

Verbranden in Nederland of storten in Groot-Brittannië?

Milieukundige analyse van de verwerking van Brits huishoudelijk afval in Nederland

Rapport

Delft, februari 2012

Opgesteld door:

M.E. (Marieke) Head

M.B.J (Matthijs) Otten



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.E. (Marieke) Head, M.B.J (Matthijs) Otten

Verbranden in Nederland of storten in Groot-Brittannië?

Milieukundige analyse van de verwerking van Brits huishoudelijk afval in Nederland
Delft, CE Delft, februari 2012

Eindverwerking (afval) / Afvalverbranding / Storten / Effecten / Milieu / Analyse

Publicatienummer: 12.2687.14

Opdrachtgever: Twence B.V.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider, Matthijs Otten.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Methodologie	9
2.1	Doel	9
2.2	Reikwijdte	9
2.3	Methode	9
3	Data	11
3.1	Samenstelling van huishoudelijk afval	11
3.2	Verbranden	11
3.3	Storten	12
3.4	Transport	13
4	Resultaten	15
4.1	Overzicht resultaten	15
4.1	Resultaten per impactcategorie	16
4.2	Relatief effect van transport	17
5	Conclusies	19
	Literatuurlijst	21
Bijlage A	ReCiPe-methode	23
Bijlage B	Klimaatresultaten	25
Bijlage C	Quickscan- versus specifieke resultaten	27





Samenvatting

Inleiding

Twence heeft CE Delft gevraagd om een milieuanalyse van twee afvalscenario's voor Brits huishoudelijk afval (of daarmee vergelijkbaar afval) uit te voeren:

1. Het afval wordt gestort op een nabije stortplaats (in Groot-Brittannië).
2. Het afval wordt verbrand bij Twence AEC in Nederland.

Methode

De twee afvalscenario's zijn op basis van 1 ton huishoudelijk afval, of daarmee vergelijkbaar afval uit het Verenigd Koninkrijk vergeleken. De studie richt zich op de levenscyclusfasen:

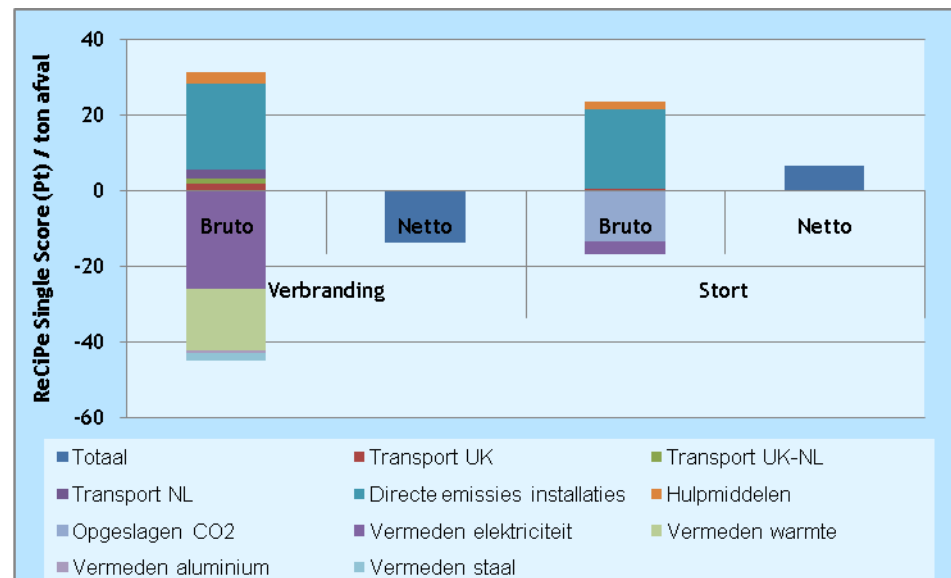
- transport;
- eindverwerking (in ofwel de verbrandingsoven of op de stortplaats).

Voor het analyseren van de milieu-impact wordt gebruikgemaakt van de ReCiPe Single Score-methode en van de klimaatimpact methodologie (IPCC).

Resultaten & conclusies

Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat het verbranden van gemiddeld Brits restafval bij Twence beter scoort op milieueffecten dan storten in Groot-Brittannië. Het extra transport per schip en vrachtauto van het Verenigd Koninkrijk naar de installatie van Twence maakt het milieuvoordeel van afvalverbranding ten opzichte van stort niet ongedaan. De conclusies van deze studie zijn geldig voor de toegepaste aannames, waaronder de samenstelling van het afval. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 Verbranding versus stort van huishoudelijk afval uit City of London, uitgedrukt in ReCiPe Single Score per aspect van de levenscyclusfasen





1 Inleiding

Twence heeft CE Delft gevraagd om een milieuanalyse van twee afval-scenario's voor Brits huishoudelijk afval uit te voeren:

1. Het afval wordt gestort op een nabije stortplaats in Groot-Brittannië.
2. Het afval wordt verbrand bij Twence AEC in Nederland.

Voorafgaand aan deze milieuanalyse is een quickscan uitgevoerd met behulp van de Ecoinvent-database in SimaPro, waarin de twee scenario's grof zijn vergeleken op basis van generieke Ecoinvent-data. De conclusie van de quickscan was dat de kans groot is dat afvalverbranding van Engels huishoudelijk afval in Nederland bij Twence milieukundig beter is dan storten in Engeland, maar dat aanvullend onderzoek nodig is om harde uitspraken te doen.

Om die reden heeft Twence CE Delft gevraagd de milieu-analyse uit te voeren met specifieke data betreffende:

- de samenstelling van het Britse huishoudelijk afval;
- de Britse stortsituatie;
- afvalverbranding bij Twence AEC.

Dit rapport beschrijft de bevindingen van dit specifieke onderzoek.





2 Methodologie

2.1 Doel

Doel van deze studie is om de milieueffecten van storten in Groot-Brittannië te vergelijken met afvalverbranding in Nederland bij Twence.

De uitkomsten van deze vergelijking worden bij Twence gebruikt in de overweging om afval uit het Verenigd Koninkrijk te importeren en bij Twence te verbranden.

2.2 Reikwijdte

2.2.1 Functionele eenheid

De twee afvalscenario's worden op basis van 1 ton huishoudelijk afval (of daarmee vergelijkbaar afval) uit Groot-Brittannië vergeleken.

2.2.2 Systeemgrenzen

De studie richt zich op de levenscyclusfase:

- transport van afvaldepot naar verwerker;
- eindverwerking (in ofwel de verbrandingsoven of op de stortplaats).

De milieu-impact van de materialen in het huishoudelijk afval zelf (productie en gebruik) vormen geen onderdeel van de studie. Wel inbegrepen is het effect dat deze materialen bij verwerking op de omgeving hebben.

2.2.3 Technologisch, geografisch en tijd reikwijdte

De milieukundige analyse maakt gebruik van de Ecoinvent-database in SimaPro. De standaardprocessen in deze database zijn aangepast op de specifieke kenmerken van de twee scenario's.

De specifieke reikwijdte van de studie heeft de volgende kenmerken:

- Verbranding: energierugwinning, emissies en metaalruggwinning zijn gebaseerd op de rendementen van de centrale van Twence en de gemiddelde samenstelling van Brits huishoudelijk afval. Deze zijn ingevoerd in het Ecoinvent afvalverbrandingsmodel
- Stort: het emissieprofiel en hulpmiddelen van het Ecoinvent-stortmodel zijn aangepast op de Britse afvalsamenstelling. Behandeling en benutting van het stortgas zijn gebaseerd op de Britse situatie volgens NIR (2010).
- Transport: emissies en brandstofverbruik zijn gebaseerd op het STREAM-model (bron CE Delft) op basis van de opgegeven logistieke kenmerken door Twence. De milieu-impact van transportmiddelen en infrastructuur zijn gebaseerd op Ecoinvent.

2.3 Methode

Voor het analyseren van de milieu-impact wordt gebruikgemaakt van de ReCiPe Single Score-methode. Deze methode omvat een 18-tal milieueffecten die via normalisatie en weging tot één enkele milieuscore zijn geaggregeerd. Een gedetailleerdere toelichting van de ReCiPe-methode is in Bijlage A te vinden.

Naast de Single Score-methode wordt het milieueffect op klimaatimpact beschouwd (de CO₂-score). Deze resultaten worden in Bijlage B weergegeven.



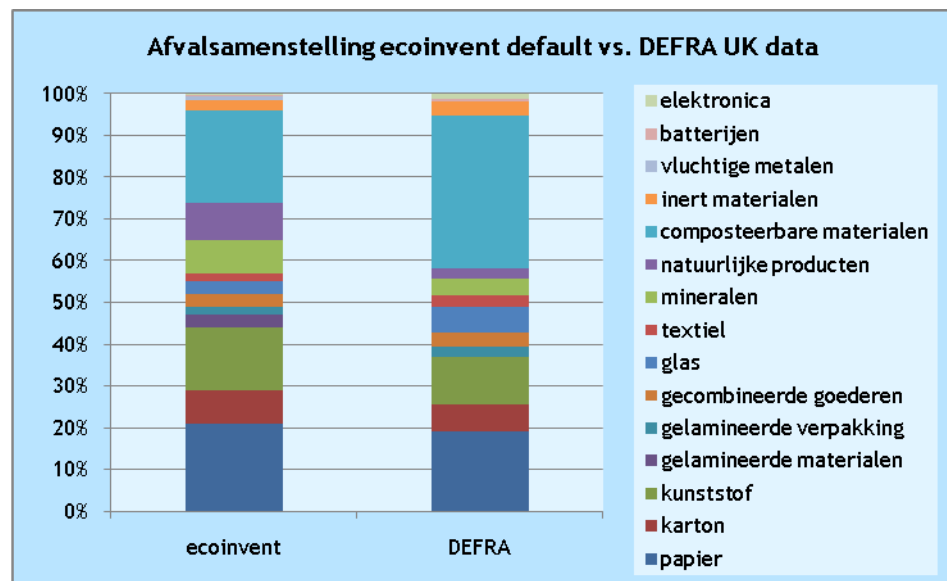


3 Data

3.1 Samenstelling van huishoudelijk afval

De quickscan was gebaseerd op de afvalsamenstelling uit het Ecoinvent-model. Om de data specifiek te maken voor de Britse situatie, is afvalsamenstellingsdata voor het Verenigd Koninkrijk van 2009 gebruikt (DEFRA, 2009). Het verschil tussen de twee samenstellingen is in Figuur 2 weergegeven.

Figuur 2 Afvalsamenstelling Ecoinvent default versus DEFRA UK data



Zoals in Figuur 2 is weergegeven ligt vooral het percentage composteerbare materialen in de DEFRA hoger dan bij de Ecoinvent-data. Papier en kunststof vormen een kleiner aandeel van de samenstelling.

3.2 Verbranden

Het huishoudelijk afval wordt bij Twence verbrand in een afvalenergiecentrale (AEC). Het Ecoinvent-proces voor afvalverbranding is gebaseerd op een verbrandingsinstallatie in Zwitserland (afkomstig uit de Ecoinvent-database), specifiek voor de afvalsamenstelling die hierboven genoemd is. Daarom zijn de AEC-emissies aangepast op basis van de Britse afvalsamenstelling.

Inbegrepen in het proces zijn:

- infrastructuur (zoals gebouwen);
- hulpmiddelen die bij de installatie worden gebruikt;
- werktuigen en machines die gebruikt worden bij de installatie;
- emissies naar lucht, water en bodem;
- verwerking van as.

Niet inbegrepen in dit standaardproces is de terugwinning van energie en metalen bij verbranding.

Er zijn daarom aanpassingen gemaakt op het standaardproces op basis van de data in Tabel 1 en Tabel 2:

Tabel 1 Energieterugwinning

Item	Rendement	MJ/kg afval
Netto Elektriciteitsproductie (bruto)	15,5% (20,0%)	1,48
Warmtelevering	23,9%	2,26

Door het opwekken van elektriciteit bij verbranding wordt de opwekking van elektriciteit op conventionele wijze (de gemiddelde Nederlandse stroommix) vermeden.

Door warmtewinning bij verbranding wordt het opwekken van warmte op conventionele manier (door middel van aardgas) vermeden.

Tabel 2 Metaalterugwinning

Materiaal	% in restafval	% gewonnen
Inert metaal	3%	
Staal	3% x 90%	82,5%
Aluminium	3% x 10%	50%

3.3 Storten

In dit scenario wordt het afval gestort op een Britse stortplaats.

Het basisproces van de Ecoinvent-database is gebaseerd op de Ecoinvent 'Calculation Tool for Waste Disposal in MunicipalSanitary Waste Landfill MSWLF'. Hierbij is rekening gehouden met de specifieke afvalsamenstelling (zie Figuur 2). Inbegrepen in het proces zijn:

- hulpmiddelen die bij de installatie worden gebruikt;
- werktuigen en machines die worden gebruikt bij het stort;
- emissies naar lucht, water en bodem (bepaald door de afvalsamenstelling);
- het (gedeeltelijk) affakkelen van vrijkomend methaan;
- emissies bij het opwekken van elektriciteit van afgevangen methaan in gasmotor.

In de Ecoinvent-tool wordt niet standaard rekening gehouden met de processen die zijn weergegeven in Tabel 3. Deze processen zijn toegevoegd in de modellering volgens de data in Tabel 3.

Tabel 3 Additioneel gemodelleerde processen in aanvulling op Ecoinvent-tool LCI-data

Item	Per kg afval	Opmerking
Vermeden elektriciteit	-0,231 MJ	Gespaard door opwekking van energie door inzetten van CH ₄
Opgeslagen biogene CO ₂	0,29 kg CO ₂	Van niet afgebroken afval. Balans C = totaal C - uitgestoten CO ₂ - Uitgestoten CH ₄ - Uitgestoten TOC
Methaanemissie van gasmotor	0,000161 kg CH ₄	Van stortgas verbranden in gasmotor (35% efficiency & 275,5 g/GJ energie)
N ₂ O-emissie van gasmotor	5,78E-7 kg N ₂ O	Van stortgas verbranden in gasmotor (35% efficiency & 2,5 g/GJ energie)



Wat betreft stort is uitgegaan van het gemiddelde stortproces in het Verenigd Koninkrijk op basis van data over de aandelen uitgestoten, afgefakkelde en voor energieopwekking ingezette methaan (AEA Technology, 2010). Tabel 4 geeft een overzicht de behandelingsmethoden weer.

Tabel 4 Behandeling van methaan in gemiddelde Britse stortplaatsen

Behandeling van methaan	% totale methaan
Uitstoot	29%
Affakkelen	39%
Elektriciteitsproductie	32%

Er is niet gekeken naar de invloed van mogelijke biologische of mechanische voorbereidingsprocessen, die een grote invloed op de bekeken samenstelling zouden hebben. In het geval van biologische voorbereiding, worden de composteerbare materialen gescheiden van het restafval en apart vergist of gecomposteerd om de hoeveelheid methaan die daar vrij van komt terug te dringen. In dit soort specifieke gevallen kan storten beter scoren.

3.4 Transport

De transportroutes van de twee scenario's verschillen; daarom is transport ook een onderdeel van de analyse.

Voor Scenario 2 wordt het afval van Londen naar de verwerkingsinstallatie in Nederland vervoerd. Het afval bevindt zich de hele reis in een vrachtauto (GVW >32 ton) met een ladingscapaciteit van 26 ton. Voor de reis van Londen naar Nederland gaan de vrachtauto's aan boord van veerboten (>2000 km) van Harwich naar Hoek van Holland. De vrachtauto en veerboot zijn gemodelleerd op basis van het STREAM-model (gemiddelde voor 2010) en Ecoinvent-data. Er is uitgegaan van 100% belading van de vrachtauto en 50% beladen kilometers.





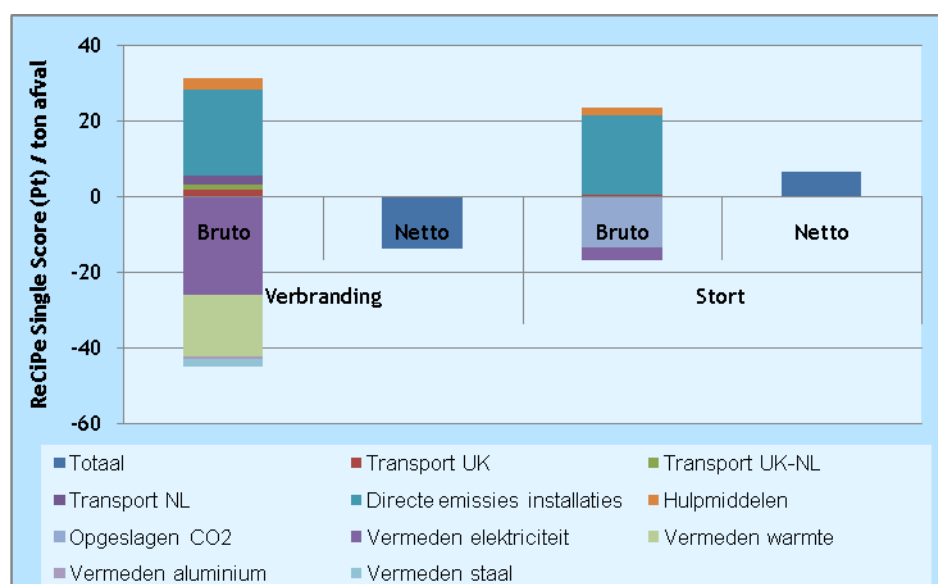
4 Resultaten

4.1 Overzicht resultaten

Figuur 3 toont de milieukundige vergelijking tussen storten in Groot-Brittannië en afvalverbranding in Nederland van Brits huishoudelijk afval.

De resultaten zijn opgesplitst in de verschillende aspecten van de levenscyclusfasen. Omdat sommige aspecten een negatief resultaat hebben (een milieuwinst), worden zowel de bruto als de netto uitkomsten (de som alle aspecten) weergegeven.

Figuur 3 Verbranding versus stort van huishoudelijk afval uit City of London, uitgedrukt in ReCiPe Single Score per aspect van de levenscyclusfasen



Te zien is dat de ReCiPe Single Score-analyse voor verbranding een milieuwinst oplevert (negatieve netto milieu-impact) en dat storten een milieubelasting oplevert.

Zoals in Figuur 3 is weergegeven, vormen de directe emissies van de verbranding- en stortinstallaties het grootste deel van de milieu-impact. Bij verbranden worden de grootste bijdragen in de ReCiPe-score van directe emissies geleverd door de fossiele CO₂-emissies van afvalverbranding (76% bijdrage) en de emissies naar water (o.a. Zn, Ba, Mn) (19% bijdrage). Bij storten worden de grootste bijdragen in de ReCiPe-score van directe emissies geleverd door biogene methaanemissies¹ (59% bijdrage) en de bijdrage van de uitgestoten stoffen naar water (Ba, Mn, Pb, Hg, Zn) (37%). In het geval van verbranding heeft het terugwinnen van elektriciteit en warmte echter een groot tegeneffect op de totale milieuscore: het verbranden

¹ Bij de gegeven samenstelling van gemiddeld Brits afval (van Figuur 2), wordt er volgens het Ecoinvent-model ca. 41 kg biogeen methaan geproduceerd op het stort. In de Ecoinvent-tool wordt aangenomen dat 47% wordt uitgestoten. Dit percentage is aangepast naar de Britse situatie (29%).

levert een milieuwinst op, doordat er elektriciteit en warmte wordt opgewekt. Dit komt door de vermeden conventionele elektriciteits- en warmtewinning. Bij storten speelt niet-afgebroken biologisch afval een rol in de CO₂-balans en op de totale score. Biologisch afbreekbaar afval, zoals papier- en GFT-afval, wordt deels in een stortplaats afgebroken maar vanwege ongunstige degradatieomstandigheden blijft een deel van het afval in de stortplaats achter. Omdat de uitstoot van biologische CO₂ volgens de IPCC-methode wordt meegerekend voor 0, wordt aan niet-geëmitteerde biologische koolstof een negatieve waarde toegekend.

In vergelijking met IPCC-waarden lijken de aannames van Ecoinvent over de hoeveelheid gedegradeerd materiaal voor Engelse stortplaatsen wat conservatief. Wanneer van hogere waarden wordt uitgegaan zal de milieuscore voor stort minder gunstig zijn. Op basis van IPCC (IPCC, 2006) degradatieconstanten schatten we in dat de ReCiPe-score in plaats van 6,5 punten dan uitkomt op ca. 9,6 punten.

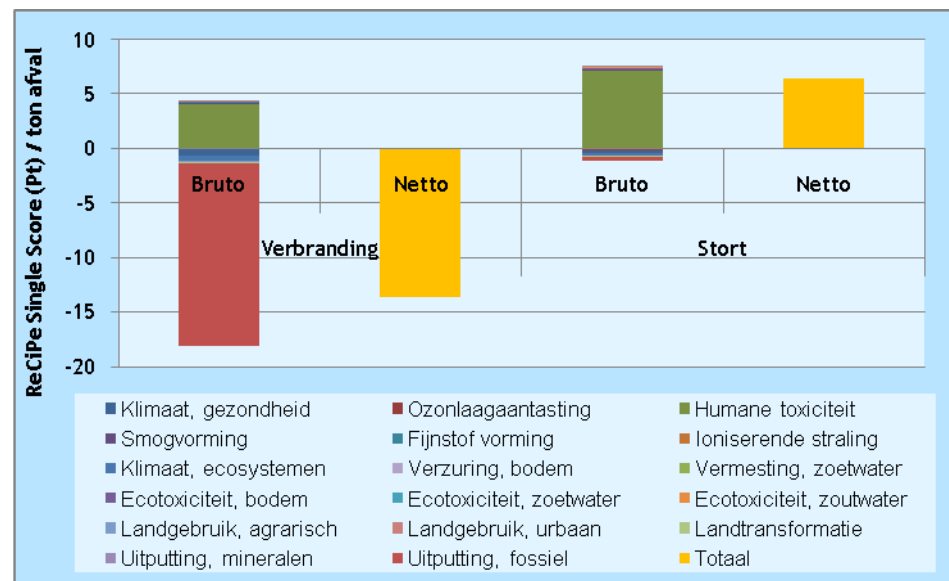
De overige aspecten, ook transport, hebben een veel kleinere bijdrage aan de milieu-impact dan de directe emissies en vermeden elektriciteits- en warmtewinning.

De resultaten voor klimaatimpact (kg CO₂-eq.) is in Bijlage B te vinden. Uit deze analyse komt naar voren dat verbranding een betere score heeft dan storten, maar het verschil ertussen is veel kleiner dan op basis van de ReCiPe-analyse waarin klimaat een onderdeel is.

4.1 Resultaten per impactcategorie

De vorige figuur heeft inzicht gegeven in de contributies van de aspecten van de levenscyclusfasen op de totale milieuscores. Figuur 4 geeft de bijdrage van de verschillende impactcategorieën weer. Omdat elke levenscyclusfase anders scoort op elke categorie, zijn de hoogten van de balken anders dan in Figuur 3.

Figuur 4 Verbranding versus stort van afval uit Londen, uitgedrukt in ReCiPe-scores per impactcategorie

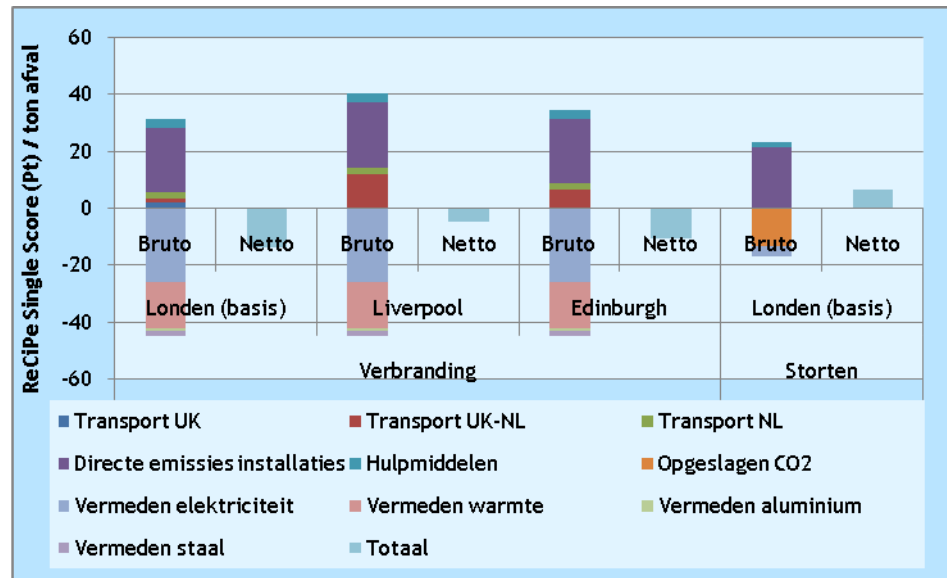


Voor zowel verbranden als storten heeft humane toxiciteit de grootste positieve bijdragen (zie Figuur 4). In het geval van verbranding heeft het effect op fossiele uitputting een zeer negatieve score, wat resulteert in een netto negatieve score. Storten resulteert in een positieve score, vanwege de effecten op humane toxiciteit. Zowel voor verbranding als voor stort speelt het klimaateffect een minimale rol. Dit komt voornamelijk doordat de positieve en negatieve klimaatbijdragen elkaar uitdoven. In het geval van verbranding worden de positieve CO₂-emissies van verbranding gecompenseerd door de vermeden emissies door elektriciteitsopwekking. In het geval van storten worden de methaanemissies gecompenseerd door vastgelegde biologische koolstof en opwekking van elektriciteit uit stortgas.

4.2 Relatief effect van transport

In de vorige figuren zijn data voor afval uit Londen gepresenteerd. Om de verschillen tussen verbranden en storten verder te onderzoeken, vooral als het om transportverschillen gaat, zijn ook scenario's voor de steden Liverpool en Edinburgh doorgerekend. De resultaten hiervan zijn in Figuur 5 weergegeven.

Figuur 5 Verbranding versus stort van afval, voor drie verschillende steden (Londen, Liverpool en Edinburgh), uitgedrukt in ReCiPe Single Score per aspect van de levenscyclusfase



Figuur 5 vergelijkt het verbranden van afval uit Londen, Liverpool en Edinburgh. In het geval van storten zijn de afstandsverschillen tussen de locaties te verwaarlozen, dus alleen de resultaten voor Londen zijn in de figuur weergegeven. Ook in de gevallen waar afval uit het Noorden (Edinburgh) of de Westkust (Liverpool) afkomstig is en transport een grotere milieubijdrage heeft, is verbranden in Nederland toch voordeliger dan storten in Groot-Brittannië. Het punt waar verbranden een netto milieubijdrage van nul heeft, zou bereikt worden met veerbootafstanden groter dan 1.700 km² of vrachtwagenafstanden groter dan 680 km³. Verbranden zou gelijk scoren aan storten als een afstand van boven de 2.300 km gevaren of 1.265 km gereden zou moeten worden.

² Aangenomen dat de vrachtwagen km's dezelfde blijven.

³ Aangenomen dat de veerboot km's dezelfde blijven.



5 Conclusies

In deze studie is het storten van Brits huishoudelijk afval in Groot-Brittannië op basis van de ReCiPe-indicator milieukundig vergeleken met het verbranden van dit afval bij Twence in Nederland. Geconcludeerd kan worden dat het verbranden van het Britse afval bij Twence beter scoort dan storten in Groot-Brittannië. De milieu-impact van het transport per schip en vrachtauto van Groot-Brittannië naar Nederland is relatief klein en heft het milieuvoordeel van verbranden ten opzichte van storten niet op.

De conclusies van dit onderzoek zijn gebaseerd op de volgende aannames:

1. Een gemiddelde restafvalsamenstelling:
 - van huishoudens, of daarmee vergelijkbaar afval (zie Figuur 2);
 - zonder biologische of mechanische voorbereiding.
2. Stortplaatsen die gemiddeld zijn voor het Verenigd Koninkrijk, waarbij het geproduceerde methaan als volgt wordt uitgestoten/behandeld:
 - uitstoot: 29%;
 - affakkelen: 39%;
 - inzet voor elektriciteitsproductie: 32%.
3. Verbrandingsprocessen die representatief zijn voor Twence:
 - rendement: 1,48 MJ elektriciteit/kg afval en 2,26 MJ warmte/kg afval.
4. Transport via vrachtwagen en veerboot:
 - De resultaten zijn niet heel gevoelig voor verandering in transportparameters. Alleen veel grotere transportafstanden kunnen de uitkomst van de vergelijking verbranden versus storten veranderen.

De modellering van stort is uitgevoerd met behulp van het Ecoinvent-stortmodel (Ecoinvent 2008a, b). De hoeveelheid methaanproductie op stortplaatsen in dit model is aan de conservatieve kant. De werkelijke methaanemissies zullen daarom eerder hoger dan lager zijn. Bij een hogere methaanproductie zal stort minder goed scoren.





Literatuurlijst

AEA Technology, 2010

J. Mac Carthy, J. Thomas, S. Choudrie, N. Passant, G. Thistlethwaite, T. Murrells, J. Watterson, L. Cardenas, A. Thomson
UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2008 : Annual Report for Submission under the Framework Convention on Climate Change
Didcot : AEA Technology, 2010

CE, 2008

L.C. (Eelco) den Boer, F.P.E. (Femke) Brouwer, H.P. (Huib) van Essen
STREAM Studie naar TRansport Emissies van Alle Modaliteiten
Delft : CE Delft, 2008

DEFRA, 2009

A Review of Municipal Waste Component Analyses
London : UK Department for Environment, Food and Rural Affairs - Department Municipal Waste Composition, 2009

Doka, 2012

Gabor Doka
Communicatie met auteur Ecoinvent 2008
19-01-2012

Ecoinvent, 2008a

Ecoinvent 'Calculation Tool for Waste Disposal in Municipal Sanitary Waste Landfill MSWLF'
Zurich : Doka Life Cycle Assessments, 2008

Ecoinvent, 2008b

Ecoinvent 'Calculation Tool for Waste Disposal in Municipal Sanitary Waste Incinerators MSWI'
Zurich : Doka Life Cycle Assessments, 2008

Ecoinvent, 2009

Ecoinvent database, version 2.2
S.l. : Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2009

IMO, 2009

Ø. Buhaug, J.J. Corbett, Ø. Endresen, V. Eyring, J. Faber, S. Hanayama, D.S. Lee, D. Lee, H. Lindstad, A.Z. Markowska, A. Mjelde, D. Nelissen, J. Nilsen, C. Pålsson, J.J. Winebrake, W-Q. Wu, K. Yoshida
Second IMO GHG study 2009
London : International Maritime Organisation (IMO), 2009





Bijlage A ReCiPe-methode

Achtergrond ReCiPe-methode

Een milieuanalyse levert primair een lange lijst op van emissies en verbruikte grondstoffen, welke interpretatie behoeft. Een beoordelingsmethode zoals ReCiPe biedt vertaling van deze lijst naar milieu-impacts.

De ReCiPe-methode biedt vertaling naar drie aggregatieniveaus die zich onderscheiden in mate van abstractie (en bijbehorende onzekerheid) en gevoelsmatige begrijpelijkheid:

1. Achttien midpoint-indicatoren (klimaat, watergebruik, aantasting ozonlaag, etc. ...)
2. Drie endpoint-indicatoren (schade aan menselijke gezondheid, schade aan ecosystemen, schade aan beschikbaarheid ecosystemen).
3. Eén single score-indicator.

Figuur 6 vat de onderlinge samenhang tussen de niveaus samen.

Figuur 6 De ReCiPe-methode: samenhang tussen midpoint- en endpointniveau

LCI resultaten	Midpoint (Niveau1)	Normalisatie	Endpoint (Niveau2)	Indicator (Niveau3)
Lange lijst van stoffen en emissies	Ozonlaagaantasting	DALY	Schade aan menselijke gezondheid (DALY)	Enkele indicator, verkregen door weging van de drie endpoints
	Humane toxiciteit	DALY		
	Ioniserende straling	DALY		
	Smogvorming	DALY		
CO ₂	Fijn stofvorming	DALY		
VOS	Klimaatverandering	Gezondheid: DALY	Schade aan ecosystemen (soorten*jr)	
P		Ecosystemen: soorten*jr		
SO ₂	Verzuring, bodem	soorten*jr	Schade aan ecosystemen (soorten*jr)	
NO _x	Ecotoxiciteit, bodem	soorten*jr		
CFC	Landgebruik, urbaan	soorten*jr		
Cd	Landgebruik, agrarisch	soorten*jr		
DDT	Ecotoxiciteit, zoutwater	soorten*jr		
Landgebruik	Vermesting, zoetwater	soorten*jr	Uitputting van grondstoffen (\$)	
Ruwe materialen	Ecotoxiciteit, zoetwater	soorten*jr		
Etc.	Uitputting, mineralen/metalen	\$		
	Uitputting, fossiel	\$	-	-
	Vermesting, zoutwater	-	-	-
	Water, depletie	-	-	-

In deze studie wordt zowel gerapporteerd op Niveau 1 (midpoint, o.a. CO₂-voetafdruk) als op Niveau 3 (enkele indicator).



Het midpoint-niveau geeft inzicht in de afzonderlijke milieueffecten en kenmerkt zich door een hoog niveau van transparantie. Het milieukundige gevolg van deze score, de ernst, is er echter niet aan af te zien. Hiervoor zijn de drie endpoints (Niveau 2) geschikter.

Het midpoint-niveau is een directe vertaalslag van stof/emissie naar milieueffect. Voor de meeste milieueffecten is de methodologie hiervoor vergevorderd, maar voor sommige is deze nog in ontwikkeling. Zo zit bij landgebruik niet de indirecte verschuivingen van dat landgebruik inbegrepen. Dit soort aspecten zijn onderwerp van doorlopend onderzoek.

De ernst van de milieueffecten wordt uitgedrukt in drie verschillende schade-categorieën, normalisatie van de effecten. Zo heeft bijvoorbeeld een score voor ecotoxiciteit gevolgen voor hoeveelheid soorten (afname daarvan). Het effect van de milieueffecten op de schadecategorieën wordt vervolgens opgeteld tot drie endpoint-niveaus. De enkele indicator is de gewogen score van deze drie endpoints.

Het nut van de enkele indicator is de mogelijkheid tot een vergelijking van de impact van scenario's voor verwerking van kunststofverpakkingsafval uit huishoudens, waarbij alle milieueffecten zijn vertegenwoordigd.

Dit in tegenstelling tot een eenzijdige focus op bijvoorbeeld klimaatimpact.

Het is wel zo dat de normalisatie- en wegingstap een grotere onzekerheid introduceren. Methodes voor normalisatie per milieueffect zijn constant in ontwikkeling en niet voor elk milieueffect is de methode even robuust. Voor weging zijn meerdere mogelijkheden: de weegfactoren naar enkele indicator verschillen al naargelang er meer belang wordt gehecht aan één van de drie endpoints.

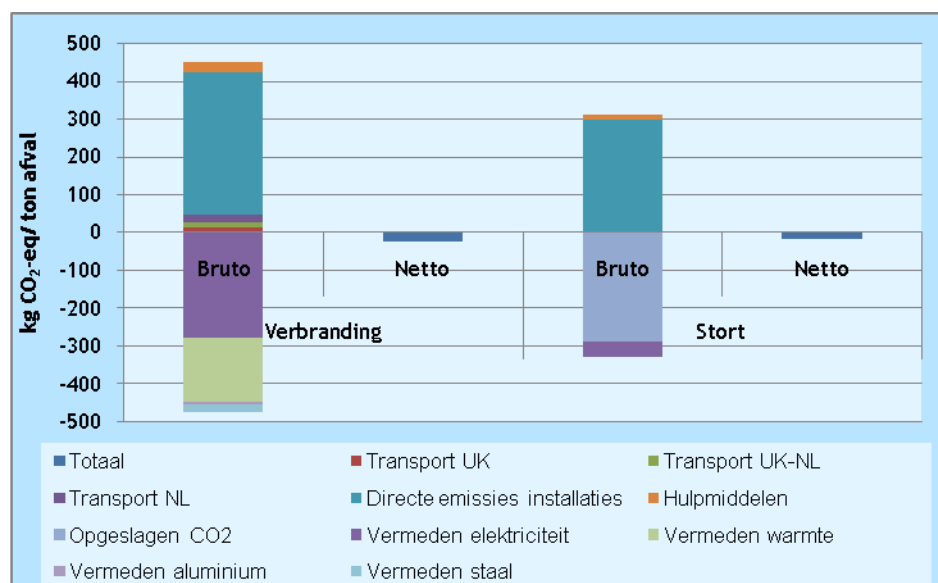
In deze studie wordt gebruikgemaakt van normalisatie op Europees niveau en weging op gemiddeld hiërarchisch perspectief ('Europe, H/A').



Bijlage B Klimaatresultaten

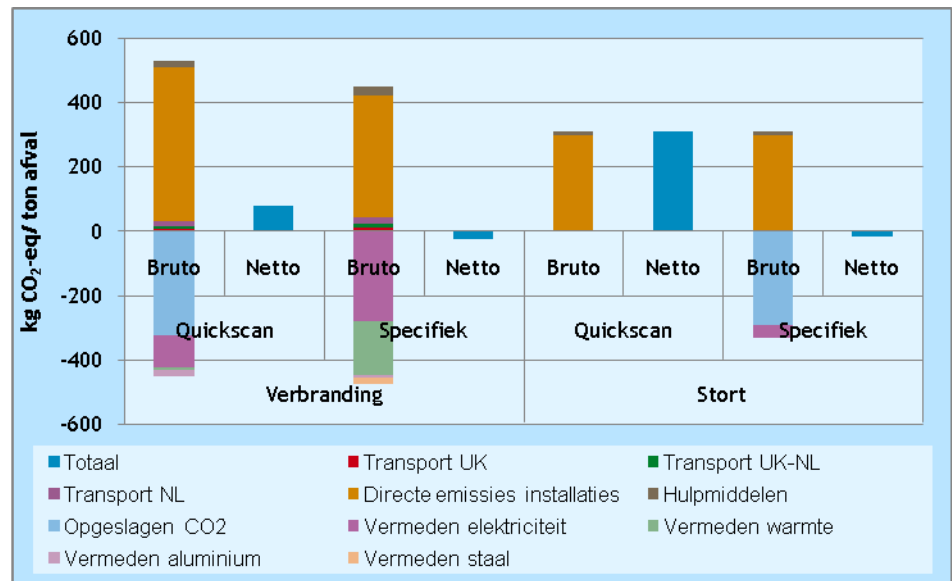
Hoewel deze studie op basis van totale milieubijdrage (ReCiPe methode) berekend is, zijn er tevens klimaatresultaten berekend. De reden om klimaatresultaten toch mee te nemen is dat klimaatscores (carbon footprint) de meest bekend en gebruikte manier is om milieuvergelijking te maken. Zoals Figuur 7 en Figuur 8 weergegeven, zien de klimaatresultaten wat anders uit dan de ReCiPe-resultaten.

Figuur 7 Verbranding versus stort van huishoudelijk afval uit City of London, uitgedrukt in kgCO₂ per aspect van de levenscyclusfases



In vergelijking met IPCC-waarden lijken de aannames van Ecoinvent over de hoeveelheid gedegradeerd materiaal voor Engelse stortplaatsen wat conservatief. Wanneer van hogere waarden wordt uitgegaan zal de klimaatscore voor stort minder gunstig zijn. Op basis van IPCC (IPCC, 2006) degradatieconstanten schatten we in dat de klimaatscore voor stort dan in plaats van negatief licht positief uitvalt.

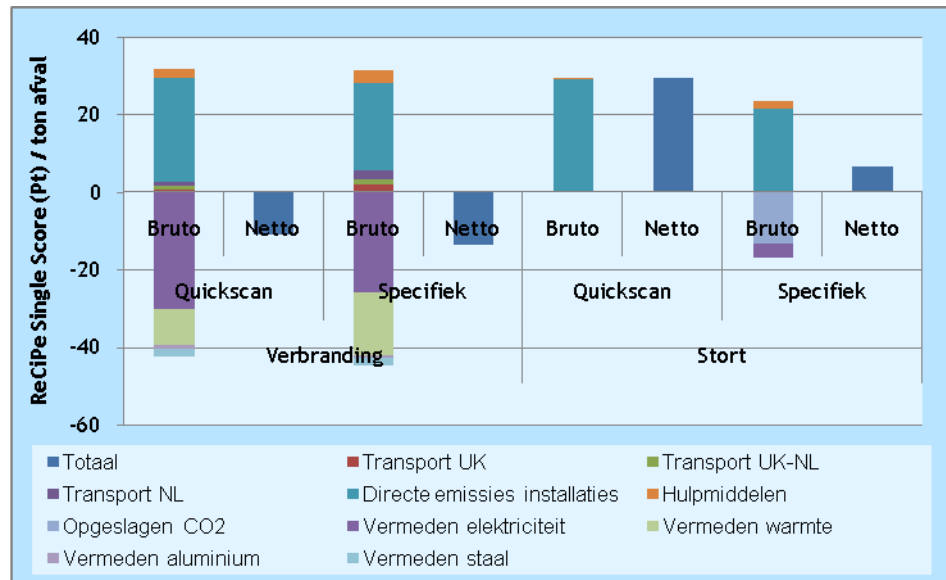
Figuur 8 Vergelijking van quickscan-resultaten versus specifiekere resultaten



Bijlage C Quickscan versus specifieke resultaten

In Figuur 9 worden de specifieke resultaten vergeleken met de quickscan-resultaten.

Figuur 9 Vergelijking van quickscan-resultaten versus specifiekere resultaten



Figuur 9 geeft de verhouding tussen de specifieke en quickscan-resultaten weer. Het grootste verschil tussen de twee analyses is het feit dat het relatieve verschil tussen quickscan- en specifieke resultaten kleiner is geworden. Vanwege de CO₂-balansbenadering die eerder toelicht was en vermeden elektriciteit (door het inzetten van methaan in elektriciteitsproductie), worden de milieueffecten van storten lager. Bij verbranden worden de resultaten negatiever (milieuvriendelijker) dan bij de quickscan. Dit komt deels door lagere emissies (andere afvalsamenstelling) en een grotere vermeden warmteproductie.