



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Inhoud

Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk.....	1
Inleiding.....	2
Analyse koolstofvoetafdruk van het basissysteem.....	2
Doel & reikwijdte	2
Methodologie	3
Inventaris	4
Resultaten.....	4
Analyse koolstofvoetafdruk met uitgebreide systeemgrenzen.....	6
Doel & reikwijdte	6
Methodologie	7
Inventaris	7
Resultaten.....	9
Conclusies.....	11

Rapport geschreven door Karin Andersson Halldén en Martijn van Loon (AkzoNobel)



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Inleiding

Waste to Chemicals is gericht op de bouw van een installatie voor omzetting van afvalstromen in methanol. Jaarlijks kan tot 360.000 ton niet-recyclebaar afval worden omgezet in maximaal 220.000 ton methanol, een chemische bouwsteen die van groot belang is voor de (chemische) industrie in Rotterdam en West-Europa. De beweegredenen voor de ontwikkeling van een nieuwe toeleveringsketen en de invoering van chemische recycling zijn de verwachte voordelen voor het milieu.

In dit document analyseren we de broeikasgasreducties (gemeten in metrische ton kooldioxide-equivalenten, ton CO₂-eq.) als gevolg van de productie van methanol uit afval in plaats van via het meest gangbare gevestigde proces. Het gebruik van afval als grondstof houdt in dat dezelfde hoeveelheid afval wordt onttrokken aan de gevestigde verwerking (verbranding met energierugwinning) of verwijdering (storten). Dit betekent dat het productiesysteem voor het produceren van methanol uit afval gekoppeld is aan zowel het afvalbeheersysteem als het energieproductiesysteem van de maatschappij. Voor een beter inzicht in de gevolgen vanuit maatschappelijk oogpunt moeten we daarom onze analyse uitbreiden. De reductie als gevolg van de omzetting van afval in methanol wordt daarom ook vergeleken met zowel het meest gangbare gevestigde proces van afvalonttrekking, namelijk afvalverbranding met energierugwinning, als storten.

Analyse koolstofvoetafdruk van het basissysteem

Doel & reikwijdte

Het doel is om de bijdrage aan klimaatverandering (d.w.z. de koolstofvoetafdruk) te vergelijken van:

- methanol dat uit afval wordt geproduceerd;
- methanol dat uit aardgas wordt geproduceerd.

De vergelijking is gebaseerd op de productie van één metrische ton chemical-grade¹ methanol.

Methanol wordt commercieel vervaardigd door omzetting van synthesegas onder druk (syngas). Vanwege economische productieaspecten wordt syngas voornamelijk geproduceerd uit aardgas en dit vormt ongeveer 58% van de wereldproductie van methanol in 2013 (bron: IHS). De rest van het syngas, waaronder het grootste deel van de productie in China, wordt geproduceerd uit andere koolwaterstofbronnen zoals steenkool, nafta en aardolieresiduen. Tot op heden is de productie van syngas uit afval of biomassa nog marginaal. Aangezien aardgas de meest gangbare gevestigde grondstof is, op mondiale schaal en voor de producten die de haven van Rotterdam binnenkomen, is dit gekozen als het alternatief voor onze vergelijking. Opgemerkt wordt dat aardgas een lagere milieu-impact heeft dan de meeste fossiele alternatieven en daarom de hoogste staaf vormt voor vergelijkingsdoeleinden. De alternatieve productiesystemen voor methanol zijn weergegeven in figuur 1.

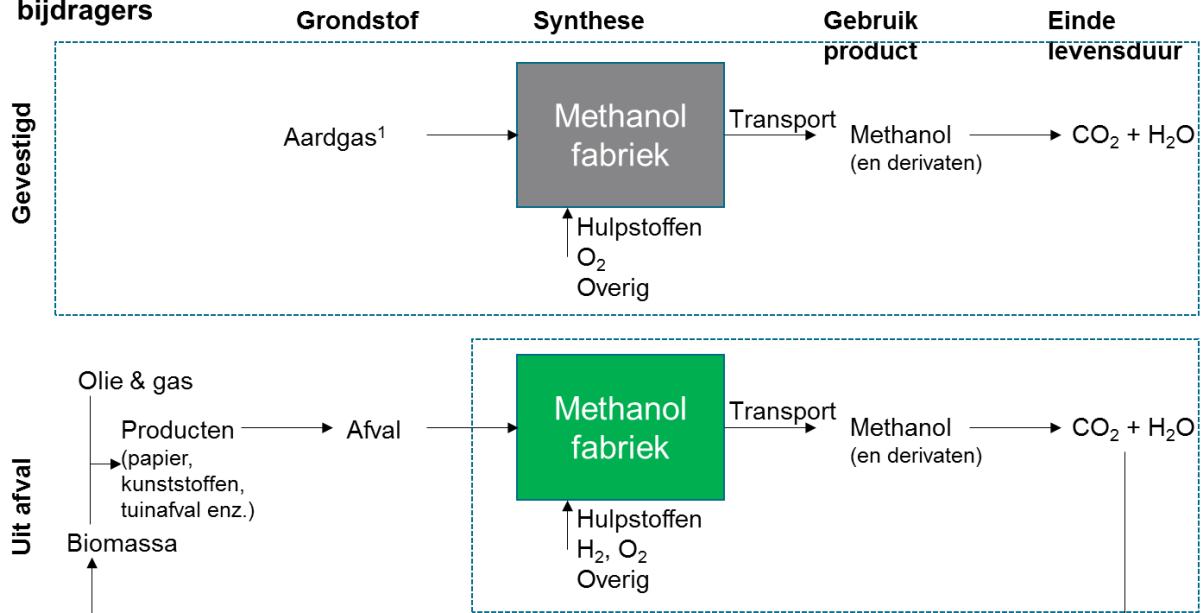
¹ Referentiespecificatie door International Methanol Producers and Consumers Association



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Systeemgrenzen

Toerekening koolstofvoetafdruk van methanol met belangrijkste bijdragers



1. Conventionele methanol wordt meestal verkregen uit aardgas, of van steenkool of zware grondstoffen (met een hogere voetafdruk)

Figuur 1: Alternatieve systemen voor de productie van methanol

Methodologie

Voor kwantificering van de koolstofvoetafdruk van methanol dat uit respectievelijk afval en aardgas wordt geproduceerd is attributieve LCA (ook boekhoudkundige LCA genaamd) gebruikt. De berekeningen zijn uitgevoerd met de LCA software GaBi 6 en met Excel. Op basis van de energie- en massabalansen werd de koolstofvoetafdruk voor elk van de relevante procesinput gekwantificeerd.

De analyse is gericht op de emissies van fossiele koolstof. De emissies van biogene koolstof hadden opgenomen en apart gerapporteerd kunnen worden. Het aan het einde van de levensduur uitgestoten biogene kooldioxide werd echter hogerop in de waardeketen vastgelegd, waardoor de netto bijdrage min of meer nul is.

Alle koolstofemissies zijn toegerekend aan de methanoloutput, aangezien dat de enige waardevolle materiaaloutput is.

De koolstofemissies vóór het verzamelpunt van afval zijn niet meegenomen (Polluter-Pay-Allocation-methode), in overeenstemming met het GHG Protocol (bedrijfsprotocol) en het internationale EPD-systeem (General Program Instructions versie 2.5) voor Environmental Product Declarations (milieuverklaringen voor producten).

De systeemgrenzen zijn wieg-tot-graf. De koolstof in de afvalstroom wordt hoofdzakelijk opgenomen in de methanol. Het aandeel van fossiele koolstof in de koolstofvoetafdruk van methanol aan het einde van de levensduur is gelijk aan het aandeel van fossiele koolstof in de afvalstroom. Als referentie: de biogene fractie van afval dat in afvalverbrandingsovens in Nederland wordt verwerkt, bedraagt ongeveer 55% (CBS), wat betekent dat het fossiele

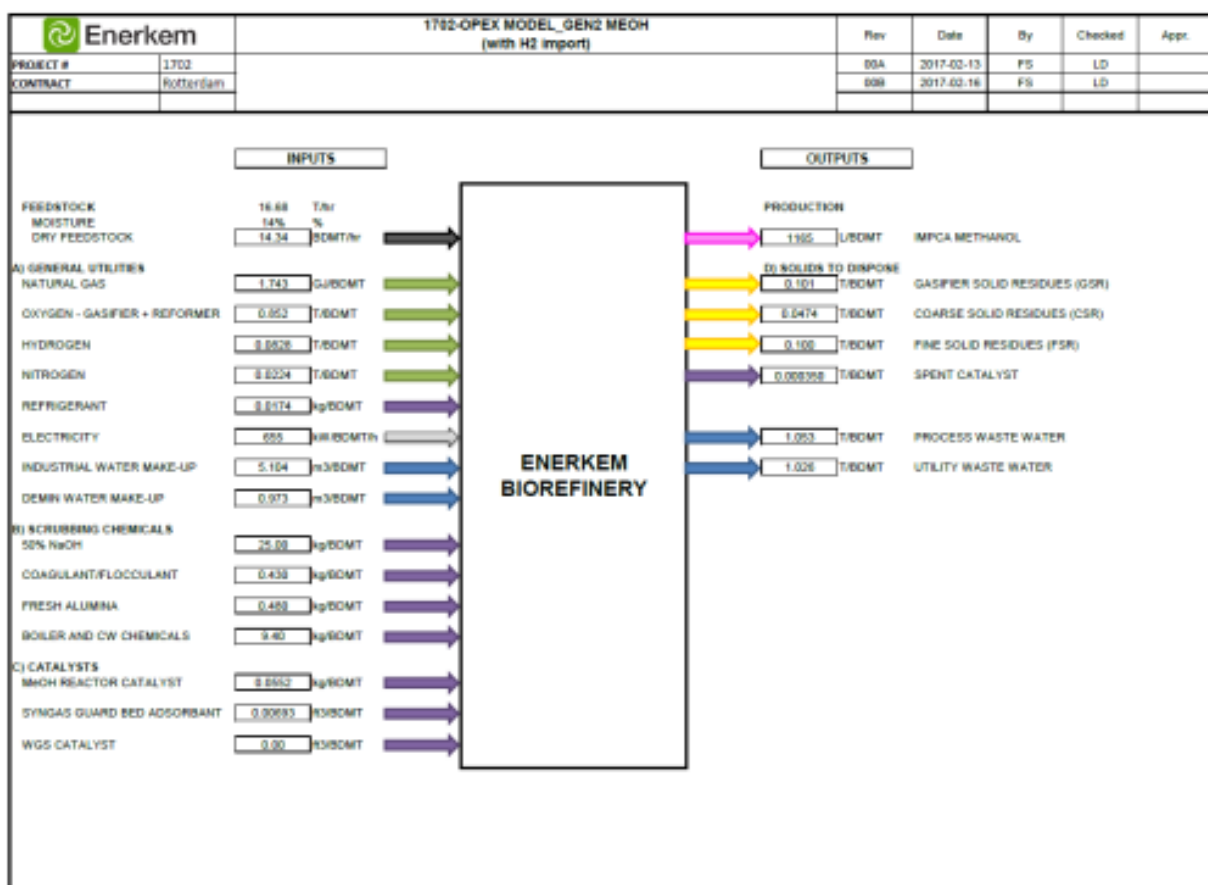


Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

aandeel de andere 45% is. In de uitgevoerde analyse en op basis van de beoogde afvalmix is aangenomen dat het aandeel van fossiele koolstof in de afvalstroom 50% bedraagt.

Inventaris

De inputs en outputs van de productie van methanol uit voorbehandeld afval worden weergegeven in figuur 2. De koolstofvoetafdrukken werden geanalyseerd voor een toelevering die als representatief werd beschouwd voor de beoogde productie-installatie in Rotterdam. Op basis van de huidige contractvoorwaarden van de leveringscontracten voor industriële gassen is aangenomen dat de geleverde waterstof voor 50% een bijproduct van de elektrolyse van alkalischloriden is (AkzoNobel), waarbij de resterende 50% hoofdzakelijk wordt geproduceerd uit aardgas (Air Liquide), en is aangenomen dat de geleverde zuurstof wordt geproduceerd in een luchtscheidingseenheid die gebruik maakt van hernieuwbare energie (Air Liquide).



Figuur 2: De inputs en outputs van methanol dat uit afval wordt geproduceerd

Resultaten

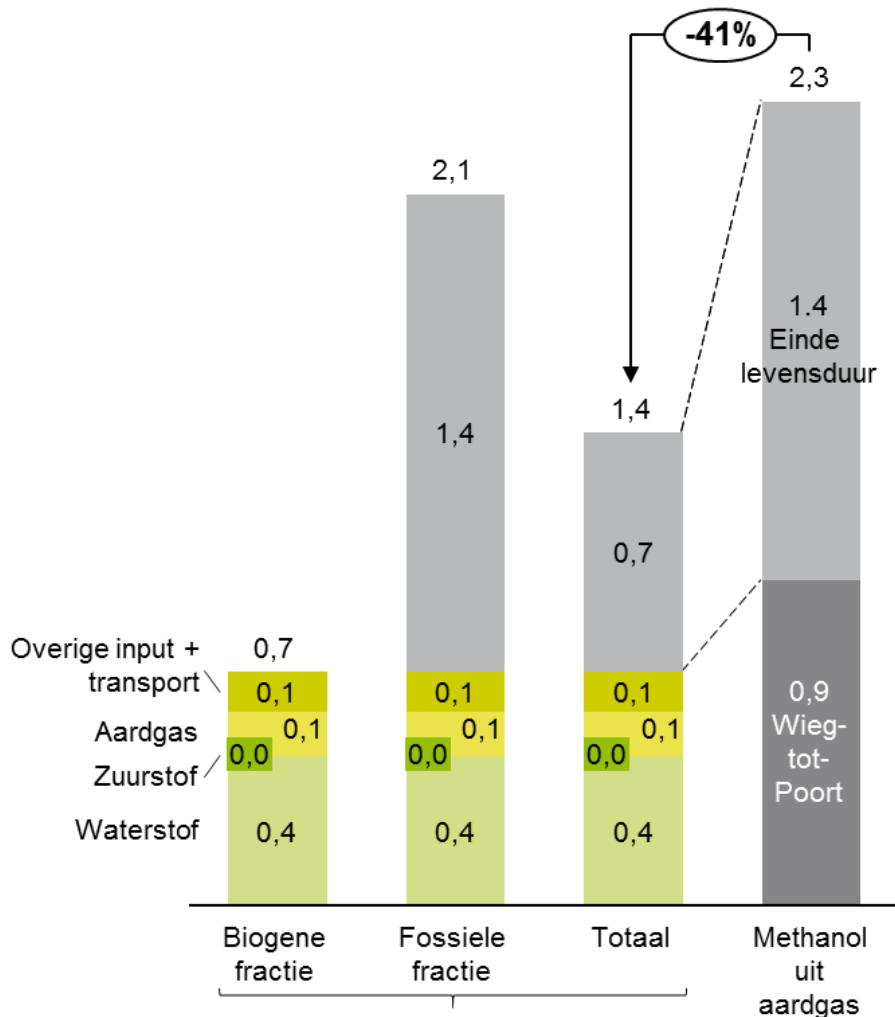
Er werden alternatieve datasets (van een openbare LCA-database en leveranciersspecifiek) voor methanol uit aardgas onderzocht. De wieg-tot-poort-koolstofvoetafdrukken daarvan (met inbegrip van aardgas als grondstof, elektriciteit, chemicaliën en transport) varieerden tussen 0,6 en 1,1 ton CO₂-eq./ton MeOH (IEA, IRENA, ECN). De wieg-tot-poort-koolstofvoetafdruk van 0,9 ton CO₂-eq./ton MeOH (bron PE, Plastics Europe) is een industriegemiddelde en bleek representatief te zijn in de uitgevoerde vergelijking. Om het zwartedoosmodel van de openbare dataset te kunnen opsplitsen, werd een



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

leverancierspecifieke dataset met de wieg-tot-poort-koolstofvoetafdruk van 0,9 ton CO₂-eq./ton MeOH gebruikt. De bijdrage aan het einde van de levensduur is 1,4 ton CO₂-eq./ton MeOH (ervan uitgaande dat alle methanol aan het einde van de levensduur is omgezet in CO₂) en de wieg-tot-graf-koolstofvoetafdruk is daarom 2,3 ton CO₂-eq./ton MeOH.

In figuur 3 worden de wieg-tot-graf-koolstofvoetafdrukken van methanol geproduceerd uit afval en uit aardgas weergegeven. Voor methanol uit afval worden de bijdragen van waterstof, zuurstof, aardgas, andere inputs plus transport en de bijdrage aan het einde van de levensduur weergegeven. Op basis van het biogene en fossiele gehalte van het afval kan de geproduceerde methanol worden opgesplitst in een biogene fractie en een fossiele fractie. De gevolgen voor de koolstofvoetafdrukken worden zichtbaar gemaakt door de verschillende staven in het diagram.



Figuur 3: Koolstofvoetafdrukken van methanol geproduceerd uit afval en uit aardgas. Uitgedrukt in ton CO₂-eq. / ton geproduceerd methanol.

De biogene fractie vermijdt 1,6 ton CO₂-eq/ton MeOH of 71% van de koolstofemissies ten opzichte van methanol uit aardgas. Evenzo vermijdt de fossiele fractie 0,27 ton CO₂-eq/ton MeOH of 11% van de koolstofemissies ten opzichte van het vergelijkingsmiddel. Het



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

gewogen gemiddelde betekent vermindering van 0,96 ton CO₂-eq per ton methanol of 41% van de koolstofemissies. Gebaseerd op 0,96 ton CO₂-eq./ton MeOH en een jaarlijkse productie van 213 kton methanol, geeft dit een reductie van 204 kton CO₂-eq. van methanol uit afval ten opzichte van methanolproductie uit aardgas.

Aangezien de fossiele fractie koolstofemissies aan het einde van de levensduur vermijdt van de partij hogerop die het afval naar recycling stuurt, wordt daarnaast nog eens 149 kton CO₂-eq (50% x 213 kton x 1,4 ton CO₂-eq/ton MeOH) vermeden hogerop in de waardeketen als verwijdering als alternatief wordt beschouwd. Zie het volgende hoofdstuk voor een uitgebreide analyse met een uitgebreid systeem.

Om te weten te komen of de vermeden koolstofemissies hogerop een echt voordeel zijn en of methanolproductie uit afval gunstig is vanuit een groter perspectief en voor de samenleving, is het noodzakelijk om het onderzochte systeem uit te breiden en alternatieve manieren op te nemen voor gebruik of verwijdering van het afval. Dit komt in het volgende hoofdstuk aan de orde.

Analyse koolstofvoetafdruk met uitgebreide systeemgrenzen

Doel & reikwijdte

Het standaardalternatief in Nederland voor omzetting van afval in methanol is verbranding met energierugwinning (Waste to Energy, WtE). WtE-installaties in Nederland werken meestal op volle capaciteit. Aangezien de toelevering van huishoudelijk afval onvoldoende is, wordt afval ingevoerd van landen met onvoldoende afvalverwerkingscapaciteit. Het komt erop neer dat extra hoeveelheden afval die in Nederland worden ingevoerd voor verbranding of chemische recycling de hoeveelheid afval verminderen die in andere Europese landen zoals het Verenigd Koninkrijk worden gestort. In dit hoofdstuk is een vergelijking gemaakt met zowel verbranding met energierugwinning als met storten.

WtE produceert elektriciteit en processtoom en levert stadsverwarming, en dit resulteert in een reductie van broeikasgasemissies in vergelijking met het opwekken van deze energie uit conventionele (fossiele) bronnen. De mix van outputs (warmte, elektriciteit) is de belangrijkste bepalende factor voor de hoeveelheid vermeden emissies. In dit onderzoek is een standaard-WtE-installatie met een gemiddeld jaarlijks elektrisch rendement van 16% en een thermisch rendement van 19% gebruikt, in overeenstemming met een recent onafhankelijk onderzoek door CE Delft en het 'Rapport huishoudelijke resten in de voedselketen (2015)'. In het meest optimistische scenario met maximale thermische efficiëntie (bijv. alle energie omgezet in aan een industriële afnemer geleverde stoom) zou het elektrische rendement 5% en het thermische rendement 68% zijn. In het meest optimistische scenario met maximaal elektrisch rendement zou het elektrische rendement 26% en het thermische rendement 2% zijn.

Voor zowel het WtE-systeem als het WtC-systeem is aangenomen dat de koolstof in de afvalstroom voor 50% van biogene en voor 50% van fossiele oorsprong is.

De koolstofvoetafdrukanalyse met uitgebreide systeemgrenzen heeft tot doel een vergelijking te maken van de volgende drie systemen die dezelfde hoeveelheden methanol, elektriciteit, warmte en afvalverwijdering leveren:

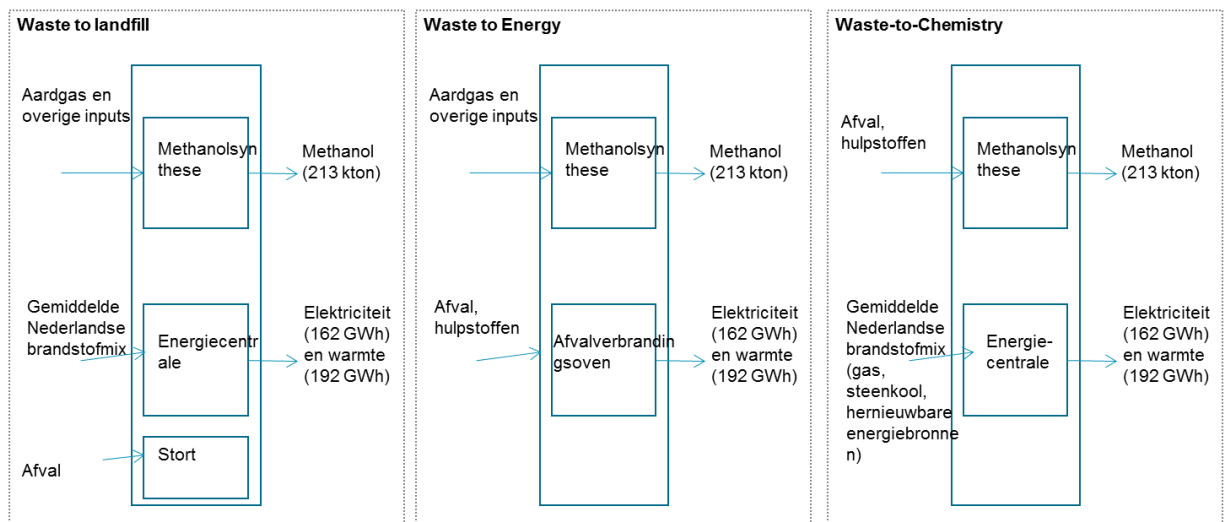


Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

1. Waste to Landfill (van afval naar storten. Dit levert afvalverwijdering plus methanolproductie uit aardgas plus gemiddelde Nederlandse productie van elektriciteit en warmte)
2. Waste to Energy (van afval naar energie. Gemiddelde Nederlandse afvalverbranding die afvalverwijdering, elektriciteit en warmte plus methanolproductie uit aardgas levert)
3. Waste to Chemistry (van afval naar chemicaliën. Dit levert afvalverwijdering en methanol plus gemiddelde Nederlandse productie van elektriciteit en warmte)

De basis van de vergelijking is levering van:

- a) 213 kton methanol
- b) 162 GWh elektriciteit
- c) 192 GWh warmte
- d) Verwerking van 270 kton afval



Figuur 4: Vergelijking van de alternatieve systemen

Methodologie

Voor vergelijking van de drie alternatieve systemen met betrekking tot hun impact op de klimaatverandering is levenscyclusanalyse (LCA) met uitgebreide systeemgrenzen of consequentiële LCA uitgevoerd. Dit type LCA is vaak nodig om antwoord te kunnen geven op de vraag of recycling nuttig is voor de samenleving als geheel in termen van milieu-impact.

Inventaris

Om het systeem 'Waste to Chemistry' te kunnen vergelijken met de systemen 'Waste to Energy' en 'Waste to Landfill' moeten de totale koolstofemissies voor elk systeem dat dezelfde diensten en in gelijke hoeveelheden levert worden geanalyseerd. Uitgaande van voorbehandeld afval met een calorische waarde van 13,5 GJ/ton is ongeveer 270 kton afval nodig voor de productie van 213 kton methanol. Als dezelfde hoeveelheid afval voor energieproductie wordt gebruikt, kan 3,6 miljoen GJ energie per jaar worden geproduceerd. Dit resulteert in de netto levering (export) van 192 GWh warmte en 162 GWh elektriciteit.



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Om ervoor te zorgen dat de systemen die worden vergeleken dezelfde diensten en in gelijke hoeveelheden leveren, betekent dit dat voor:

- het Waste to Chemistry-systeem de koolstofemissies voor de productie van 162 GWh elektriciteit en 192 GWh warmte moeten worden toegevoegd;
- het Waste to Energie-systeem de koolstofemissies voor de productie van 213 kton methanol moeten worden toegevoegd;
- het Waste to Landfill-systeem de koolstofemissies voor het storten van 270 ton afval, de productie van 213 kton methanol, 162 GWh elektriciteit en 192 GWh warmte moeten worden toegevoegd.

Voor de systemen Waste to Energy en Waste to Landfill is aangenomen dat de 213 kton methanol wordt geproduceerd zoals beschreven in het hoofdstuk Analyse koolstofvoetafdruk van het basissysteem.

Voor de systemen Waste to Incineration en Waste to Chemistry zijn de koolstofemissies voor de productie van 162 GWh elektriciteit en 192 GWh warmte geanalyseerd door gebruik te maken van de emissiefactoren van het 'Protocol for the quantification of greenhouse gas emissions from waste management activities' (Protocol voor de kwantificering van broeikasgasemissies door afvalbeheeractiviteiten) zoals ontwikkeld door de Entreprises pour l'Environnement Working Group (EpE). Dit protocol is gebaseerd op het broeikasgasprotocol en wil het referentie-instrument voor de afvalsector zijn.

De Nederlandse factoren van het EpE-protocol voor rapportage over 2016 zijn gebruikt (met in alle systemen dezelfde afvalsamenstelling). De basisaannname die wordt gemaakt met betrekking tot de vermeden elektriciteit is de marginale methode/PMHE: reductie in elektriciteitsbehoefte wordt hoofdzakelijk vervangen door centraal gelegen elektriciteitscentrales die op fossiele brandstoffen draaien.

Factoren voor materiaal terugwinning bij verbranding en voor vermeden emissies van energieopwekking worden weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Emissiefactoren EpE-protocol voor Nederland.

Factoren voor materiaal terugwinning bij verbranding

Materiaal	unit	emission factor default EpE	emissiefactor default NL
Bodemas			
emissiefactor ferro	ton CO ₂ eq. / ton	1,6	1,63
emissiefactor non ferro	ton CO ₂ eq. / ton		11,5
of			
emissiefactor metaal terugwinning	kg / kg MSW		0,053

Factoren voor vermeden emissie energieproductie

Vervangen thermisch energiebron	unit	emission factor default EpE	emissiefactor default NL
Oil boiler	g CO ₂ eq. / kWh	268	
Natural gas boiler	g CO ₂ eq. / kWh	202	
Collective oil heating	g CO ₂ eq. / kWh	491	
Collective natural gas heating	g CO ₂ eq. / kWh	242	
Industrial oil heating	g CO ₂ eq. / kWh	473	
Industrial natural gas heating	g CO ₂ eq. / kWh	231	
Heat, european average	g CO ₂ eq. / kWh	279	
warmte Nederland (7)	kg/GJ		62,8
	kg/kWh		0,226
elektriciteit Nederland (8)	kg/kWh	0,374	0,638



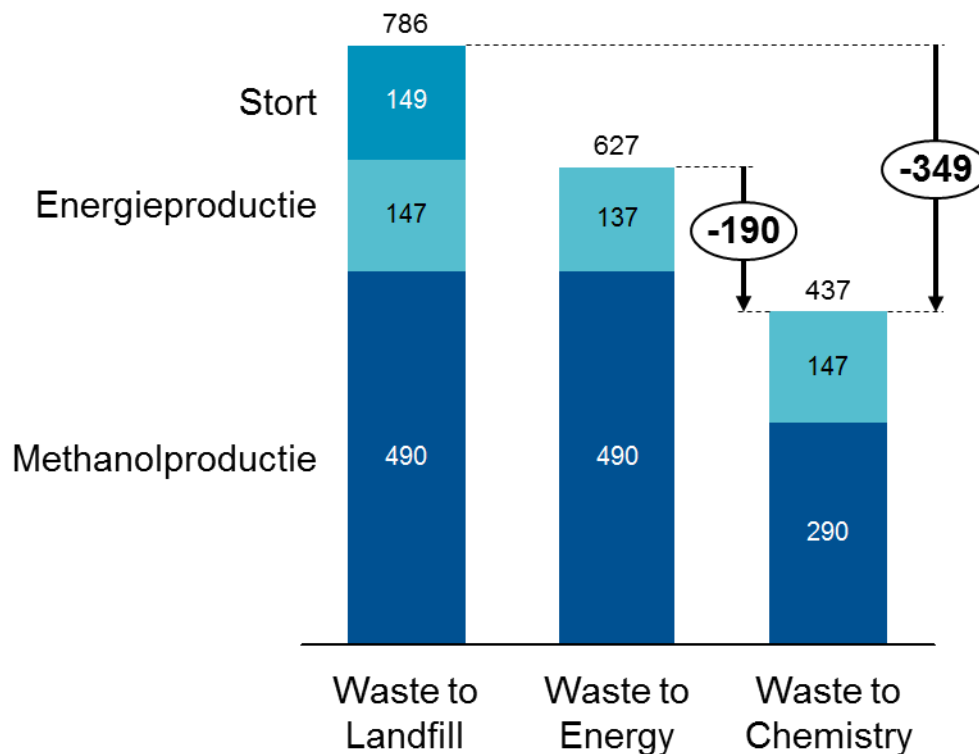
Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Emissiefactoren verbranding

	Unit	emission factor default EpE	emissiefactor default NL 2016
totaal koolstofgehalte (2)	%	33	29
biogene koolstof als % van totaal koolstof (2)	%	61	64
Verbrandingsefficiëntie (3)	%	98	97
emissiefactor fossiele CO ₂	ton CO ₂ /ton afval	0,332	0,367
emissiefactor biogene CO ₂	ton CO ₂ /ton afval	0,458	0,650
emissiefactor CO ₂ totaal	ton CO ₂ /ton afval		1,017
emissiefactor N ₂ O	kg N ₂ O/ton afval	0,031	0,049

Resultaten

De resultaten van de koolstofvoetafdrukanalyse met uitgebreide systeemgrenzen staan vermeld in figuur 5. Het systeem Waste to Chemistry vermijdt 190 kton CO₂-eq. ten opzichte van het systeem Waste to Energy en 349 kton CO₂-eq. ten opzichte van het systeem Waste to Landfill. Opgemerkt wordt dat de reductie van het Waste to Energy-systeem in energieproductie sterk afhankelijk is van de afvalsamenstelling (d.w.z. hogere reductie in geval van een hoger biogeen gehalte van het afval door minder emissie van fossiele koolstof) en de outputefficiëntie (d.w.z. thermische en elektrische rendementen).



Figuur 5: Vergelijking totale koolstofemissies van de alternatieve systemen. Alle systemen leveren 213 kton methanol, 162 GWh elektriciteit, 192 GWh warmte en verwerking/verwijdering van 270 kton afval

De hoeveelheid broeikasgassen die door een stortplaats wordt uitgestoten varieert afhankelijk van veel parameters, bijv. het aandeel van biogene koolstof in het afval, de totale afbreekbaarheid van het afval, het aandeel van anaërobe afbraak leidend tot methaanemissies en of het stortplaatsgas (mengsel van kooldioxide en methaan) wordt afgevangen en gebruikt voor energieproductie (opmerking: afvang van stortgas is een minimumvereiste in het VK). De koolstofemissies uit stort zoals geanalyseerd in het systeem



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Waste to Landfill moeten daarom worden beschouwd als een ruwe schatting. De koolstofvoetafdruk bijdrage van stort werd berekend door vermenigvuldiging van de koolstofvoetafdruk van methanol aan het einde van de levensduur met de jaarlijkse productiecapaciteit en het aandeel van fossiele koolstof in het afval, wat uitkomt op 149 kton CO₂-eq./jaar (1,4 ton CO₂-eq./ton MeOH x 213 kton MeOH/jaar x 50%); dit gaat in principe ervan uit dat de fossiele koolstof in het gestorte afval wordt omgezet in CO₂.

De grootte van de koolstofvoetafdruk bijdrage van stort werd gevalideerd door vergelijking met gegevens uit de openbare LCA-database ecoinvent. Volgens een dataset voor het storten van vast stedelijk afval (22,9% water, aandeel fossiele koolstof 40%, technologie representatief voor Zwitserland in 2000, afvangsysteem voor stortplaatsgas en percolaat), zou afvoer van de afvalstroom van 270 kton naar een stortplaats resulteren in een koolstofvoetafdruk van 151 kton CO₂-eq./jaar.



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Conclusies

De productie van methanol uit afval (WtC) in plaats van via het gevestigde (en efficiëntste) methanolproductieproces resulteert in een reductie van de koolstofemissies en vermindering van klimaatverandering, zelfs wanneer rekening wordt gehouden met het toegenomen gebruik van fossiele brandstoffen voor energieopwekking. De reductie in koolstofvoetafdruk per ton methanol hangt af van het aandeel van fossiele koolstof in het afval. Een aandeel van 50% fossiele koolstof in het als grondstof gebruikte afval geeft een reductie van 41% van de wieg-tot-graf-koolstofvoetafdruk per ton methanol, wat neerkomt op een jaarlijkse reductie van 204 kton CO₂-eq.

Als afval niet wordt gebruikt voor de productie van chemicaliën, zou dit waarschijnlijk worden verbrand of gestort. Afvalverbranding resulteert niet alleen in koolstofemissies, maar meestal ook in energie (stadsverwarming, stoom en/of elektriciteit). Als afval wordt gestort, zal de koolstof erin vroeg of laat vrijkomen, als kooldioxide of als methaan. Het mengsel van kooldioxide en methaan kan worden afgevangen en gebruikt voor energieproductie. Om een eerlijke vergelijking te kunnen maken, is het noodzakelijk de systeemgrenzen uit te breiden. Om inzicht te krijgen in de gevolgen voor de samenleving, is het nodig een koolstofanalyse te maken waarin alternatieve systemen worden vergeleken die dezelfde hoeveelheden methanol en energie produceren.

De conclusie van de koolstofvoetafdrukanalyse die is uitgevoerd met uitgebreide systeemgrenzen is dat het Waste to Chemistry-systeem met de productie van methanol aanzienlijk beter is dan de twee alternatieve systemen Waste to Landfill en Waste to Incineration. De jaarlijkse koolstofemissies die door het systeem Waste to Chemistry worden vermeden ten opzichte van Waste to Incineration en Waste to Landfill bedragen respectievelijk 190 en 349 kton CO₂-eq.

De belangrijkste gevoeligheden zijn:

- bron (koolstofvoetafdruk) van waterstof, zuurstof en elektriciteit voor uit afval geproduceerde methanol;
- vergelijkingsmiddel voor methanol (uit aardgas of uit steenkool);
- aandeel van biogene koolstof in afval;
- gebruikte energiemix voor de productie van elektriciteit en warmte (wanneer dit niet uit de afvalverbranding komt)
 - een waarschijnlijk toekomstscenario is een toename van het aandeel van hernieuwbare energie in de energievoorzieningsmix. Dit zou het voordeel vergroten van Waste to Chemistry ten opzichte van Waste to Energy;
- procesefficiëntie
 - zowel Waste to Chemistry als Waste to Energy bieden mogelijkheden om de procesefficiënties te verbeteren, namelijk de tonnen methanol resp. hoeveelheid warmte en energie die worden geëxporteerd in verhouding tot de hoeveelheid afval en hulpstoffen die als inputs worden gebruikt. Het is belangrijk op te merken dat hier standaardgevallen zijn vergeleken en geen toekomstscenario's.



Waste to Chemicals - Analyse koolstofvoetafdruk

Context

Dit onderzoek is gericht op koolstofemissies. De voorkeursmethode voor de verwerking van afval wordt grotendeels bepaald door de afvalhiërarchie zoals bepaald door Europese en nationale wetgevende kaders. In het nationale afvalbeheerplan voor 2017-2029 (LAP3) wordt de volgende afvalhiërarchie aangehouden:

Afvalhiërarchie

- a. Preventie;
- b. voorbereiding voor hergebruik;
- c1. recycling van het oorspronkelijke functionele materiaal in een gelijke of vergelijkbare toepassing (*);
- c2. recycling van het oorspronkelijke functionele materiaal in een niet gelijke of vergelijkbare toepassing (*);
- c3. chemische recycling (*);
- d. andere nuttige toepassing, waaronder energierecuperatie;
- e1. verbranden als vorm van verwijdering;
- e2. storten of lozen.

De omzetting van afval in chemicaliën wordt als (chemische) recycling beschouwd, c3 in de afvalhiërarchie, en wordt gezien als een oplossing die de voorkeur verdient boven alle andere nuttige toepassingen zoals energierecuperatie (d), verbranden als vorm van verwijdering (e1) en storten (e2). De uitgevoerde koolstofvoetafdrukanalyse bevestigt de afvalhiërarchie vanuit het oogpunt van koolstofvoetafdruk.

Vanuit het bredere perspectief van milieu-impact moet worden opgemerkt dat het in de samenleving houden van materialen en het verminderen van de exploitatie van fossiele energiebronnen de voorkeur heeft. In de Waste to Chemistry-installatie wordt niet alleen koolstof in afval gerecycled, maar worden ook andere afvalcomponenten teruggewonnen, met daardoor veel lagere emissies van SO_x dan bij afvalverbranding.