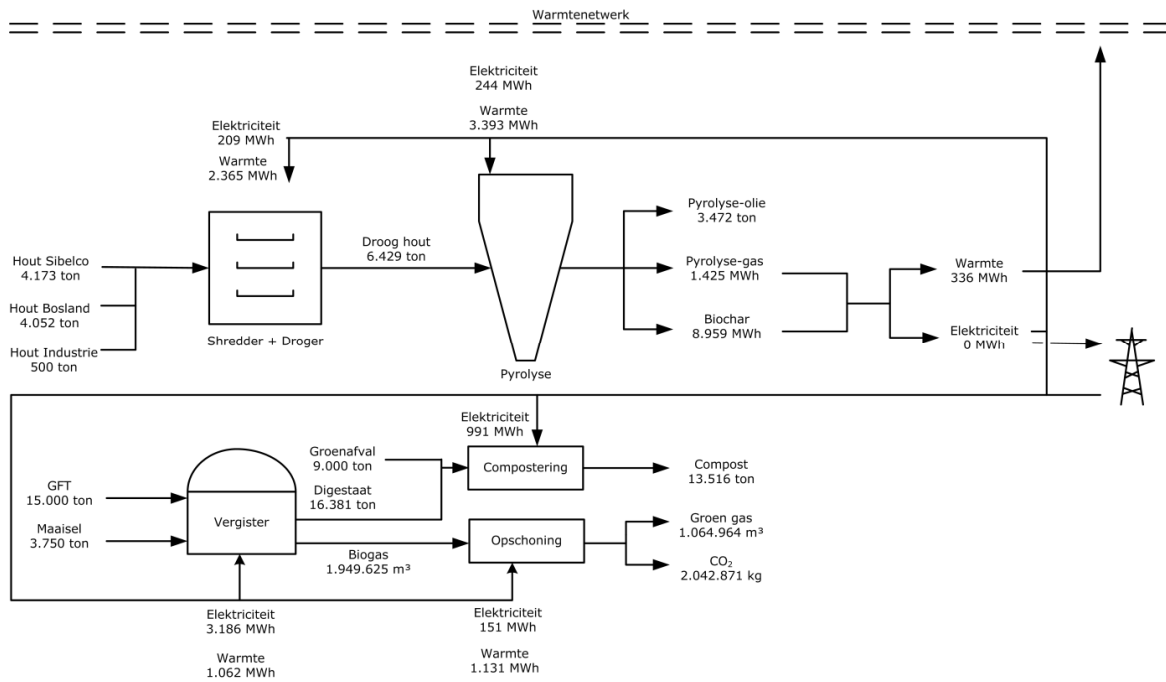
Naast de invloed van de prijs van de pyrolyse-olie en de gate fee van GFT, wordt ook nagegaan wat de invloed is van de hoeveelheid input en de afstand van het warmtenetwerk (Figuur 53). Uit de figuur kan afgeleid worden dat de economische haalbaarheid afneemt tot een hoeveelheid van ca. 20.000 ton, waarna schaalvoordelen zich voordoen. Ook de afstand van het warmtenetwerk heeft een grote invloed.



Figuur 53. Invloed input hoeveelheid en afstand warmtenetwerk op NAW integratie pyrolyse – WKK

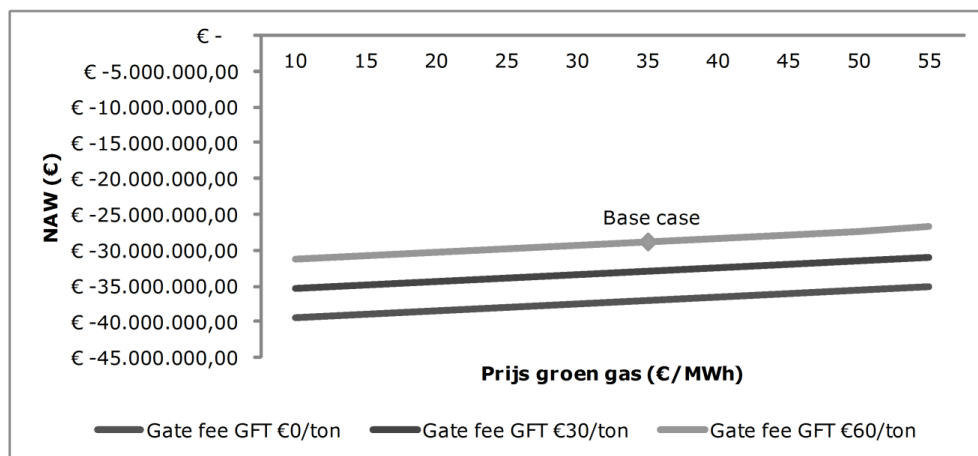
#### 10.5.2.2. Pyrolyse – Vergisting – Opschoning en injectie gasnet

In het tweede subscenario wordt het biogas verwerkt in een opschoningsinstallatie op de site. Het groen gas dat geproduceerd wordt, wordt geïnjecteerd op het bestaande gasnet. De warmte voor de processen wordt voorzien via de interne verbranding van biochar en pyrolyse-gas in de pyrolyse reactor. Indien deze hoeveelheid warmte niet voldoende is, kan warmte aangekocht worden via het lokale warmtenet. Elektriciteit wordt eerst intern gebruikt, bij een teveel wordt dit op het elektriciteitsnet gevoed. Indien onvoldoende elektriciteit intern gegenereerd wordt, kan het verschil aangekocht worden van het net. Een schematische voorstelling is weergegeven in Figuur 54.



Figuur 54. Processtroom diagram Pyrolyse – Vergisting – Upgrading net

Voor het tweede subscenario van de integratie met pyrolyse bedragen de investeringskosten ongeveer 24,6 miljoen euro. Het enige verschil met de integratie met verbranding is opnieuw de pyrolyse-reactor waarvoor de investeringskost reeds in vorige paragraaf is weergegeven. De jaarlijkse operationele kosten bedragen voor dit subscenario 3,2 miljoen euro en de opbrengsten 2,7 miljoen euro. Gezien de opbrengsten lager liggen dan de kosten, kan de investering niet terugverdiend worden. De NAW bedraagt voor dit scenario bijna -29 miljoen euro. Net als bij de integratie met verbranding zijn de synergievoordelen eerder beperkt, namelijk de warmte die resulteert uit de pyrolyse kan gebruikt worden voor het opwarmen van de vergister. Daarnaast kan ook de opgewekte elektriciteit in de eigen processen gebruikt worden en moet deze niet van het net aangekocht worden. In onderstaande figuur wordt de gezamenlijke invloed op de economische haalbaarheid weergegeven van de gate fee en de prijs die verkregen wordt voor het groen gas.

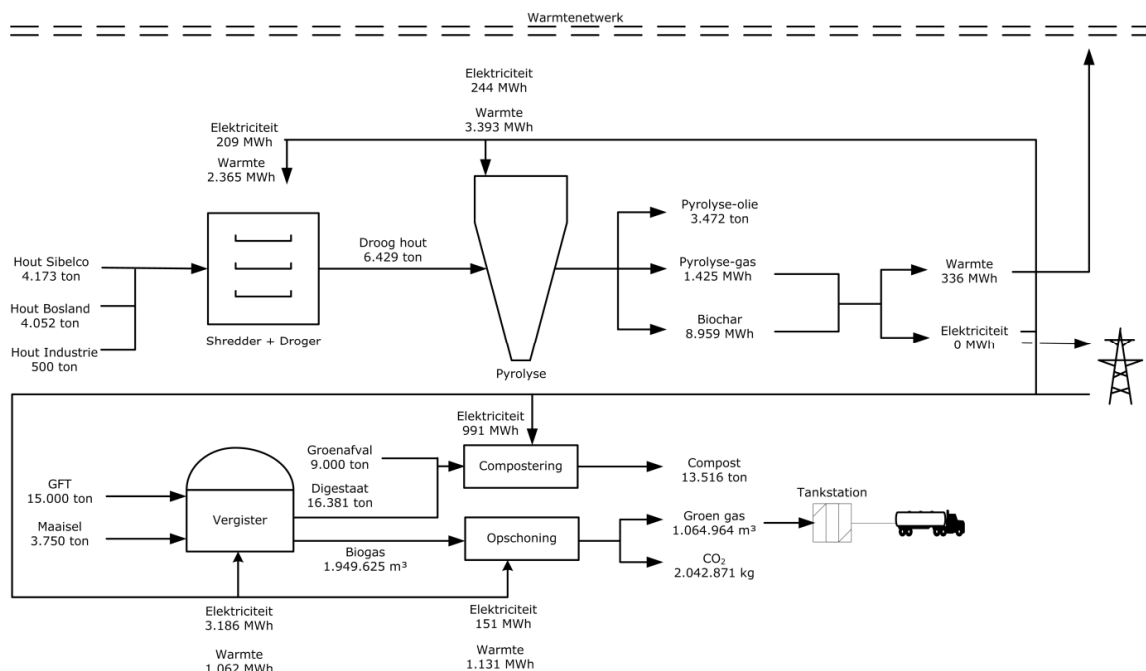


Figuur 55. Invloed prijs groen gas en gate fee GFT op NAW integratie pyrolyse – opschoning net



### 10.5.2.3. Pyrolyse – Vergisting – Opschoning transport

In dit subscenario wordt het geproduceerde groen gas gebruikt als transportbrandstof en moet een tankstation voorzien worden. Andere gegevens blijven onveranderd. Het processtroomdiagram wordt weergegeven in Figuur 56.



Figuur 56. Processtroom diagram Pyrolyse – Vergisting – Upgrading transport

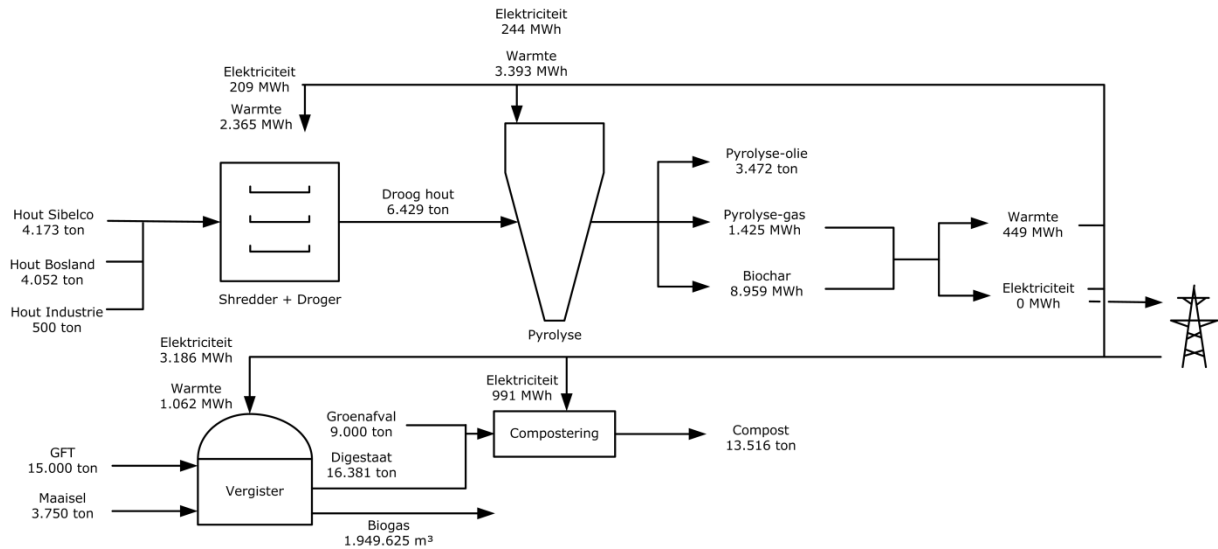
De totale investeringskosten bedragen ongeveer 25,5 miljoen euro:

- Droger	150.000 euro
- Shredder	150.000 euro
- Pyrolyse reactor	3 miljoen euro
- Vergister	5,5 miljoen euro
- Opschoningsinstallatie	1 miljoen euro
- Tankstation	350.000 euro
- Aanpassen voertuigen <sup>109</sup>	400.000 euro
- Composteringsinstallatie	9 miljoen euro
- Warmtenetwerk (1.000 euro/meter <sup>105</sup> )	3 miljoen euro
- Bouwkosten	2 miljoen euro

De operationele kosten bedragen jaarlijks 3,2 miljoen euro en zijn opnieuw hoger dan de jaarlijkse opbrengsten van 2,9 miljoen euro. Ook deze investering kan onder de aangenomen assumpties, niet terugverdiend worden. De NAW is daardoor opnieuw negatief en bedraagt -28.642.060 euro. Wanneer we nagaan of er synergieën bestaan en de NAW berekenen voor de integratie zodat deze vergelijkbaar is met de uni-dimensionale modellen, bedraagt deze -23.765.895 euro. Beide installaties apart zetten, levert een NAW op van -24.577.085 euro. Synergievoordelen zijn dus ook hier beperkt.

### 10.5.2.4. Pyrolyse – Vergisting – Biogasleiding

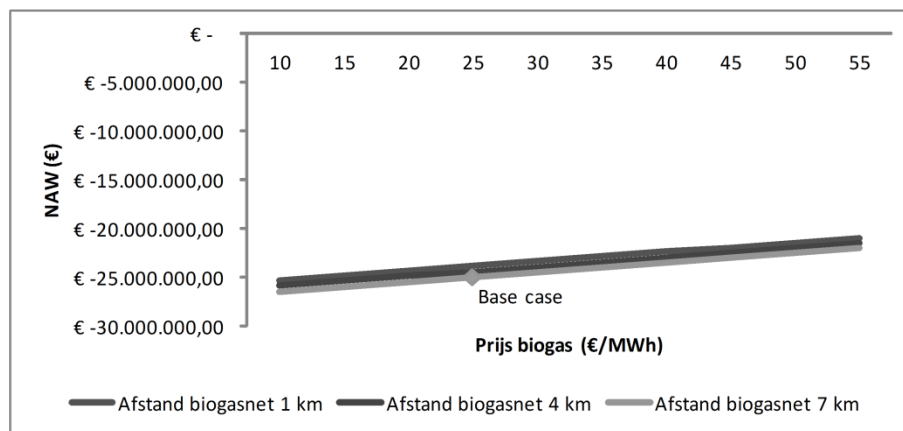
Tot slot wordt in het vierde subscenario van de integratie met pyrolyse en vergisting, het biogas naar een derde partij gezonden. Het wordt bijgevolg niet op de site zelf verwerkt en er wordt ook geen warmtenetwerk voorzien. Een overzicht is weergegeven in Figuur 57.



Figuur 57. Processtroom diagram Pyrolyse – Vergisting - Biogasleiding

De investeringskosten bedragen voor het vierde subscenario ongeveer 21 miljoen euro. De operationele kosten bedragen 2,8 miljoen euro en de opbrengsten 2,4 miljoen euro. De NAW bedraagt onder de gemaakte assumpties -24.917.058 euro.

Figuur 58 geeft een overzicht van de invloed op de economische haalbaarheid van de prijs die verkregen wordt voor het biogas en de afstand van het warmtenetwerk. Uit de figuur kan afgeleid worden dat de afstand van het biogasnet een beperkte invloed heeft, belangrijker is de prijs die verkregen wordt voor het biogas.



Figuur 58. Invloed prijs biogas en afstand biogasnet op NAW integratie pyrolyse – biogasleiding

## 10.6. Samenvatting Integratie ECP

Bij de berekening van bovenstaande integraties wordt er steeds vanuit gegaan dat alle investeringen door een en dezelfde investeerder gefinancierd worden en dat alles op een en hetzelfde tijdstip uitgevoerd wordt. In de praktijk is het mogelijk om te kiezen voor een gefaseerde aanpak en om bepaalde investeringen in een later stadium te laten aansluiten of zelfs na een aantal jaren pas te integreren. Dit kan bijvoorbeeld interessant zijn voor meer innovatieve technieken, zoals biogas *upgrading*, die in Vlaanderen minder gekend zijn. Het biogas kan voorlopig in een WKK motor verwerkt worden tot warmte en elektriciteit. Wanneer het klimaat zich er toe leent, kan gekozen worden om de WKK motor te vervangen door een biogas opschoningsinstallatie. Op een nog later tijdstip kan er dan ook nog voor gekozen worden om te investeren in een tankstation zodat het groene gas als transportbrandstof gebruikt kan worden. Daarnaast kan gekeken worden naar alternatieve financieringsmodellen<sup>114</sup>. Bovendien werd ook verondersteld dat het warmtenetwerk volledig ten laste valt van het ECP. Ook dit zal in de praktijk niet zo voorkomen. De investeringskosten en jaarlijkse operationele kosten van het warmtenetwerk zullen gedeeld worden onder meerdere partijen.

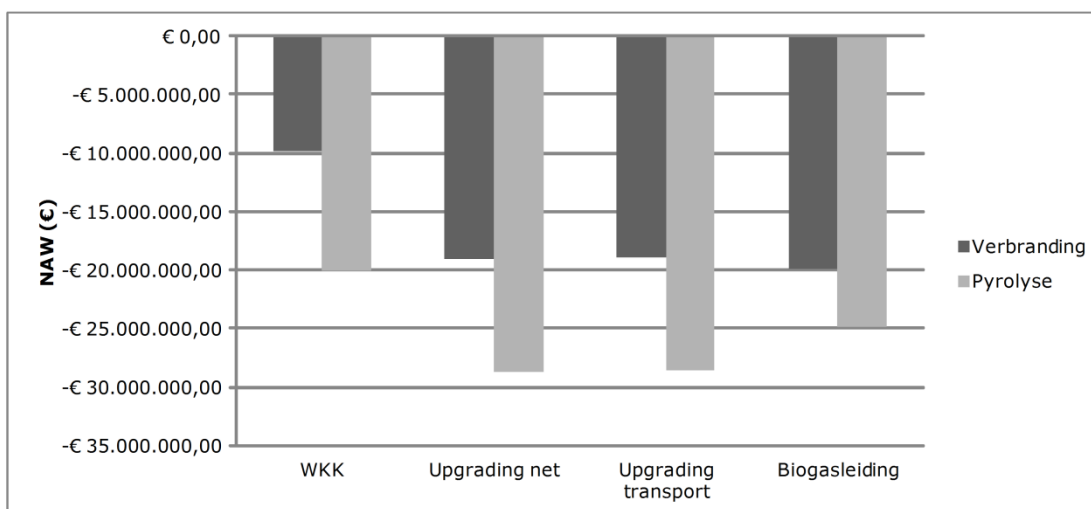
Bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat de berekende NAW telkens geldt voor de gemaakte assumpties en dat deze sterk hiervan kan afwijken wanneer parameters (technisch of economisch) veranderen. Dit werd ook aangetoond in paragraaf 10.3.2 en 10.4. De resulterende cijfers moeten dan ook steeds met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Het is belangrijk om voldoende inzicht te verwerven in de achterliggende assumpties en verhoudingen tussen de opgenomen parameters. Sensitiviteitsanalyse kan hier toe bijdragen.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de berekende NAW voor elk van de integratie scenario's. Uit de resultaten kan afgeleid worden dat op korte termijn het meer interessant is om te kiezen voor een verbrandingsinstallatie in plaats van een pyrolyse-installatie. Daarnaast kan besloten worden dat het verwerken van het biogas in een WKK-installatie op de site het meest interessant is. Een visuele weergave wordt gegeven in Figuur 59. Verbranding staat voor het scenario waarbij vergisting geïntegreerd wordt met verbranding en pyrolyse voor de integratie van vergisting met pyrolyse.

Tabel 16. Overzicht NAW integratie scenario's

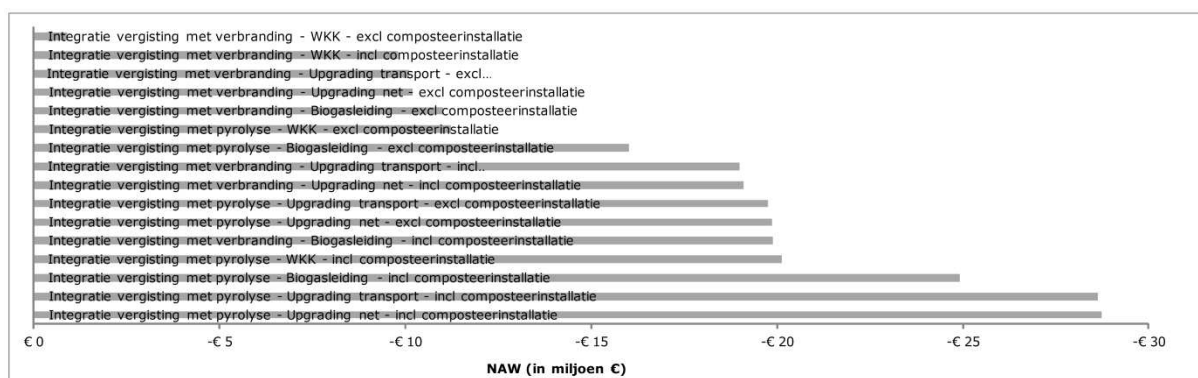
	<b>Integratie vergisting met verbranding</b>	<b>Integratie vergisting met pyrolyse</b>
<b>WKK</b>	€ -9.796.958	€ -20.117.311
<b>Upgrading net</b>	€ -19.092.726	€ -28.748.341
<b>Upgrading transport</b>	€ -18.986.444	€ -28.642.060
<b>Biogasleiding</b>	€ -19.895.195	€ -24.917.058

<sup>114</sup> ECP (2013). Organisatie en financiering. Beschikbaar via <http://www.ecp-biomass.eu/node/29>.



Figuur 59. Overzicht NAW integratie scenario's

Indien reeds een composteringsinstallatie aanwezig is, verbetert de NAW drastisch. Een overzicht van de NAW van alle integratiescenario's met en zonder de aanwezigheid van een afgeschreven GFT-composteerinstallatie wordt gegeven in onderstaande figuur. Exclusief composteerinstallatie geeft aan dat de GFT-composteerinstallatie reeds afgeschreven is, inclusief composteerinstallatie wil zeggen dat deze nog niet aanwezig was.



Figuur 60. Overzicht NAW integratie scenario's met en zonder GFT-composteerinstallatie

Tot slot kan besloten worden dat synergievoordelen bestaan door vergisting te integreren met respectievelijk verbranding en pyrolyse. Echter zijn deze onder de gemaakte assumpties beperkt. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van enerzijds de NAW van de integraties (zwart) en anderzijds de NAW wanneer beide installaties afzonderlijk geplaatst worden (rood). De NAW van de integratie wijkt af van deze vermeld in Tabel 16 omdat hier aangenomen wordt dat geen warmtenet aanwezig is en slechts 4.173 ton hout verwerkt wordt. Op deze manier kan de NAW vergeleken worden met deze berekend voor de uni-dimensionale installaties. De NAW voor de uni-dimensionale processen verbranding (*i.e.* Sibelco), pyrolyse en GFT vergisting met compostering digestaat in combinatie met groenafval in een nieuwe GFT-composteeringsinstallatie en verwerking van het biogas in een WKK installatie, zijn terug te vinden in Tabel 15.

Voor de uni-dimensionale processen met vergisting, maar een alternatieve verwerking van het biogas, wordt de NAW telkens vermeld in de respectievelijke subparagraaf van paragraaf 10.5. De NAW van de afzonderlijke investering in de uni-dimensionale processen, zoals weergegeven in Tabel 17, wordt berekend door de NAW van elk uni-dimensionaal model op te tellen.

Tabel 17. Overzicht NAW integratie scenario's voor identificeren van synergieën

	<b>Integratie vergisting met verbranding</b>	<b>Gescheiden verbranding en vergisting</b>	<b>Vershil<sup>a</sup></b>	<b>Integratie vergisting met pyrolyse</b>	<b>Gescheiden pyrolyse en vergisting</b>	<b>Vershil<sup>a</sup></b>
<b>WKK</b>	€ -13.356.407	€ -13.644.551	288.144	€ -16.754.759	€ -17.382.226	627.467
<b>Upgrading net</b>	€ -20.440.262	€ -20.945.691	505.429	€ -23.872.176	€ -24.683.366	811.190
<b>Upgrading transport</b>	€ -20.333.981	€ -20.839.410	505.429	€ -23.765.895	€ -24.577.085	811.190
<b>Biogasleiding</b>	€ -21.074.090	€ -21.561.780	487.690	€ -24.485.234	€ -25.299.455	814.221

<sup>a</sup> Bij een positieve waarde is de integratie beter, bij een negatieve waarde het afzonderlijk investeren in de uni-dimensionale installaties beter.

## 10.7. Evaluatie en leerpunten

Een erg belangrijk punt binnen een ECP concept is clustering en synergie. Wanneer verschillende partijen samenwerken, worden een aantal vragen al snel gesteld: wie zal investeren?, voor wie is het risico?, wie is verantwoordelijk voor het onderhoud?,... De economische evaluatie werd nu steeds uitgevoerd vanuit het standpunt van één investeerder en voor het volledige proces (tenzij anders vermeld). Afhankelijk van de gekozen financieringsvorm, kunnen de resultaten hiervan afwijken. In het kennissysteem, ontwikkeld binnen het ECP project, wordt meer informatie gegeven omtrent de juridische aspecten<sup>114</sup>. Daarnaast wordt in het Scarabee eindrapport informatie gegeven omtrent voor- en nadelen van coöperatieve structuren<sup>115</sup>.

Binnen het ECP project worden ook enkele meer innovatieve benaderingen bekeken, zoals de mogelijkheden van groen gas. Dit kan conflicteren met bestaande plannen van bedrijven, die eerder geneigd zijn om in bewezen technieken te investeren. Belangrijk is dan ook dat er een balans gecreëerd wordt tussen het innovatieve karakter en de economische en technische haalbaarheid. Hierbij moet opgemerkt worden dat installaties die gebouwd worden in 2015 zullen werken tot minimaal 2030. Om deze reden moet nu reeds worden nagegaan hoe plaats gelaten kan worden voor innovaties in de toekomst, wanneer deze commercieel beschikbaar zijn, zodat deze op een later tijdstip opgenomen kunnen worden binnen een ECP concept.

<sup>115</sup> Gillabel, J. et al. (2012). SCARABEE Onderzoek naar de Ecologische, Maatschappelijke en Economische Haalbaarheid van Bio-energieregio's in Vlaanderen – Eindrapport.

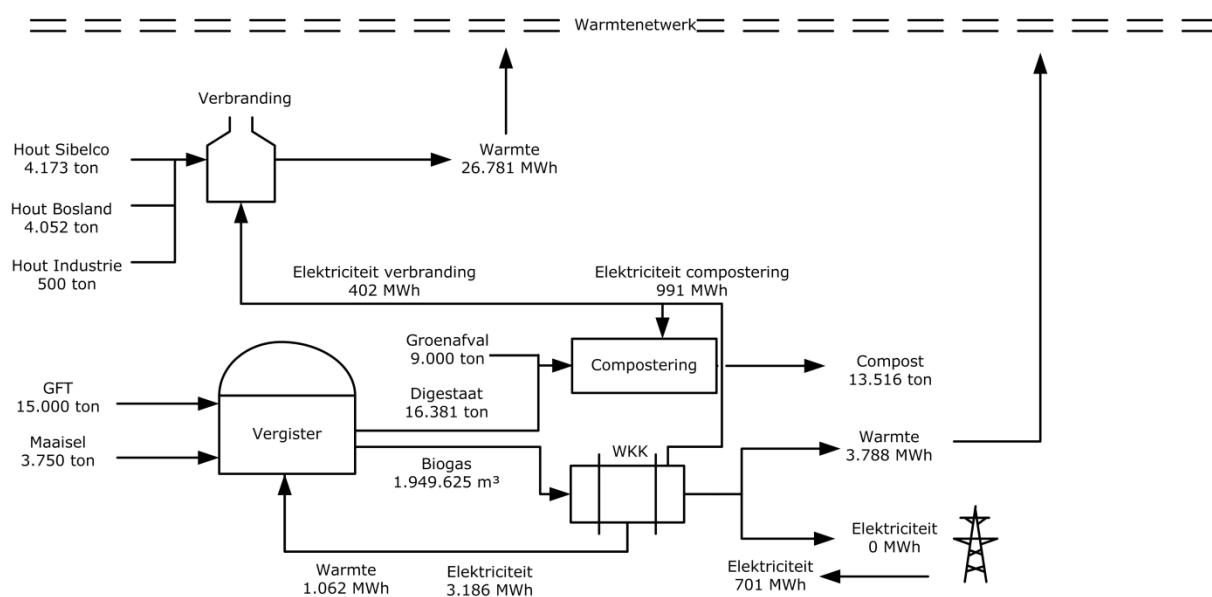
Technologische keuzes worden niet enkel gemaakt op basis van de maturiteit van een technologie, maar ook op basis van bestaande wetgeving en subsidiesystemen. Dit kan ertoe leiden dat systemen niet altijd de meest efficiënte of economisch meest interessante zijn. In Vlaanderen bestaat een systeem van GSC en WKKC dat enkel focust op energie en warmte. Er bestaat bijvoorbeeld nog geen subsidiesysteem voor groen gas injectie of het gebruik van groen gas als transportbrandstof. Daarom werd binnen het ECP project ook gekeken naar de mogelijkheden om politiek en administratieve eenheden bewust te maken van deze opties.

## HOOFDSTUK 11. BEDRIJFSCASE

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het concept dat op basis van de resultaten op korte termijn het meest haalbare lijkt. Er wordt meer informatie gegeven over hoe dit concept in de praktijk geïmplementeerd zou kunnen worden. Daarnaast worden enkele bijkomende analyses gedaan om onzekerheden weer te geven.

### 11.1. Concept keuze

Er wordt gekozen voor de integratie van verbranding en vergisting waarbij het biogas verwerkt wordt in een WKK-installatie. Het teveel aan warmte kan gevoed worden aan het warmtenet. De opgewekte elektriciteit is onvoldoende en het verschil moet worden aangekocht van het net. Het schema voor dit scenario wordt in de figuur hieronder opnieuw weergegeven. De berekende NAW bedraagt -9.796.958 euro onder de assumptie dat het volledige ECP nog geïmplementeerd moet worden. Met andere woorden dat er nog geen enkele installatie aanwezig is en dat ook het warmtenet nog aangelegd moet worden. Bovendien wordt hierbij verondersteld dat alles op hetzelfde tijdstip en door dezelfde investeerder geplaatst wordt.



Figuur 61. Processtroom diagram Verbranding - Vergisting - WKK

Dit scenario is in Vlaanderen het meest realistisch omdat het bestaat uit conventionele technieken. Pyrolyse is momenteel nog in de demonstratiefase en is daardoor minder voor de hand liggend om op korte termijn te implementeren. Opschoning van biogas is daarentegen een meer bewezen techniek en wordt reeds in de praktijk toegepast, echter niet in Vlaanderen.

Dit is te verklaren doordat er in Vlaanderen (nog) geen beleidskader hieromtrent bestaat en er bijgevolg ook geen subsidies of andere steunmechanismen beschikbaar zijn. Voor bio-WKK-installaties is er wel een steunkader aanwezig.

Zoals hierboven vermeld, werd verondersteld dat het gehele ECP op hetzelfde moment geplaatst zou worden en dat de totale kosten gedragen worden door één investeerder. Dat dit in de praktijk ook zo zal verlopen is weinig waarschijnlijk. Op dit scenario worden daarom enkele varianten voorgesteld. Eerst wordt nagegaan hoe de economische haalbaar wijzigt wanneer de GFT-composteerinstallatie reeds aanwezig en afgeschreven is. Daarna wordt een analyse gemaakt van de economische haalbaarheid wanneer de investering in het warmtenet door meerdere partijen gedragen wordt.

In paragraaf 10.5.1.1 werd reeds aangegeven dat de NAW sterk verbetert indien reeds een composteringsinstallatie aanwezig is. In de paragraaf werd verondersteld dat het digestaat na vergisting naar een bestaande GFT-composteerinstallatie in Limburg getransporteerd wordt. De NAW stijgt in dat geval tot -213.332 euro. Deze is nog steeds licht negatief. Echter, zoals eerder aangegeven, moet deze waarde met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd worden. De waarde is eerder dan een exacte, veeleer een indicatieve waarde. Bij de techno-economische analyse worden immers een groot aantal verschillende parameters in rekening genomen. Wanneer bepaalde parameters lichtjes wijzigen, kan dit een significant effect hebben op de uiteindelijke NAW. Alleszins geeft de berekende NAW aan dat een meer gedetailleerd onderzoek interessant is. Bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat een composteringsinstallatie voor de verwerking van GFT-afval altijd vereist is, *i.e.* ook wanneer er geen ECP concept zou worden uitgerold. De assumptie om de investeringskost van de GFT-composteerinstallatie uit de analyse te laten, is dan ook te verdedigen. Bovendien kan onder die assumptie ook de transportkost weggelaten worden en wordt de NAW zelfs positief, namelijk ongeveer 500.000 euro.

In het model werd ook verondersteld dat het warmtenet volledig ten laste van het ECP is. In de praktijk zal dit niet het geval zijn. Indien we veronderstellen dat het ECP de helft van de kosten moet dragen, dan stijgt de NAW tot -7.974.587 euro. Wanneer we daarenboven aannemen dat de composteringsinstallatie reeds afgeschreven is, stijgt de NAW verder tot *ca.* 2,2 miljoen euro. Er kan besloten worden dat het de moeite loont om deze piste in meer detail te onderzoeken. Voor dit laatste model, waarbij verondersteld wordt dat slechts de helft van de lasten van het warmtenetwerk voor het ECP zijn en waarbij de composteringsinstallatie reeds aanwezig is, wordt dan ook een bijkomende sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. Op deze manier wordt nagegaan welke parameters de grootste invloed hebben op de economische haalbaarheid en hoe sterk de NAW kan wijzigen wanneer alle parameters, met uitzondering van parameters verbonden met investeringskosten, met 10% in positieve en negatieve zin kunnen variëren.

Uit de analyse blijkt dat de parameters die weergegeven worden in Tabel 18 de grootste invloed hebben op de variatie in de NAW. Samen verklaren deze parameters 78% van de variatie. Indien de restwarmte niet extern afgezet kan worden, daalt de NAW bijvoorbeeld tot ongeveer -800.000 euro. Ook de gate fee van GFT heeft een grote invloed op de economische haalbaarheid.



Er werd reeds aangegeven dat deze momenteel onder druk staat. Wanneer de gate fee zou dalen tot 40 euro per ton, daalt de NAW tot ca. 350.000 euro. Of met andere woorden een daling in de gate fee van 33% heeft een daling in de NAW tot gevolg met ca. 84%. Verder kan uit de analyse afgeleid worden dat de NAW varieert tussen -1 miljoen euro en +4 miljoen euro wanneer parameters met 10% kunnen variëren.

Tabel 18. Resultaten sensitiviteitsanalyse bedrijfscase

Parameter	Relatieve bijdrage variantie NAW (%)
Input GFT	+14,6%
Maximaal toegelaten vochtgehalte verbranding	+14,1%
Gate fee GFT	+11,7%
Prijs aardgas	+11,0%
Biogasopbrengst GFT	+6,1%
Input hout	+5,4%
Methaangehalte biogas uit GFT	+5,2%
Hoeveelheid warmte die afgezet wordt	+5,2%
Verkoopprijs warmte	+5,0%

Zoals uit de sensitiviteitsanalyse blijkt kan de verandering in één opgenomen parameter een grote impact hebben op het totale project. Het is dan ook belangrijk om een goed inzicht te verwerven in de gebruikte parameters alvorens de NAW te interpreteren. Een sensitiviteitsanalyse is onmisbaar in de analyse om een inschatting te krijgen van mogelijke risico's als gevolg van veranderende marktwaarden.

Interessant is ook dat door het kiezen voor de integratie waarbij het biogas verwerkt kan worden in een WKK installatie, alle opties voor alternatieve verwerking van het biogas openblijven voor de toekomst. Dit hoort tot de optie die wij noemen 'gefaseerde investering'. Een WKK-installatie heeft een levensduur van ongeveer 10 jaar (maximum). Daarna moet deze installatie vervangen worden door een nieuwe WKK installatie of een alternatieve verwerkingsinstallatie. Mogelijk heeft het klimaat zich daartegen in Vlaanderen verder ontwikkeld in de richting van biogas *upgrading* en is het interessant om te investeren in een dergelijke installatie. Door de WKK installatie versneld af te schrijven (indien de financiële situatie van de investeerder dit toelaat), kan ook reeds sneller ingespeeld worden op veranderende marktomstandigheden.

## 11.2. Onzekerheden en randvoorwaarden

Één van de grootste onzekerheden voor de case Belgisch-Limburg is de wijze waarop Kristalpark III invulling zal krijgen. Doordat momenteel nog weinig zekerheid is omtrent deze concrete invulling van het Kristalpark III werden de berekeningen uitgevoerd op basis van 'meest waarschijnlijke' veronderstellingen. Het model laat echter toe om scenario's in meer detail of ook nog alternatieve scenario's door te rekenen wanneer meer duidelijkheid bestaat over specifieke projectmogelijkheden.

## HOOFDSTUK 12. ACHTERGRONDGEGEVENS AANGAANDE MILIEU-ASPECTEN

---

Dit hoofdstuk beschrijft de duurzaamheid van het ECP concept waarbij het vergisten van GFT en maaisel tot biogas en het nacomposteren van het digestaat samen met vers groenafval wordt gecombineerd met een biogas-WKK. De warmte en elektriciteit uit de biogas-WKK worden ingezet in het ECP systeem. Voor de gedetailleerde procesbeschrijving van dit concept wordt verwezen naar paragraaf 10.3.1.

Hierbij wordt het effect van dit ECP concept op de volgende duurzaamheidsaspecten besproken:

- Energieverbruik en energiewinst t.o.v. de huidige referentiesituatie;
- De emissies van broeikasgassen en emissiereductie t.o.v. de huidige referentiesituatie.

Hierbij wordt eerst ingegaan op de gehanteerde aanpak en de gebruikte aannames en wordt afgesloten met de resultaten en conclusies.

### 12.1. Afbakening van het system

De duurzaamheidsanalyse omvat alle essentiële onderdelen van de gekozen ECP case in Lommel, met name de productie van energie uit de vergisting van GFT en maaisel. Hierbij wordt tevens het nacomposteren van het digestaat met vers groenafval meegenomen. De geproduceerde energie wordt bijna geheel ingezet om aan de eigen energievraag van het ECP systeem te voldoen.

De centrale vraag in deze duurzaamheidsevaluatie is of in het systeem minder energie (niet-hernieuwbare en hernieuwbare) wordt gebruikt en er minder broeikasgasemissies worden uitgestoten ten opzichte van de huidige referentiesituatie.

De referentiesituatie voor de Lommel case omvat het composteren van GFT en maaisel enerzijds en groenafval anderzijds. De energie nodig voor het composteringsproces wordt hierbij geleverd door fossiele bronnen. In de referentiesituatie is er immers geen productie van warmte of elektriciteit. In het ECP concept wordt, door installatie van een vergister en WKK, zowel elektriciteit als warmte geproduceerd. Deze installaties verbruiken ook energie (eigenverbruik). Deze wordt in mindering gebracht van de hoeveelheid geproduceerde energie. De hoeveelheid energie die daarna overblijft, in hoofdzaak restwarmte uit de biogas-WKK, vervangt warmte geproduceerd in een klassieke fossiele stookinstallatie. Concreet wordt er dus nagegaan hoe de impact van het vergisten met productie van biogas zich verhoudt tot de huidige situatie waarbij het GFT, maaisel en groenafval worden gecomposteerd.

Ten aanzien van de bekeken duurzaamheidscriteria/-aspecten kan gesteld worden dat gezien het ECP concept gebruik maakt van lokale biomassa reststromen duurzaamheidsaspecten zoals biodiversiteit en landgebruik niet aan de orde zijn. Door dit gebruik van biomassa reststromen dient de impact van de productie van deze reststromen ook niet te worden meegenomen, naar analogie met de richtlijnen van Bijlage V van de Europese Richtlijn voor hernieuwbare energie (EU RED).

De berekening van de impacten worden gemaakt per MJ warmte geproduceerd, *i.e.* de functionele eenheid (zie paragraaf 12.4).

## 12.2. Bijproducten en allocatie

In vergelijking met de huidige situatie wordt er in dit concept naast compost ook warmte geproduceerd. Daar elk product voor een ander einddoel wordt gebruikt – de warmte kan op een andere site nuttig ingezet worden en de compost kan als bodemverbeteraar worden ingezet – dient de impact van het gehele systeem voor een deel aan de geproduceerde warmte en voor een deel aan de bijproducten (in dit geval compost) worden toegekend. Dit wordt allocatie genoemd.

De keuze welk deel van de impact aan welk deel van de procesketen wordt toegekend beïnvloedt sterk het eindresultaat van de evaluatie. Daarnaast is het toepassen van allocatie een complex probleem waarvoor verschillende methodes bestaan. In deze studie hanteren we de allocatiemethode zoals voorgeschreven in de richtlijnen van de EU RED, welke de impact toewijst volgens de totale energie-inhoud van de totaal geproduceerde hoofd- en bijproducten (o.b.v. *Lower Heating Value*, LHV). Aan afval wordt geen impact toegekend.

## 12.3. Methodologie en data voor modellering

Momenteel is er nog weinig informatie beschikbaar met betrekking tot welke methodologie moet gevolgd worden voor de uitvoering van een duurzaamheidsevaluatie van dit soort van complexe/gecombineerde processen. Meestal wordt gerefereerd naar *Life Cycle Assessment* (LCA), omdat dit momenteel de benadering is die het meest wordt gebruikt.

De berekeningen van de broeikasgas- en energiebalans zijn uitgevoerd met VITO's duurzaamheidstool "Bioenergy Sustainability Assessment Tool" (B-SAT)<sup>116</sup>. Met deze tool kan de toetsing van een bio-energieproject worden gemaakt op basis van een vereenvoudigde LCA. LCA is een wetenschappelijke methode om de impact op het milieu van verschillende producten met elkaar te vergelijken. Hierbij kan de hele levenscyclus van het product worden meegenomen, dus van de productie van de grondstof tot en met de afvalfase. De tool neemt echter alleen de productie-, verwerking- en gebruiksfase van de onderzochte biomassa mee, de afvalfase wordt buiten beschouwing gelaten (naar analogie met de RED richtlijn).

---

<sup>116</sup> Deze tool werd ontwikkeld in het kader van het doctoraat van Veerle Buytaert.

Concreet berekent de tool hoeveel reductie in energieverbruik (primaire en fossiele) en broeikasgasproductie de productie van bio-energie kan opleveren ten opzichte van de fossiele referentie. Ook de reductie in verzurings- en vermistingspotentieel wordt meegenomen. Verder geeft de tool een indicatie van de impact op land- en watergebruik, biodiversiteit en sociale aspecten in geval geteelde/geïmporteerde biomassa wordt gebruikt.

Voor de berekeningen van de energie- en broeikasgasbalans maakt deze tool gebruik van het werk (standaard waarden en aanpak) dat verricht is in het kader van (i) het BioGrace I project, (ii) data afkomstig uit de bijlage van de RED, (iii) rapporten van JRC (Joint Research Centre) en (iv) data van het IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change).

De tool werd voor de doorrekening van de ECP case aangepast zodat de energiebalans en broeikasgasbalans voor de productie van warmte uit biomassa reststromen kan worden berekend.

#### 12.4. Aannames

De duurzaamheidsdoorrekening van dit systeem is bepaald t.o.v. de productie van warmte (*i.e.* functionele eenheid, FU). Concreet zijn volgende aannames gehanteerd (en ingevoerd in B-SAT) voor het berekenen van de impact van de verschillende processtappen van het ECP:

##### Vergisten

- Emissie vooropslag:  
Hierbij wordt uitgegaan dat 5% van de methaan- en lachgas (N<sub>2</sub>O) emissies<sup>117</sup> die normaal bij opslag van het GFT zou zijn geëmitteerd, vrijkomen in de atmosfeer tijdens de vooropslag. De emissie van methaan is het product van de hoeveelheid GFT en de emissiefactor per eenheid GFT: 3,1 kg CH<sub>4</sub> per ton GFT<sup>117</sup>. Voor lachgas geldt dat de emissie gelijk is aan de gemiddelde hoeveelheid stikstof in het GFT (1,3 kg N per m<sup>3</sup> <sup>117,118</sup>) maal het emissiepercentage, m.n. 0,1% N<sub>2</sub>O<sup>117</sup>.
  - kg methaan/ton GFT = 0,05 x hoeveelheid GFT x 3,1 (emissiefactor per ton)
  - kg lachgas/ton GFT = 0,05 x hoeveelheid GFT x 1,3 (N-gehalte GFT) x 0,001(emissiefraction N<sub>2</sub>O)
- Lekverliezen: Het lekverlies is gesteld op 1% van de geproduceerde hoeveelheid biogas.

---

<sup>117</sup> Kor Zwart, Diti Oudendag, Phillip Ehlert en Peter Kuikman, Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest, Alterra rapport 1427, Alterra Wageningen, 2006.

<sup>118</sup> Voor de berekeningen nemen we aan dat 1 m<sup>3</sup> mest/co-vergistingmateriaal gelijk is aan 1 ton mest/co-vergistingmateriaal.

### Composteren<sup>119</sup>

- 500 kg compost per ton gecomposteerd materiaal;
- Energieverbruik mobiele werktuigen: 0,01 GJ diesel per ton GFT;
- Elektriciteitsverbruik composteren 39 kWh<sub>e</sub>/ton GFT, afkomstig van stortgasmotor;
- Lekverliezen: 170g CH<sub>4</sub>/ton compost en 70g N<sub>2</sub>O/ton compost<sup>120</sup>.

### Biogasmotor

- De gehanteerde standaardwaarden m.b.t. primair energieverbruik en fossiel energieverbruik zijn berekend op basis van de case specifieke gegevens. De CO<sub>2eq.</sub> emissies gerelateerd aan de productie van elektriciteit en warmte d.m.v. een WKK op biogas zijn gebaseerd op de gegevens uit JEC - Joint Research Centre-EUCAR-CONCAWE collaboration Well-to-tank report version 03-11-2008<sup>121</sup>.

### Elektriciteit van het net

- Daar het ECP niet in zijn gehele energiebehoefte kan voldoen, moet er tevens elektriciteit van het net worden ingezet. Dit verbruik wordt aan de bio-WKK toegekend. De gehanteerde standaardwaarden m.b.t. primair energieverbruik, fossiel energieverbruik en CO<sub>2eq.</sub> emissies gerelateerd aan de productie van elektriciteit uit fossiele bronnen is overgenomen uit de BioGrace CO<sub>2</sub>-tool.

### Transport

- Het vervoer van de biomassa reststromen wordt niet meegerekend daar wordt verondersteld dat deze reststroom sowieso getransporteerd wordt voor verwerking elders ongeacht of dit in een klassieke of ECP installatie gebeurt.

## **12.5. Resultaten**

### **12.5.1. Energiebalans en energie-efficiëntie**

B-SAT laat toe twee types van energiebalansen op te maken:

- De fossiele energiebehoefte (FER), waarbij enkel de hoeveelheid aan fossiele energiebronnen wordt meegenomen.

<sup>119</sup> J.T.W. (Jan) Vroonhof, H.J. (Harry) Croezen, Afvalverwerking en CO<sub>2</sub> : Quickscan van de broeikasgasemissies van de afvalverwerkingssector in Nederland, Delft, 2006.

<sup>120</sup> Heres, H-J (2007). Onderzoek bepalen kentallen methaan en lachgas composteerbedrijven. Beschikbaar via [http://www.gft-afval.nl/download/publicaties/tauw\\_onderzoek\\_kentallen\\_methaan\\_lachgas.pdf](http://www.gft-afval.nl/download/publicaties/tauw_onderzoek_kentallen_methaan_lachgas.pdf).

<sup>121</sup> WEIL-to-tank (2008). Description and detailed energy and GHG balance of individual pathways. Beschikbaar via <http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTT%20App%202%20v30%20181108.pdf>.

- o De netto primaire energiebehoefte (NER), waarbij alle energie wordt meegenomen om de biomassa om te zetten in energiedragers (brandstof, elektriciteit, warmte), dus inclusief de energie nodig voor de voorbereiding van de biomassa, transport, opslag,... plus de initiële energie-inhoud van de hernieuwbare fracties (LHV).

De fossiele energiebehoefte (FER) geeft de mate aan waarin een brandstof wel of niet hernieuwbaar is. Het is de verhouding van de hoeveelheid fossiele energie die nodig is voor het maken van de biobrandstof/benutbare energie tot de hoeveelheid biobrandstof en/of benutbare energie geproduceerd. Hoe lager deze verhouding hoe meer 'hernieuwbaar' de geproduceerde brandstof/energie is. Als deze ratio 1 of hoger is, wordt de brandstof als niet-hernieuwbaar beschouwd. Een volledig hernieuwbare brandstof heeft geen fossiele input.

Deze verhouding hangt ook samen met de netto CO<sub>2</sub> emissies: een hoge fossiele energiebehoefte geeft tevens hoge netto CO<sub>2</sub> emissies. De fossiele energiebehoefte van het ECP bedraagt 0,22 MJ<sub>fossiel</sub>/MJ<sub>warmte</sub>, zie Figuur 62. Deze is hoofdzakelijk het gevolg van het gebruik van elektriciteit van het net.

Het resultaat voor de netto primaire energiebehoefte (NER) van het bio-energiesysteem geeft aan hoeveel primaire energie nodig is voor de productie van een MJ functionele eenheid – warmte voor deze case - en de onderdelen van de keten die het meest hiertoe bijdragen. Het resultaat voor "reduction" geeft het percentage primaire energie aan dat bespaard kan worden door het gebruik van het specifieke bio-energie systeem/ECP. Als dit een negatief resultaat is, is er meer primaire energie nodig om 1 MJ bio-energie te produceren dan voor de productie van 1 MJ van het fossiele referentie-energiesysteem. Figuur 62 geeft aan dat de netto primaire energievraag voor de productie van 1 MJ warmte d.m.v. de combinatie van vergisten, nacomposteren en inzet bio-WKK 2,82 MJ<sub>primair</sub> bedraagt. Dit is 54% minder dan voor de referentiesituatie nodig is. Het grootste deel van de energie wordt geleverd door hernieuwbare bronnen, m.n. 100% van de warmtevraag en 93% van de elektriciteitsvraag wordt ingevuld door de biogasmotor. Het ECP systeem bespaart zo 95% aan fossiel energiegebruik in vergelijking met de huidige referentiesituatie.

Tabel 19 geeft een overzicht van alle primaire inputstromen, de netto-outputstromen en het nuttig gebruik van deze outputstromen in de vorm van het aantal huishoudens dat met de restwarmte kan voorzien worden. Met de geproduceerde restwarmte uit de biogas-WKK, kunnen theoretisch gezien 237 gezinnen 1 jaar van warmte worden voorzien<sup>122</sup>.

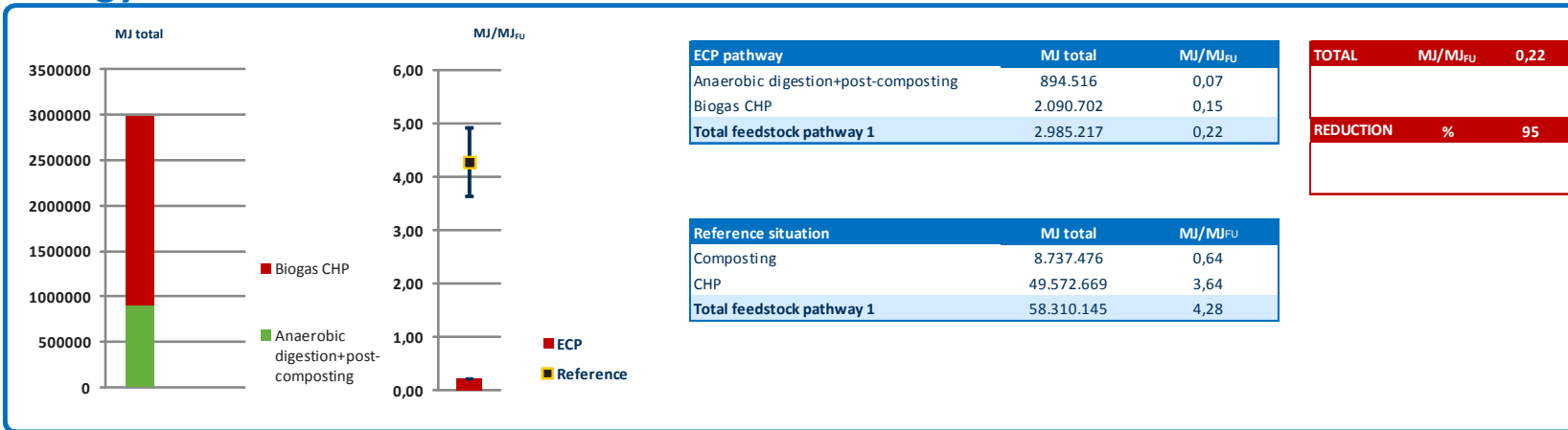
<sup>122</sup> Gemiddelde warmtevraag huishouden 1.800 m<sup>3</sup>/jaar, energie-inhoud aardgas Nederland 32 MJ/m<sup>3</sup>.

Tabel 19. Energiebalans berekent voor installatie inclusief warmte- en elektriciteitsproductie houtgestookte WKK

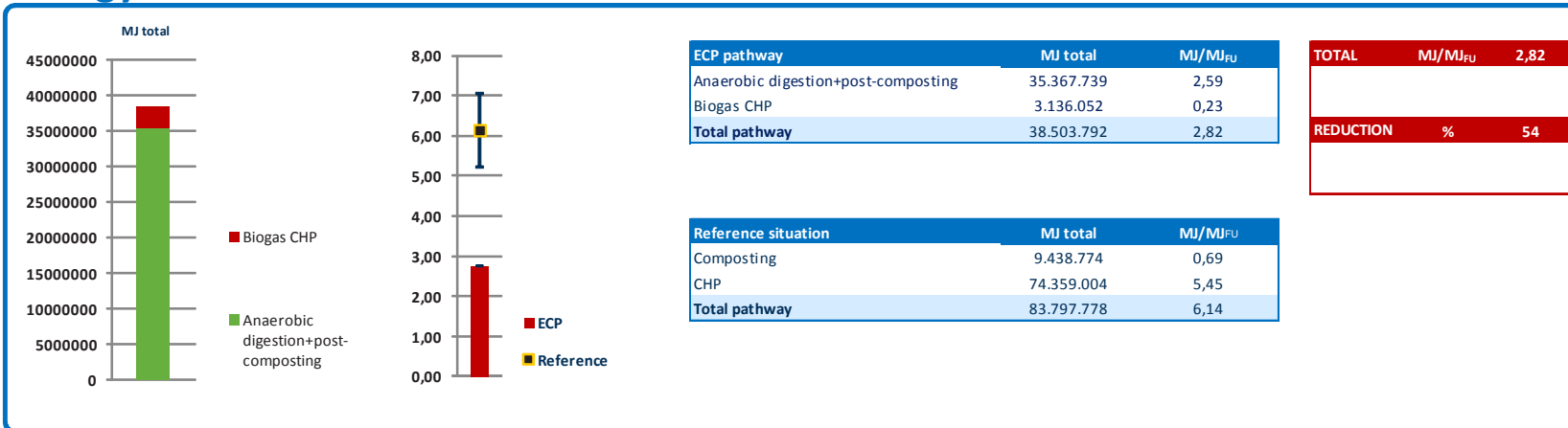
Energie	Vergisten	Nacomposteren
<i>Primaire energie input (GJ/jaar, droog)</i>	68.175 GJ GFT	69.030 GJ groenafval
	27.122 GJ maaisel	
	4.347 GJ primair elektriciteit van het net	
<i>Energieoutput (GJ/jaar, droog)</i>		
Compost		27.573 GJ
Restwarmte uit biogas-WKK	13.637 GJ of 237 huishoudens voorzien van 1 jaar warmte	

De energie-efficiëntie van een bio-energiesysteem geeft aan hoeveel energie nodig is om de biobrandstof/energie te produceren. De berekening van de globale energie-efficiëntie is de verhouding van de hoeveelheid MJ brandstof/energie geproduceerd tot de totale hoeveelheid energie-input (op droge basis). Het is een maat voor de hoeveelheid energie die in het proces gaat en welke uiteindelijk in brandstof en/of benutbare energie terechtkomt. Dit rendement vertegenwoordigt het verlies aan procesenergie om de brandstof en/of benutbare energie te maken uitgaande van de initiële grondstoffen. De primaire energie-efficiëntie van het gehele ECP concept is 24%.

## Energy balance - fossil energy requirement (FER)



## Energy balance - net energy requirement (NER)



Figuur 62. Energiebalans – fossiel (FER) en primair (NER) – voor het vergisten en nacomposteren van GFT, maaisel en productie van energie met bio-WKK uitgedrukt als totaal jaarlijkse energieverbruik in MJ en per MJ warmte.

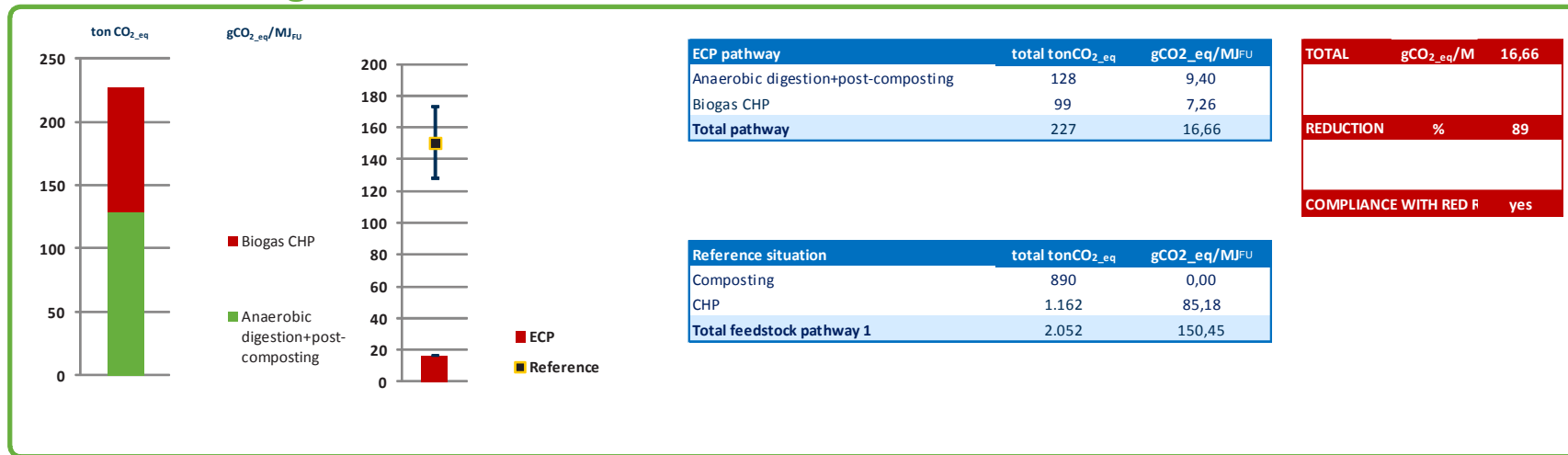


### 12.5.2. Broeikasgasbalans

De broeikasgasbalans voor de productie van biogas en compost met het ECP systeem is weergegeven in Figuur 63. De impact van de productie van houtchips is hierbij niet in rekening gebracht daar een gelijkaardige hoeveelheid in de huidige referentiesituatie wordt geproduceerd. De balans geeft een emissie van ongeveer 227 ton CO<sub>2eq.</sub> per jaar of 16,7 g CO<sub>2eq.</sub> per MJ warmte geproduceerd. Lekverliezen bij het vergisten en composteren zijn de belangrijkste emissiebronnen, en vertegenwoordigen meer dan de helft van de totale broeikasgasemissies.

Het ECP systeem realiseert een besparing van ca. 1.800 ton CO<sub>2eq.</sub> of 89% t.o.v. de huidige referentiesituatie. Het grootste reductiepotentieel van het ECP zit in de productie van biogas, welke op die manier voorziet in de energiebehoefte van het systeem en bijkomend nuttig toepasbare restwarmte produceert.

## Global warming - greenhouse gas balance



Renewable Energy Directive requirements on GHG savings: The greenhouse gas emission savings from the use of bio-energy should be at least 35%. From 1 January 2017 onwards savings must be at least 50%. From 1 January 2018 onwards savings must be at least 60% for installations in which production started on or after 1 January 2017.

Figuur 63. Broeikasgasbalans voor het vergisten en nacomposten van GFT, maaisel en groenafval, en de biogas-WKK in totale jaarlijkse CO<sub>2eq</sub> emissies en per g CO<sub>2eq</sub> per MJ warmte.

## 12.6. Conclusie

De conclusies worden puntsgewijs opgelijst, waarna een korte algemene bespreking volgt omtrent de meerwaarde van biogas versus compost.

### Energie

- De netto energieopbrengst is hoog, jaarlijks
  - wordt ca. 4.850 MWh fossiele warmte en 4.177 MWh fossiele elektriciteit vervangen;
  - komt 78% van de geproduceerde warmte vrij als nuttig inzetbare restwarmte, waarmee ca. 237 gezinnen voor 1 jaar van warmte kunnen worden voorzien.
- Essentieel is de inzet van de biogasmotor voor invulling van de energievraag van de ECP, en bijkomende productie van restwarmte.

### Broeikasgasemissies

- Lekverliezen bij het vergisten en composteren zijn de belangrijkste emissiebronnen, en vertegenwoordigen meer dan de helft van de totale broeikasgasemissies.
- De besparing op fossiele brandstoffen door het inzetten van de energieproducten uit de biogas-WKK heeft het grootste emissiereductiepotentieel.
- Het ECP heeft een hoog emissiereductiepotentieel t.o.v. de huidige referentiesituatie, m.n. 89%.

De belangrijkste meerwaarde van het vergisten van GFT en maaisel tot biogas t.o.v. het composteren van GFT, maaisel en groenafval is de besparing van het gebruik van fossiele brandstoffen door de energieproductie uit biogas. Met het ECP systeem wordt ongeveer 1.800 ton CO<sub>2eq.</sub> per jaar bespaard t.o.v. de huidige referentiesituatie.

In beide situaties wordt ongeveer eenzelfde hoeveelheid compost (ca. 10% reductie t.o.v. referentie) gevormd, wat dus leidt tot gelijkaardige opslag van stabiele koolstof in de bodem en vervanging van compost, veen of kunstmeststof.

De productie van biogas verhoogt tevens de waarde van huishoudelijke en agrarische biomassa-residuen.

## HOOFDSTUK 13. BESLUIT

Voor de korte inhoud van het rapport wordt verwezen naar de samenvatting. Doordat de hoofdstukken zijn opgesteld rondom complexe modellen en een veelheid aan randvoorwaarden, is het moeilijk om een eenduidig besluit te formuleren voor alle scenario's. Om deze reden werd gekozen voor een SWOT-analyse (Tabel 20) met de sterktes, zwaktes, opportuniteiten en bedreigingen binnen de case Belgisch-Limburg. Deze analyse omvat de belangrijkste leerpunten en conclusies.

Tabel 20. SWOT analyse

<p><b><u>Sterktes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Er is voldoende ruimte beschikbaar op Kristalpark III.</li> <li>➤ Politiek draagvlak voor hernieuwbare energie en biomassa in het bijzonder. (Stad Lommel/Limburg CO<sub>2</sub>-neutraal)</li> <li>➤ Industriële ontwikkeling wordt verwacht in de toekomst.</li> <li>➤ Fysisch voldoende potentieel aan lokale reststromen.</li> <li>➤ Bedrijfs-case met positieve NAW.</li> </ul>	<p><b><u>Zwaktes</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aanwezigheid van gasnet waardoor minder nood aan warmtenetwerk.</li> <li>➤ Afwezigheid van warmtenetwerk.</li> <li>➤ Afwezigheid van (industriële) ankerpunt.</li> <li>➤ Onduidelijkheid over het type van industriële ontwikkeling.</li> <li>➤ Potentiële uitsluiting anaerobe verwerkingstechnologieën (vergisting).</li> <li>➤ Lange termijn beschikbaarheid/contracteerbaarheid van biomassa inputstromen.</li> </ul>
<p><b><u>Opportunititeiten</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clusteren van betalende (gate-fee) intergemeentelijke activiteiten (compostering) met andere publieke/private activiteiten waardoor kosten kunnen worden gereduceerd.</li> <li>➤ Lange termijn infrastructuur verbeteringswerken (spoorweg, sluizen,...) maakt het terrein aantrekkelijker in de toekomst.</li> <li>➤ Integratiemogelijkheden met bestaande industrie (bv. restwarmte Nyrstar).</li> </ul>	<p><b><u>Bedreigingen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Economisch klimaat.</li> <li>➤ (Deels) parallelle (confidentiële) initiatieven.</li> <li>➤ Veranderend beleid en ondersteuningssystemen.</li> <li>➤ Ontbreken van ondersteuning voor groene warmte en groen gas.</li> <li>➤ Terreinen worden vaak geselecteerd in een internationale context, te veel randvoorwaarden kunnen ertoe leiden dat een site minder aantrekkelijk is.</li> <li>➤ De be- en verwerking van reststromen ligt verankerd in bestaande structuren (bv. GFT- en groenafval).</li> <li>➤ De structuur om reststromen te verzamelen ontbreekt (bv. tak- en kroonhout, maïsstro, maaisel).</li> </ul>

## REFERENTIELIJST

Accon in opdracht van Senternovem (2009). Haalbaarheidsstudie naar mogelijkheden groen gas op het nieuw gemengd bedrijf Horst aan de Maas.

Agentschap ondernemen (2009). Handleiding CO2 neutraliteit. Beschikbaar via [http://www.agentschapondernemen.be/sites/default/files/documenten/handleiding\\_co2-neutraliteit.pdf](http://www.agentschapondernemen.be/sites/default/files/documenten/handleiding_co2-neutraliteit.pdf).

Bea Faes (2011). Het gebruik van pyrolyse-olie in warmtekrachtkoppeling, een haalbare kaart in de Kempen? Drie gevalstudies: zwembad, ziekenhuis en woon- en zorgcentrum. Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste economische wetenschappen: handelsingenieur, afstudeerrichting technologie-, innovatie en milieumanagement.

Belgische overheid (Brussel). Arbeidskost voor industrie (NACE B-F) per uur, Beschikbaar via [http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/arbeid\\_leven/lonen/activiteit/index.jsp](http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/arbeid_leven/lonen/activiteit/index.jsp); 2008.

Belgische Overheid. Beschikbaar via <http://www.seveso.be/nl>

Biomass Energy Europe BEE (2008). Beschikbaar via <http://www.eu-bee.com/>

Bridgwater AV, Toft AJ, Brammer JG. A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion. *Ren Sust Energ Rev* 2002;**6**:181-48.

Brochure Energiebewust Boeren en Groene Grondstoffen. Warmte uit miscanthus. Beschikbaar via [www.enerpedia.be](http://www.enerpedia.be).

BTG (2003). Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor de inzet van bermgras in Overijssel voor duurzame energie-opwekking (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via <http://www.overijssel.nl/thema's/milieu/milieu-beleid/>.

Caputo AC, Palumbo M, Pelagagge PM, Scacchia F. Economics of biomass energy utilization in combustion and gasification plants: effects of logistics variables. *Biomass Bioenerg* 2005;**28**(1):35-51.

Chau J, Sowlati T, Sokhansanj S, Preto F, Melin S, Bi X. Techno-economic analysis of wood boiler for the greenhouse industry. *Appl Energy* 2009;**86**:364-71.

Christian D.G., *et al.*. Management guide for planting and production of switchgrass as a biomass crop in Europe. Final Report FAIR 5-CT97-3701.

Dagnelie p., Palm R., Rondeux J., Thill A. (1985). Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux.

DC (29 juni 2012). Emgo Lommel wil deuren sluiten, 135 banen op de tocht. Opgevraagd op 21/02/2013 via <http://www.hbvl.be/limburg/lommel/135-banen-op-de-tocht-bij-emgo-in-lommel.aspx>

De Noordzuid (29 november 2011). Raad van State schorst omleidingsweg. Beschikbaar via <http://www.denoordzuid.be/>.

Delivand MK, Barz M, Gheewala SH, Sajjakulnukit B. Economic feasibility assessment of rice straw utilization for electricity generating through combustion in Thailand. Appl Energy 2011;**88**(11):3651-658.

Derden et al. (versie januari 2012). Best Beschikbare Technieken (BBT) voor (mest)covergistinginstallaties.

Ducatt is een afsplitsing van Emgo gespecialiseerd in de productie van hoogwaardig glas voor zonnepanelen.

Dynamotive. Commercial case. Beschikbaar via [http://www.dynamotive.com/assets/resources/2012/08/Dynamotive\\_Commercial\\_Case.pdf](http://www.dynamotive.com/assets/resources/2012/08/Dynamotive_Commercial_Case.pdf).

Economie – Statistics Belgium (2012). Landbouwenquête mei 2010. Beschikbaar via <http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/economie/landbouw/bedrijven/>.

ECP (2013). Organisatie en financiering. Beschikbaar via <http://www.ecp-biomass.eu/node/29>.

ECP (2013). Overzicht mogelijke processen. Beschikbaar via <http://www.ecp-biomass.eu/node/25>.

ED (16 mei 2009). IJzeren Rijn moet vijf jaar uitgesteld. Beschikbaar via <http://www.hbvl.be/nieuws/binnenland/aid832125/ijzeren-rijn-moet-vijf-jaar-uitgesteld.aspx>.

Energiebewust Boeren – Enerpedia. Energiegewassen voor vergisting.

Esso. Prijs rode diesel, Beschikbaar via <http://www.truckstopbelgie.be>;2012.

EuropaNU (28 december 2012). Europees Parlement steunt 'zachte landing' voor zuivelsector. Opgevraagd op 27 maart 2013 via [http://www.europa-nu.nl/id/vht7nbdii8qv/europees\\_parlement\\_steunt\\_zachte\\_landing](http://www.europa-nu.nl/id/vht7nbdii8qv/europees_parlement_steunt_zachte_landing).

Europese Maatschappij voor Fabricage en Verkoop van Gloeilampen Onderdelen

Fluxys. De drukreducerstations in het Belgische net. Beschikbaar via <http://www.fluxys.com/belgium/nl-BE/About%20Fluxys/Infrastructure/PressureReducingStations/PressureReducingStations>.

Gillabel, J. et al. (2012). SCARABEE Onderzoek naar de Ecologische, Maatschappelijke en Economische Haalbaarheid van Bio-energieregio's in Vlaanderen – Eindrapport.

Groten J. Biomaïssa - Inventarisatieonderzoek: Maïsstro voor productie bio-energie. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. WUR 2003;PPO510065/NOVEM2020-01-12-24-003.

Guisson R., *et al.* A bio-energy conversion park in the province of Limburg (Belgium) - an economic viability check of a biomass utilization concept for bio-energy. In: 20th European Biomass Conference & Exhibition, Milano, Italy, 18-22 June 2012.

Heres, H-J (2007). Onderzoek bepalen kentallen methaan en lachgas composteerbedrijven. [http://www.gft-afval.nl/download/publicaties/tauw\\_onderzoek\\_kentallen\\_methaan\\_lachgas.pdf](http://www.gft-afval.nl/download/publicaties/tauw_onderzoek_kentallen_methaan_lachgas.pdf).

Hoogsteen et al. (2003). Haalbaarheid warmtenet regio Twente.

[http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/1051/Bos\\_bosbouw\\_Vlaanderen\\_2002.pdf](http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/1051/Bos_bosbouw_Vlaanderen_2002.pdf)

<http://www.graskracht.be/>

<http://www.mipvlaanderen.be/nl/webpage/103/eosan.aspx>

Institut français du pétrole - énergies nouvelles. Beschikbaar via <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/>.

J.T.W. (Jan) Vroonhof, H.J. (Harry) Croezen, Afvalverwerking en CO2 : Quickscan van de broeikasgasemissies van de afvalverwerkingssector in Nederland, Delft, 2006.

JVT (21 november 2012). Werknemers Emgo keuren sociaal plan tot sluiting goed. Opgevraagd op 21/02/2013 via [http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20121121\\_00376339](http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20121121_00376339)

Kor Zwart, Diti Oudendag, Phillip Ehlert en Peter Kuikman, Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest, Alterra rapport 1427, Alterra Wageningen, 2006.

Kuppens T (2012). Techno-economic assessment of fast pyrolysis for the valorisation of short rotation coppice cultivated for phytoextraction. ISBN: 9789089130228.

KVH (18 juni 2012). Blauwe kei krijgt nieuw sluizencomplex. Beschikbaar via [http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20120617\\_00187955](http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=DMF20120617_00187955).

Lamas, W.Q., Palau, J.C.F., Camargo, J.R. Waste materials co-processing in cement industry: ecological efficiency of waste reuse. *Ren Sust Energy Rev* 2013;19:200-07.

LandbouwMechanisatie (februari 2010). Opgevraagd op 04/03/2013, Beschikbaar via [http://www.agripress.be/\\_STUDIOEMMA\\_UPLOADS/downloads/spil.pdf](http://www.agripress.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/spil.pdf).

Lensink S, Wassenaar JA, Mozaffarian M, Luxembourg SL, Faasen CJ. Basisbedragen in de SDE+ 2012. ECN-E--11-054; Kema: Nederland;2011:53.

LfL agrarökonomie (2004). Biogasausbeuten verschiedener substrate. Beschikbaar via [http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/?sel\\_list=51%2CI&strsearch=&pos=left](http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/?sel_list=51%2CI&strsearch=&pos=left).

Limburg.net (2012). Jaarverslag 2011 – Inzameling (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via <http://www.jaarverslaglimburg.net/44226/2011/wat-doet-limburg-net/inzameling.html>.

Lorie JH, Savage LJ (1955). Three problems in rationing capital. J Bus; 28:229-39.

Masterproef Christis Maarten (2012). Een verkennend onderzoek naar de economische waarde van pyrolyseolie uit korteomloophout.

Mercken (2004). De investeringsbeslissing – Een beleidsgerichte analyse. Antwerpen-Apeldoorn; Garant.

Ministerieel besluit houdende de uitwerking van de CO<sub>2</sub>-neutraliteit op de bedrijventerreinen (1 oktober 2007).

Moonen P., Kint V., Deckmyn G., Muys B. (2011). Wetenschappelijke onderbouwing van een lange termijnplan houtproductie voor Bosland. Eindrapport, K.U.Leuven, 79p.

Moorkens I, Briffaerts K. Onrendabele toppen groene warmte. Belgium:VITO;2009:79.

Muyllé H. Miscanthus: teelt en opbrengst. Opgevraagd op 22/02/2013 via [http://www.agripres.be/\\_STUDIOEMMA\\_UPLOADS/downloads/3\\_0\\_1.pdf](http://www.agripres.be/_STUDIOEMMA_UPLOADS/downloads/3_0_1.pdf).

Offertes van 3 bedrijven (meer informatie in het economisch eindrapport van de case Beerse/Merksplas)

Omzendbrief RO/2006/01. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van installaties voor mestbehandeling en vergisting.

OVAM (2009). Economische marktanalyse voor een duurzame verwerking van (deelstromen) van groen- en gft-afval (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via <http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2192>.

OVAM (2010). Inventarisatie Biomassa 2007-2008 (deel 2009) met potentieel 2020.

Persoonlijke communicatie ANB en coördinator van de bosgroep Limburgse Duinen.

Persoonlijke communicatie A. Stroobandt, Cogen Vlaanderen (WKK platform), 2007.

Persoonlijke communicatie B. Dierick, OWS (18 december 2012)

Persoonlijke communicatie intercommunale afvalverwerkers. België;2012.

Persoonlijke communicatie JD. Geschiere (2011). Breda stadsverwarming.

Persoonlijke communicatie Pauwels B. (23 augustus 2012).

Persoonlijke communicatie Sara Van Elsacker (VCM) (20/03/2013).

Persoonlijke communicatie Stad Lommel (25/02/2013).



Persoonlijke communicatie Vleeschouwers B. (Boerenbond)

Presentatie De Dobbelaere A. (18/03/2013). Nevenstromen uit landbouw voor bio-energie. Project ARBOR.

Ralph Gregoor (12 maart 2011). Milieuorganisaties zien tunnel als alternatief. Beschikbaar via <http://www.nieuwsblad.be/article/detail.aspx?articleid=CF37F1H2>.

Rentizelas AA, Tolis AJ, Tasiopoulos IP (2009). Logistics issues of biomass: the storage problem and the Multi-biomass supply chain. *Ren Sust Energy Rev* 2009;**(13)**:887-94.

Rentizelas *et al.* (2009). Logistics issues of biomass: The storage problem and the multi-biomass supply chain. *Renewable and Sustainable energy Reviews* 13;pp 887-894.

Roeterdink et al (2010). Groen tanken. Inpassing van alternatieve brandstoffen in tank- en distributieinfrastructuur.

Rogers JG and Brammer JG. Estimation of the production cost of fast pyrolysis bio-oil. *Biomass Bioenerg* 2012;**36**:208-17.

Scarabe (2011). Het bepalen van de beschikbare hoeveelheid huishoudelijk organisch afval.

Schreurs E et al., GIS-based assessment of the biomass potential from phytoremediation of contaminated agricultural land in the Campine region in Belgium, *Biomass and Bioenergy* (2011).

Second opinion door L. Meirsonne (INBO), INTERREG-project BENEKEMPEN.

Seppälä M, Pyykkönen V, Laine A, Rintala J. Methane production from maize in Finland – Screening for different maize varieties and plant parts. *Biomass Bioenerg* 2012;**46**(0):282-90.

Shinners KJ, Binversie BN, Muck RE, Weimer PJ. Comparison of wet and dry corn stover harvest and storage. *Biomass Bioenergy* 2007;**31**(4):211-22.

Smyth et al. (2010). Can grass biomethane be an economically viable biofuel for the farmer and the consumer?

Stroobandt A. (2007). WKK in zorginstellingen. Beschikbaar via [http://www.cogenvlaanderen.be/beheer/uploads/20071218\\_wkk\\_in\\_verzorgingssector.pdf](http://www.cogenvlaanderen.be/beheer/uploads/20071218_wkk_in_verzorgingssector.pdf).

Thewys T, Kuppens T. Economics of willow pyrolysis after phytoextraction. *International Journal of Phytoremediation* 2008;**10**(6):561-83.

Thomas Voets (16/01/2013). Exclusief - Stadiondossier Lommel United: 'Zijn er volop mee bezig'. Opgevraagd op 19/02/2013 via <http://www.nr10.be/tweedeklasse/nieuws/item/exclusief-stadiondossier-lommel-united>.

Tolkamp *et al.* (2006). Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen.

ToMas (4 april 2013). Noord-Zuid wordt eerste SALK-test voor Vlaamse regering. Beschikbaar via <http://www.hbvl.be/limburg/burgemeesters-noord-zuid-wordt-eerste-salk-test-voor-vlaamse-regering.aspx>.

Ulrich G.D. (1984). A guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. ISBN 0-471-08276-7.

Vakblad natuur bos landschap (februari 2011). Biomassa uit bos botst met streven naar dood hout.

Van Dael M, Van Passel S, Pelkmans L, Guisson R, Swinnen G, Schreurs E. Determining Potential Locations for Biomass Valorization using a Macro Screening Approach. Biomass Bioenergy 2012;45:pp.175-186.

Van Dael M., Van Passel S., Pelkmans L., Guisson R., Reumermann P, Marquez-Luzardo N., Witters N., Broeze J. (2013). A techno-economic evaluation of a biomass energy conversion park. Applied Energy, 104, 611-622. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261912008768>.

Van Dael M., Witters N., Guisson R., & Van Passel S. (2012) *Long-term phytoremediation using fodder maize: an integrated approach leads to economic synergies*. In: 9th International Phytotechnology Society (IPS) conference, Hasselt, Belgium, 11-14 September 2012.

van der Werf MFB. Formula structure and dataset for the anaerobic digestion profit calculator, Beschikbaar via < <http://www.bioenergyfarm.eu/en/the-portal/downloads>>;2011.

van der Werf MFB. Formula structure and dataset for the anaerobic digestion profit calculator, Beschikbaar via < <http://www.bioenergyfarm.eu/en/the-portal/downloads>>;2011.

Van Slycken S, Witters N, Meers E, Peene A, Michels E, Adriaensen K, Ruttens A, Vangronsveld J, Du Laing, G, Thewys T, Tack F.M.G. (xxx). Safe use of metal contaminated agricultural land by cultivation of energy maize (Zea Mays). Environ. Pollut. Accepted.

van Tilburg X, Lensink SM, Londo HM, Cleijne JW, Pfeiffer EA, Mozaffarian M, Wakker A, Burgers J. *Technisch-economische parameters van duurzame energieopties in 2009-2010*. ECN-E-08-090; KEMA: Nederland;2008:52.

Vandeweyer H, Baert R, Ryckebosch E, Leenknecht J, Drouillon M, Vervaeren H. Biomethaan: opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit. ISBN/EAN:9789081355209;2008:176.

VCM vzw & Biogas-E vzw (2007). Communiceren rond mestverwerking & vergisting.

VCM. Mestverwerking op het landbouwbedrijf: mogelijkheden en kostprijs, Beschikbaar via <[http://www.vcm-mestverwerking.be/publication/index\\_nl.phtml](http://www.vcm-mestverwerking.be/publication/index_nl.phtml)>;2004.

VEA (2012). Ontwerprapport 2012 – OT/Bf berekeningen voor stakeholderoverleg.

Verbeke, Willy (2012). Twee oogstcases van houtige biomassa in Zoniën : eerste dunning in loofhout en spoorwegbermbeheer/bosrandbeheer. KOBÉ-rapport van het Agentschap voor Natuur en Bos en Inverde.

Vlaamse Overheid. De intercommunales of verenigingen van gemeenten. Opgevraagd via <http://www.vlaanderen.be/nl/overheid/werking-vlaamse-overheid/lokale-en-provinciale-werking/de-intercommunales-verenigingen-van-gemeenten>.

Vlaamse Overheid. Gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan – Noord-Zuid verbinding N74. Beschikbaar via [http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/grup/00300/00322\\_00001/data/212\\_00322\\_00001\\_d\\_3tnt.pdf](http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/grup/00300/00322_00001/data/212_00322_00001_d_3tnt.pdf).

VMM (2011). Milieurapport Vlaanderen MIRA: Achtergronddocument Thema Beheer afvalstoffen (online). Opgevraagd op 15 mei, 2012 via [http://www.milieurapport.be/Upload/main/0\\_achtergronddocumenten/2011/AG2011\\_Afval\\_TW.pdf](http://www.milieurapport.be/Upload/main/0_achtergronddocumenten/2011/AG2011_Afval_TW.pdf).

Voets T, Kuppens T, Cornelissen T, Thewys T. Economics of electricity and heat production by gasification or flash pyrolysis of short rotation coppice in Flanders (Belgium). Biomass Bioenerg 2011;**35**(5):1912-924.

Vreg. Info over het gemiddelde elektriciteits- en aardgasverbruik. Beschikbaar via <http://www.vreg.be/info-over-het-gemiddelde-elektriciteits-en-aardgasverbruik>.

WEll-to-tank (2008). Description and detailed energy and GHG balance of individual pathways. <http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTT%20App%202%20v30%20181108.pdf>.

Williams (1947). 'Six-tenths Factor Aids in Approximating Costs'. The Chemical Engineering magazine.

Witters (2011). Phytoremediation: an alternative remediation technology and a sustainable marginal land management option. ISBN 9789089130181.

Yan J, Lin T. Biofuels in Asia. Applied Energy 2009;86:S1-S10.

Yoder J, Galinato S, Granatstein D, Garcia-Pérez M. Economic tradeoff between biochar and bio-oil production via pyrolysis. Biomass Bioenerg 2011;**35**:1851-862.

## Bijlage A: Enquête

Geachte,

Onder impuls van de uitdagende klimaatdoelstellingen heeft de Universiteit Hasselt en VITO, samen met drie andere partners uit Nederland, begin 2010 het project 'EnergieConversiePark' (ECP) opgezet.

De doelstelling van het project is concepten uitwerken voor een optimale benutting van lokaal beschikbare biomassa, zowel naar materialen als naar energie. Die concepten worden binnen het project technologisch en economisch geëvalueerd en moeten uitmonden in een businessplan voor vijf dergelijke ECP's: twee in Vlaanderen en drie in Nederland.

Een optimaal concept voor een ECP vertrekt van regionaal beschikbare biomassastromen. Voor het EnergieConversiePark in Belgisch-Limburg (Lommel) willen wij deze stromen graag in kaart brengen. In die optiek wensen wij u dan ook te bevragen over de biomassastromen, waar u als organisatie mee te maken heeft. Dat zal ons toelaten te onderzoeken of en hoe we aan uw biomassastro(o)m(en) een meerwaarde kunnen geven.

Binnen het Belgisch-Limburgs EnergieConversiePark werken wij ook samen met de stad Lommel. Wij zouden met deze bevraging ook graag inzicht verwerven in hoe verschillende stakeholders zichzelf en de Lommelse bedrijventerreinen zien in de toekomst en dit in relatie tot duurzame bedrijventerreinen.

We wensen te beklemtonen dat de gegevens die u ons verstrekt, strikt vertrouwelijk behandeld zullen worden. Eventuele rapporteringen zullen alleen geaggregeerde, niet aan individuele bedrijven toewijsbare gegevens bevatten.

Alvast hartelijk bedankt voor de samenwerking!

Met vriendelijke groeten,



Algemeen beleid	
<p>Wat is uw oordeel over het huidige terrein als vestigingslocatie voor uw bedrijf?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereikbaarheid/toegankelijkheid</li> <li>• Voorzieningen/infrastructuur</li> <li>• Beleid</li> <li>• ...</li> </ul> <p>(1 = erg slecht, 10 = erg goed)</p>	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10
<p>Wat zijn volgens u de belangrijkste zaken die nog verbeterd kunnen worden op het terrein?</p>	
<p>Waar vindt u dat het bedrijventerrein over 2 jaar en later om bekend moet staan?</p>	
<p>Vindt u het belangrijk dat de onderlinge contacten tussen de bedrijven op de Lommelse bedrijventerreinen worden bevorderd?</p> <p>Aan welke activiteiten zou u eventueel willen deelnemen?</p>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
<p>Vindt reeds samenwerking of overleg plaats met andere bedrijven? Zo ja, op welke wijze?</p> <p>Zo nee, is er bereidheid tot samenwerken met andere bedrijven?</p>	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
<p>Welk zijn de voorwaarden waarop uw bedrijf zou willen samenwerken met andere bedrijven?</p>	
<p>Is er bereidheid tot investeringen in verduurzaming van het</p>	<input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja

terrein en samenwerkingsinitiatieven?	<input type="checkbox"/> Financieel <input type="checkbox"/> Tijd <input type="checkbox"/> Anders,...
Wat is uw top 3 van duurzaamheidsambities?	
Welke belemmeringen ziet u voor een snelle realisatie van deze ambities? Welke kansen?	
Eventuele opmerkingen:	

Algemeen Afval

<p>Houtafval</p> <p><input type="checkbox"/> A</p> <p><input type="checkbox"/> B</p> <p><input type="checkbox"/> C</p>	<p><input type="checkbox"/> n.v.t.</p> <p><input type="checkbox"/> gescheiden</p> <p><input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk</p> <p><input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk</p>	<p>Hoeveelheid:.....ton/jaar</p> <p>DS%:.....%</p> <p>Verontreiniging:.....</p> <p>Huidige verwerking:.....</p> <p>Verwerkingskost:.....€/ton</p> <p>Ophaalkost:.....€/ton</p> <p>Inzamelmiddel:.....</p> <p>Dienstverlener:.....</p> <p>Resterende duur contract:.....</p> <p>Beschikbaarheid:</p> <p><input type="checkbox"/> Januari</p> <p><input type="checkbox"/> Februari</p> <p><input type="checkbox"/> Maart</p> <p><input type="checkbox"/> April</p> <p><input type="checkbox"/> Mei</p> <p><input type="checkbox"/> Juni</p> <p><input type="checkbox"/> Juli</p> <p><input type="checkbox"/> Augustus</p> <p><input type="checkbox"/> September</p> <p><input type="checkbox"/> Oktober</p> <p><input type="checkbox"/> November</p> <p><input type="checkbox"/> December</p>
<p>Vers Hout</p>	<p><input type="checkbox"/> n.v.t.</p> <p><input type="checkbox"/> gescheiden</p> <p><input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk</p> <p><input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk</p>	<p>Hoeveelheid:.....ton/jaar</p> <p>DS%:.....%</p> <p>Verontreiniging:.....</p> <p>Huidige verwerking:.....</p> <p>Verwerkingskost:..... €/ton</p> <p>Ophaalkost:.....€/ton</p> <p>Inzamelmiddel:.....</p> <p>Dienstverlener:.....</p> <p>Resterende duur contract:.....</p> <p>Beschikbaarheid:</p> <p><input type="checkbox"/> Januari</p> <p><input type="checkbox"/> Februari</p> <p><input type="checkbox"/> Maart</p> <p><input type="checkbox"/> April</p> <p><input type="checkbox"/> Mei</p> <p><input type="checkbox"/> Juni</p> <p><input type="checkbox"/> Juli</p> <p><input type="checkbox"/> Augustus</p>

		<input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Boomstronk	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
GFT en groenafval	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei



		<input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Maaisel	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Slib	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari

		<input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Mest	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Reststromen voedings- industrie	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:.....

		Beschikbaarheid: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Januari</li> <li><input type="checkbox"/> Februari</li> <li><input type="checkbox"/> Maart</li> <li><input type="checkbox"/> April</li> <li><input type="checkbox"/> Mei</li> <li><input type="checkbox"/> Juni</li> <li><input type="checkbox"/> Juli</li> <li><input type="checkbox"/> Augustus</li> <li><input type="checkbox"/> September</li> <li><input type="checkbox"/> Oktober</li> <li><input type="checkbox"/> November</li> <li><input type="checkbox"/> December</li> </ul>
Natte gewasresten	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Januari</li> <li><input type="checkbox"/> Februari</li> <li><input type="checkbox"/> Maart</li> <li><input type="checkbox"/> April</li> <li><input type="checkbox"/> Mei</li> <li><input type="checkbox"/> Juni</li> <li><input type="checkbox"/> Juli</li> <li><input type="checkbox"/> Augustus</li> <li><input type="checkbox"/> September</li> <li><input type="checkbox"/> Oktober</li> <li><input type="checkbox"/> November</li> <li><input type="checkbox"/> December</li> </ul>
Stro en droge bijgewassen	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton

		Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Ander...	<input type="checkbox"/> n.v.t. <input type="checkbox"/> gescheiden <input type="checkbox"/> niet gescheiden, wel mogelijk <input type="checkbox"/> niet gescheiden, niet mogelijk	Hoeveelheid:.....ton/jaar DS%:.....% Verontreiniging:..... Huidige verwerking:..... Verwerkingskost:.....€/ton Ophaalkost:.....€/ton Inzamelmiddel:..... Dienstverlener:..... Resterende duur contract:..... Beschikbaarheid: <input type="checkbox"/> Januari <input type="checkbox"/> Februari <input type="checkbox"/> Maart <input type="checkbox"/> April <input type="checkbox"/> Mei <input type="checkbox"/> Juni <input type="checkbox"/> Juli <input type="checkbox"/> Augustus <input type="checkbox"/> September <input type="checkbox"/> Oktober <input type="checkbox"/> November <input type="checkbox"/> December
Eventuele opmerkingen:		

Algemeen Energie	
Welk nutsbedrijf levert aan uw bedrijf energie?	
Neemt het bedrijf reeds groene stroom af?	<input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja.....%
Produceert u zelf duurzame energie?	<input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja.....kWh/jaar
Wat is uw elektriciteitsverbruik (in kWh/jaar)?	<input type="checkbox"/> .....kWh <input type="checkbox"/> < 20.000 kWh <input type="checkbox"/> 20.000-50.000 kWh <input type="checkbox"/> 50.000-200.000 kWh <input type="checkbox"/> >200.000 kWh
Waarvoor gebruikt uw bedrijf elektriciteit	<input type="checkbox"/> Machinepark/apparaten <input type="checkbox"/> Koeling (proces/opslag) <input type="checkbox"/> Klimaatbeheersing/airco <input type="checkbox"/> Kantoorapparatuur <input type="checkbox"/> Verlichting <input type="checkbox"/> Verwarming <input type="checkbox"/> Perslucht <input type="checkbox"/> Anders,.....
Hoeveel bedraagt uw piekbelasting (kW-max)?	
Wat is uw gasverbruik (in m <sup>3</sup> ) per jaar?	<input type="checkbox"/> .....m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> < 10.000 m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> 10.000-25.000 m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> 25.000-100.000 m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> >100.000 m <sup>3</sup>
Waarvoor gebruikt uw bedrijf aardgas?	<input type="checkbox"/> Procesverwarming <input type="checkbox"/> Ruimteverwarming <input type="checkbox"/> Tapwater <input type="checkbox"/> Stoom <input type="checkbox"/> Anders,.....
Wat is uw warmte-afgiftesysteem?	<input type="checkbox"/> Radiatoren <input type="checkbox"/> Directe gasgestookte warmeluchtblazers <input type="checkbox"/> Indirecte warmeluchtblazers <input type="checkbox"/> Stralingsverwarming <input type="checkbox"/> Vloerverwarming
Wat is het thermisch vermogen van uw ketels (MW)?	
Wat is het vermogen van uw airco/koeling (kW)?	

<p>Gebruikt u restwarmte van een ander bedrijf?</p> <p>Zo ja, hoeveel (W) en welke temperatuur?</p>	<p><input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja</p>
<p>Gebruikt u restkoude van een ander bedrijf?</p> <p>Zo ja, hoeveel (W) en welke temperatuur?</p>	<p><input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja</p>
<p>Levert u restwarmte aan een ander bedrijf?</p> <p>Zo ja, hoeveel (W) en welke temperatuur?</p>	<p><input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja</p>
<p>Levert u restkoude aan een ander bedrijf?</p> <p>Zo ja, hoeveel (W) en welke temperatuur?</p>	<p><input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja</p>
<p>Eventuele opmerkingen:</p>	
<p>Klankbordgroep</p>	
<p>Wenst u deel uit te maken van de klankbordgroep?</p>	<p><input type="checkbox"/> Nee <input type="checkbox"/> Ja</p>
<p>Eventuele opmerkingen:</p>	

# Energie Conversie Parken

financiers:



projectpartners:



subcontractors:

