

Milieueffectrapport
Recycling and Utilities North

13

Toetsing hoogwaardigheid be-/verwerking

MERlijn / OAG

Koninginnegracht 23, 2514 AB, Den Haag
tel. (070) 426 00 40, fax (070) 426 00 41
e-mail : merlijn@oag.nl
<http://www.oag.nl>

Den Haag : Juli 1998
Document : G\OAG\Hoofdstuk 13

INHOUDSOPGAVE

13	TOETSING HOOGWAARDIGHEID BE-/VERWERKING	1
13.1	Inleiding	1
13.2	Afvalstromen	1
13.3	Methode en uitgangspunten levenscyclusanalyses	5
13.3.1	Algemeen	5
13.3.2	Verwerking in de PEC-installatie	6
13.4	LCA afvalolie	9
13.4.1	Inleiding	9
13.4.2	Verbranden in een DTO	10
13.4.3	Verwerking in de smelter	11
13.4.4	Vergelijking milieugevolgen	11
13.4.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	13
13.5	LCA halogeenaarme oplosmiddelen	13
13.5.1	Inleiding	14
13.5.2	Verbranden in een DTO	14
13.5.3	Verwerking in de smelter	14
13.5.4	Vergelijking milieugevolgen	15
13.5.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	17
13.6	LCA oliefilters	17
13.6.1	Inleiding	17
13.6.2	Minimumstandaard (huidige verwerking)	18
13.6.3	Verwerking in de PEC-installatie	18
13.6.4	Vergelijking milieugevolgen	19
13.6.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	20
13.7	LCA gebruikte chemicaliënverpakkingen	20
13.7.1	Inleiding	21
13.7.2	Spoelen in een VBI en verbranden in een DTO	23
13.7.3	Verwerking in de PEC-installatie	23
13.7.4	Vergelijking milieugevolgen	24
13.7.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	26
13.8	LCA oliehoudend slib	27
13.8.1	Inleiding	27
13.8.2	Reiniging in een thermische grondreinigingsinstallatie	27
13.8.3	Verwerking in de smelter	28
13.8.4	Vergelijking milieugevolgen	29
13.8.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	30
13.9	LCA kwikhoudende C1-afvalstoffen	31
13.9.1	Inleiding	31
13.9.2	HTO-proces	31
13.9.3	Verwerking in de smelter	32
13.9.4	Vergelijking milieugevolgen	33
13.9.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	34
13.10	LCA oliehoudend boorgruis	34
13.10.1	Inleiding	34
13.10.2	Boorgruis Recycle Plant (huidige bewerking)	35
13.10.3	Verwerking in de smelter	36

13.10.4	Vergelijking milieugevolgen	37
13.10.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	38
13.11	LCA afgewerkte/halogeen-/pcb-houdende olie	38
13.11.1	Inleiding	39
13.11.2	Centrale Bewerkingseenheid	40
13.11.3	RUN-procesroutes	40
13.11.4	Vergelijking milieugevolgen	45
13.11.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	45
13.12	LCA niet-gevaarlijke hoogcalorische afvalstoffen	47
13.12.1	Inleiding	47
13.12.2	Verbranden in een AVI	48
13.12.3	Verwerking in de PEC-installatie	49
13.12.4	Vergelijking milieugevolgen	49
13.12.5	Conclusie vergelijking milieugevolgen	51

13 TOETSING HOOGWAARDIGHEID BE-/VERWERKING

13.1 Inleiding

Een kernpunt van het afvalstoffenbeleid is dat afvalstoffen op een zo hoogwaardig mogelijke wijze worden verwijderd. Concreet betekent dit een verdere stijging op de ladder van Lansink (voorkeursvolgorde): hergebruik, nuttige toepassing, verbranden en storten. Meer nauwkeurig wordt de hoogwaardigheid van een verwijderingstechniek bepaald door het totaal aan milieu-effecten. In dit hoofdstuk wordt voor de te be-/verwerken afvalstromen de hoogwaardigheid van de voorgenomen be-/verwerkingstechniek bepaald en getoetst aan de hiervoor geldende standaarden.

In het Milieueffectrapport van het Meerjarenplan Gevaarlijke Afvalstoffen II (MER MJP-GA II) [Min. van VROM en IPO, 1996b] zijn met behulp van levenscyclusanalyses (LCA's) voor bepaalde afvalverwerkingstechnieken de milieu-effecten geïnventariseerd en de bijdrage aan de milieuthema's bepaald. Onder andere op basis hiervan is in het MJP-GA II voor bepaalde afvalstromen een minimumstandaard vastgesteld. De minimumstandaard is omschreven als een technologie, maar legt in wezen het acceptabel geachte integrale milieu-effect vast voor een bepaalde afvalstroom. Voor de te be-/verwerken gevaarlijke afvalstromen wordt in dit hoofdstuk aangetoond (indien nodig m.b.v. een LCA), dat de voorgenomen be-/verwerkingswijze voldoet aan de vastgestelde minimumstandaard, dat wil zeggen minstens even hoogwaardig is als de minimumstandaard.

De in het RUN-initiatief te verwerken niet-gevaarlijke afvalstromen zijn voornamelijk hoogcalorische stromen, waarvoor verbranden in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI) en storten de huidige verwijderingswijzen zijn. In het afvalbeleid worden nieuwe technieken voor eindverwijdering wenselijk geacht, indien de totale milieubelasting daarvan kleiner is dan de bestaande technieken. Randvoorwaarden zijn: een hoger energierendement en geen toename van de hoeveelheid te storten reststoffen in vergelijking met verwijdering in AVI's.

In dit hoofdstuk wordt met behulp van LCA's aangetoond dat de voorgenomen verwerking van hoogcalorische niet-gevaarlijke afvalstromen minstens even hoogwaardig is als verbranding in een AVI en voldoet aan de genoemde randvoorwaarden.

13.2 Afvalstromen

Hieronder komen de te be-/verwerken afvalstromen aan de orde. Voor elke stroom wordt duidelijk het resultaat van de hoogwaardigheidstoets van de voorgenomen be-/verwerkingstechniek weergegeven.

Brandstofrestanten/off-spec partijen

De minimumstandaard voor brandstofrestanten/off-spec partijen (MJP-GA II, sector 6) is ontwateren en/of sedimentverwijdering. Indien deze technieken niet leiden tot een product dat voldoet aan de geldende specificaties voor brandstoffen is de minimumstandaard: destillatie t.b.v. een toepasbare brandstof of verbranden t.b.v. energie-opwekking onder voorwaarde dat wordt voldaan aan de NER en/of de Richtlijn 94/67/EG betreffende de verbranding van gevaarlijke afvalstoffen.

In de huidige situatie worden deze stromen bij North Refinery d.m.v. centrifuge/destillatie opgewerkt tot toepasbare brandstoffen. De bewerking voldoet daarmee aan de minimumstandaard. De bewerking zal ook in de volgende fasen van het voornemen plaatsvinden. Vanaf de eerste fase zullen zware fracties/residuen uit de centrifuge/destillatie in de smelter worden verbruikt als brandstof.

M.b.v. een LCA is aangetoond dat deze verwerking minstens even hoogwaardig is als verbranden (LCA afvalolie).

O/w/s-mengsels

De minimumstandaard voor o/w/s-mengsels (MJP-GA II sector 6) is scheiden in een olie-, een water- en een slibfractie waarna het volgende moet plaatsvinden:

- de waterfractie dient te worden geloosd;
- de oliefractie moet tot brandstof moet worden opgewerkt of ingezet voor rechtstreekse energie-opwekking in installaties die voldoen aan de NER en/of de Richtlijn 94/67/EG betreffende verbranding van gevaarlijke afvalstoffen;
- de slibfractie moet worden gereinigd in een grondreinigingsinstallatie.

In de huidige situatie worden deze stromen bij North Refinery volgens de minimumstandaard bewerkt en de oliefractie wordt opgewerkt tot toepasbare brandstoffen. Dit zal ook in de volgende fasen van het voornemen het geval zijn. Vanaf de eerste fase zullen zware fracties/residuen uit de centrifuge/destillatie van de oliefractie, als brandstof in de smelter worden verbruikt. Ook zullen niet tot brandstof opwerkbare oliefracties van o/w/s-mengsels afkomstig van derden in de smelter worden verwerkt. M.b.v. een LCA is aangetoond dat deze verwerking van oliefracties minstens even hoogwaardig is als verbranden (LCA afvalolie).

Het slib wordt in de huidige situatie als gevaarlijk afval afgevoerd (filtermateriaal) Vanaf de eerste fase van het voornemen zal de slibfractie in de smelter worden verwerkt. M.b.v. een LCA is aangetoond dat deze verwerking minstens even hoogwaardig is als de minimumstandaard, te weten reiniging in een grondreinigingsinstallatie (LCA oliehoudend slib).

Oliehoudend boorgruis

Voor oliehoudende boorspoelingen/-gruis (MJP-GA II sector 6) is de minimumstandaard scheiding door destillatie in minerale stof en een herbruikbare olie. In de huidige situatie vindt deze scheiding plaats en wordt de teruggewonnen olie, indien deze aan de kwaliteit voldoet, afgevoerd voor hergebruik. Vanaf de eerste fase zal een gedeelte van de ingangsstroom boorspoelingen/-gruis in de smelter worden verwerkt. M.b.v. een LCA is aangetoond dat deze verwerkingsmethode voldoet aan de minimumstandaard (LCA oliehoudend boorgruis).

Halogeen houdende olie

De minimumstandaard voor Halogeen houdende olie (olie met een halogeengehalte groter dan 50 ppm, niet-zijnde afgewerkte olie; MJP-GA II sector 6) is:

- destillatie en dehalogenatie of;
- inzet voor rechtstreekse energie-opwekking in installaties die voldoen aan de NER en/of de Richtlijn 94/67/EG betreffende de verbranding van gevaarlijke afvalstoffen.

Het voornemen is vanaf de eerste fase Halogeen houdende olie met een organisch chloorgehalte tot 5000 ppm (grens Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen) te be-/verwerken. Via een LCA is aangetoond dat de toe te passen be-/verwerkingstechnieken voldoen aan de minimumstandaard (LCA afgewerkte/halogeen-/PCB-houdende oliën).

PCB-houdende olie

Voor PCB-houdende olie (olie met een PCB-gehalte groter dan 0,5 ppm per congeneer; MJP-GA II sector 6) is de minimumstandaard het middels extractie of destillatie met een chemische nabehandeling opwerken tot brandstof of herbruikbare olie. Indien het opwerken tot een brandstof of herbruikbare olie niet mogelijk is, dient de olie te worden verbrand in een AVI of DTO of door gespecialiseerde bedrijven met terugwinning van chloor.

Het voornemen is vanaf de eerste fase PCB-houdende olie met een PCB-gehalte tot 50 ppm per congeneer (grens Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen) te be-/verwerken. Via een LCA is aangetoond dat de toe te passen be-/verwerkingstechnieken voldoen aan de minimumstandaard (LCA afgewerkte olie, halogeen-/PCB-houdende oliën).

Afgewerkte olie

De minimumstandaard voor afgewerkte olie (MJP-GA II sector 5) is opwerking tot gasolie, vergelijkbare brandstoffen of basissmeerolie middels technologieën die tenminste even hoogwaardig zijn als destillatie met een chemische nabehandeling.

Het voornemen is vanaf de eerste fase afgewerkte olie te be-/verwerken. Voor afgewerkte olie is via een LCA aangetoond dat de toe te passen be-/verwerkingstechnieken voldoen aan de minimumstandaard (LCA afgewerkte olie, halogeen-/PCB-houdende oliën).

Niet-regenereerbare halogeenarme oplosmiddelen

De minimumstandaard voor de bewerking van niet-regenereerbare halogeenarme oplosmiddelen is verbranden (MJP-GA II sector 18: te verbranden gevaarlijke afvalstoffen).

Vanaf de eerste fase is het mogelijk deze afvalstromen te be-/verwerken. M.b.v. een LCA is aangetoond dat de voorgenomen verwerking minstens even hoogwaardig is als verbranding (LCA halogeenarme oplosmiddelen).

C2-afvalstoffen

Voor C2-afvalstoffen (MJP-GA II sector 20) bestaat geen eenduidige minimumstandaard, maar een voorkeursvolgorde van verwijderingsmethoden gebonden aan criteria. De voorkeur heeft terugwinning van inzetbare grondstoffen. In de voorgenomen verwerkingstechnologie worden de metalen teruggewonnen en de minerale bestanddelen omgezet in synthetisch basalt, nuttig toe te passen als bouwstof. De verwerking voldoet aan het hoogst mogelijke niveau in de voorkeursvolgorde en is minstens even hoogwaardig als immobiliseren t.b.v. een nuttig toepasbaar product. Daarmee is voldaan aan de minimumstandaard.

C3-afvalstoffen

Ook voor C3-afvalstoffen (MJP-GA II sector 21) is een voorkeursvolgorde vastgesteld. Omdat het hier geen metaal houdende stoffen betreft, waarbij terugwinning mogelijk is, heeft nuttige toepassing de voorkeur. Daarbij worden deeltjesscheidingstechnieken genoemd voor het scheiden van de afvalstroom in een relatief schone, nuttig toe te passen hoofdstroom en een reststromen waarin de verontreinigingen zijn geconcentreerd. Deze reststroom zal moeten worden gestort en/of geïmmobiliseerd. In de voorgenomen verwerkingstechniek worden de C3-afvalstoffen omgezet in synthetische basalt, dat nuttig kan worden toegepast. In dit proces blijft geen verontreinigde reststroom over, vrijwel alle verontreinigingen worden afgescheiden en omgezet in afzetbare producten (metalen, synthesesgas). Daarmee is deze verwerkingstechniek minstens even hoogwaardig als het hoogste niveau in de voorkeursvolgorde en voldoet aan de minimumstandaard.

Oliefilters

Voor oliefilters (MJP GA II sector 12) wordt de huidige verwerking: shredderen gevolgd door verbranding in een roosteroven, aangemerkt als minimumstandaard. De verwerking van oliefilters in de PEC-installatie zal pyrolyse, metaalterugwinning en vergassing van de organische stoffen fractie zijn. Met behulp van een LCA is aangetoond dat deze verwerking voldoet aan de minimumstandaard (LCA oliefilters).

Gebruikte chemicaliënverpakkingen (GCV)

Het MJP-GA II geeft verschillende minimumstandaarden voor metaal houdende GCV en kunststof houdende GCV (MJP-GA II sector 13). Metaal houdende GCV moet gespoeld worden gevolgd door

verbranding van de verfractie. Voor kunststof houdende GCV is rechtstreekse verwerking in de DTO of spoelen en verbranding van de kunststoffractie in een AVI de minimumstandaard. Verwerking door de PEC-installatie zal in dit geval inhouden pyrolyse, metaalterugwinning en vergassen van de verfractie. Door middel van twee LCA's is aangetoond dat zowel voor metaal houdende GCV als voor kunststof houdende GCV deze voorgenomen verwerking aan de minimumstandaard voldoet (LCA gebruikte chemicaliënverpakkingen).

Ferro en non-ferro afvalstoffen

De minimumstandaard voor ferro- en non-ferro afvalstoffen (MJP-GA II sector 14) is metaalterugwinning met minimalisatie van de daarbij vrijkomende reststoffen. Bij verwerking in de PEC-installatie zal metaalterugwinning plaatsvinden; de organische fractie zal worden omgezet in synthesesgas en de minerale fractie in toepasbare bouwstof. De reststoffen worden op deze manier in dit proces geminimaliseerd. Voldaan wordt aan de minimumstandaard.

Niet-reinigbare verontreinigde grond

Voor niet-reinigbare grond (MJP-GA II sector 16) is storten toegestaan; de stroom is daarom als een C3-afvalstof te beschouwen (zie verder bij C3-afvalstoffen)

Kwikhoudende C1-afvalstoffen

Het voornemen is in de eindfase kwikhoudende C1-afvalstoffen (MJP-GA II sector 19) te gaan verwerken. De PEC-installatie zal daarvoor aangepast worden. Het gaat om de categorie 'overig kwikhoudend afval', dat wil zeggen kwikhoudend C1-afval uitgezonderd fluorescentiepoeder, uit het MJP-GA II. De minimumstandaard hiervoor is het High Temperature Oxidation (HTO) proces. Met behulp van een LCA is aangetoond dat de voorgenomen verwerkingstechniek voldoet aan de minimumstandaard (LCA kwikhoudende C1-afvalstoffen).

Zwavelhoudende afvalstoffen

Voor zwavelhoudende afvalstoffen (MJP-GA II sector 8) is nog geen minimumstandaard geformuleerd. M.b.t. deze afvalstroom zal het huidige beleid, gericht op zoveel mogelijk nuttige toepassing, worden gecontinueerd.

Bij de verwerking van afvalstromen in de nieuwe PEC-installaties zal terugwinning van zwavel plaatsvinden. Het zwavel zal kunnen worden afgezet als product. Daarmee past de voorgenomen verwerking binnen het huidige beleid. In eerste instantie (vanaf de eerste fase) worden alleen afvalstromen met maximaal 3% zwavel verwerkt. Mogelijk zal in de tweede fase ook sprake zijn van de verwerking van afvalstromen met meer dan 3% zwavel. Hiervoor zullen eerst proefnemingen worden gedaan.

Niet-gevaarlijke afvalstoffen

In het RUN-initiatief zullen vanaf de eerste fase niet-gevaarlijke (steek)vaste hoogcalorische en laagcalorische niet-gevaarlijke afvalstoffen verwerkt worden in de nieuwe PEC-installatie. Bij de hoogcalorische stromen gaat het om afvalstromen zoals hoogcalorische restfracties van huishoudelijk en soortgelijk afval (RDF, restfractie uit vergistingsinstallaties), shredderafval, hoogcalorische restfractie van bouw- en sloofafval en diverse kunststof-, papier/karton-, hout- en textiel houdende afvalstromen uit onder andere de industrie. De laagcalorische afvalstromen zijn niet-gevaarlijke afvalslibben, met name zuiveringsslib en rayonslib.

De betreffende afvalstoffen worden meestal verbrand of gestort. Het beleid m.b.t. deze afvalstoffen is een zo hoogwaardig mogelijke verwerking. Randvoorwaarden voor nieuwe thermische technieken zijn: een hoger energierendement dan verwijdering in AVI's en geen toename van de hoeveelheid te storten reststoffen in vergelijking met verwijdering in AVI's.

Voor de laagcalorische afvalstoffen geldt dat verwerking in de PEC-installatie hoogwaardiger is dan storten. Voor de hoogcalorische afvalstoffen is m.b.v. LCA's aangetoond dat de verwerking in de

PEC-installatie minstens even hoogwaardig is als verbranding in een AVI en ook voldoet aan de genoemde randvoorwaarden (LCA niet-gevaarlijke hoogcalorische afvalstoffen).

13.3 Methode en uitgangspunten levenscyclusanalyses

13.3.1 Algemeen

Als instrument binnen het productgerichte milieubeleid is de methode van de levenscyclusanalyse (LCA) ontwikkeld. De levenscyclus van een product, dat wil zeggen de gehele keten productie-consumptie-afvalverwerking, wordt hierin geanalyseerd op milieu-effecten. Indien voor een alternatief product (met dezelfde functie) ook een dergelijke analyse wordt uitgevoerd, kan een vergelijking worden gemaakt, waarbij wordt nagegaan welk product 'beter' is voor het milieu. Een LCA over de verwerking van afval is in principe een LCA van een product. Het product is hier echter abstract en betreft: 'de verwijdering van een bepaalde afvalstroom'.

De methodiek volgens welke de LCA's zijn uitgevoerd, is analoog aan die welke voor de LCA's in het MER MJP-GA II is gebruikt. Ook de LCA voor niet-gevaarlijk afval is volgens deze methode uitgevoerd.

In de LCA's zijn de effecten op de volgende milieuthema's beoordeeld:

- broeikaseffect;
- smogvorming;
- verzuring;
- vermesting;
- verspreiding (gesplitst in humane toxiciteit en ecotoxiciteit);
- energieverbruik;
- volume finaal afval.

De milieugevolgen zijn per thema bepaald en m.b.v. classificatiefactoren (zie bijlage 13.1) omgerekend naar thema-equivalenten. Tevens zijn de resultaten genormaliseerd (omgerekend naar de bijdrage aan de totale Nederlandse milieubelasting per thema) en gewogen volgens het distance-to-target principe (zie voor de methodiek MER MJP-GA II).

Het thema ozonlaagaantasting is niet meegenomen, omdat het in dit geval niet van belang is. Bij de beoordeelde verwerkingstechnieken vinden geen emissies plaats van voor dit thema relevante stoffen. Ook het thema grondstoffenverbruik is niet meegenomen. De milieu-effecten vanwege het verbruik van hulpstoffen worden wel betrokken in de LCA. Het uitputtingsaspect speelt alleen een belangrijke rol voorzover het om brandstoffen gaat en valt daarmee onder energieverbruik.

Bij ecotoxiciteit is alleen de aquatische toxiciteit betrokken. De terresterische ecotoxiciteit is buiten beschouwing gelaten vanwege het ontbreken van goede modellen voor emissie-schattingen en het ontbreken van een methode voor het meenemen van een tijdsvoorkeur bij lange-termijn effecten. In een aanvullend onderzoek op het MER MJP-GA II is dit verder onderbouwd [Min. van VROM en IPO, 1996c].

Voor de bepaling van milieu-ingrepen door de productie van basisgoederen zoals aardgas, diesel, elektriciteit, warmte, ijzer en hulpstoffen is uitgegaan van de gegevens die in het MER MJP-GA II (zie bijlage 13.2) zijn gebruikt voor de bepaling van de milieugevolgen van de minimumstandaarden. In afwijking van het MER MJP-GA II is mijnsteen niet meegenomen als afval bij de milieu-ingrepen. Hierbij is de LCA van de verwerking van hoogcalorisch afval in de PEC [CE, 1997] gevolgd. De reden hiervoor is het feit dat mijnsteen over het algemeen voldoet aan de eisen van categorie 1 bouwstoffen [Aalbers, 1993] en dus niet als te storten afval hoeft te worden aangemerkt. Dit heeft als consequentie dat verbranden in een draaitrommeloven (voor een aantal afvalstromen de minimumstandaard) op het thema afval slechter scoort dan volgens de berekeningen in het MER

MJP-GA II. De winstpost 'vermeden mijnsteenafval' bij de productie van elektriciteit vervalt namelijk.

Voor de milieu-ingrepen door de productie van non-ferro metalen (aluminium en koper) is uitgegaan van de gegevens uit de CE-rapport over de verwerking van hoogcalorisch afval in de PEC [CE, 1997], aangezien hierover geen gegevens in het MER MJP-GA II zijn vermeld (zie bijlage 13.3).

Door de omzetting van afvalstoffen in producten (grond-/brandstoffen) worden milieu-ingrepen (emissies, afval en energieverbruik) vermeden, die normaliter zouden optreden bij de reguliere productie van deze stoffen. Deze vermeden milieu-ingrepen worden meegenomen als winstposten in de LCA's.

Uit de resultaten van de uitgevoerde LCA's blijkt dat veel scores negatief zijn. In die gevallen is de milieubelasting van de uitgespaarde productie groter dan de milieubelasting van de verwerking en de daarmee gepaard gaande processen zelf.

In het MER MJP-GA II wordt een kanttekening gemaakt bij de gevallen waarin de uitgespaarde milieu-ingrepen bepalend zijn voor de beoordeling. De milieuprestaties van andere bedrijfstakken dan afvalverwijdering worden dan bepalend voor de prestaties van het afvalverwijderingssysteem. Indien het bij de vergelijking dan om verschillende uitgespaarde producties gaat, treedt een onzekerheid op die gerelateerd is aan de ontwikkelingen bij de betreffende productiesystemen.

In de hiernavolgende LCA's zijn de uitgespaarde milieu-ingrepen door de uitgespaarde productie van elektriciteit een voorbeeld hiervan. Deze uitgespaarde milieu-ingrepen blijken de bepalende factor te zijn bij de vergelijking van verwerking van afvalstoffen in de PEC-installatie (productie van synthesegas) tegenover verbranding (productie van elektriciteit en warmte). Voor de productie van elektriciteit is, analoog aan MER MJP-GA II, uitgegaan van de huidige rendementen en verhouding van gas- en kolencentrales. Dit levert een grote winstpost op voor verbranding. Indien hier verschuivingen in optreden, zal de balans voor met name de emissies van koolwaterstoffen en SO₂ (die zwaar wegen in de thema's smogvorming, verzuring en humane toxiciteit) anders uitvallen. Dit is te illustreren door de vergelijking ook uit te voeren met de aanname van elektriciteitsopwekking d.m.v. STEG-installaties. Deze berekeningen zijn hier niet uitgevoerd.

De gegevens over de milieugevolgen van be-/verwerking van gevaarlijke afvalstromen volgens de minimumstandaarden zijn gebaseerd op het MER MJP-GA II. De gegevens over de milieugevolgen van verbranding van niet-gevaarlijke hoogcalorische afvalstromen zijn gebaseerd op een uitgevoerde LCA voor de verwerking van hoogcalorisch afval in een PEC-installatie [CE, 1997].

De milieugevolgen van de voorgenomen be-/verwerkingen zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen zoals deze in het MER RUN zijn beschreven. Voor een aantal stromen geldt dat deze in een bepaalde verhouding gemengd worden verwerkt, met name in de PEC-installatie. Deze menging is noodzakelijk voor een goede procesvoering. In de LCA's is uitgegaan van de gemengde verwerking waarbij de milieu-effecten zo realistisch mogelijk zijn toegewezen aan de betreffende afvalstromen. Dit wordt per afvalstroom aangegeven.

Voor de samenstelling van de afvalstromen is zoveel mogelijk uitgegaan van de samenstellingen zoals ze zijn gebruikt in de LCA's in het MER MJP-GA II. In bijlage 6.1 staat een overzicht van typerende samenstellingen van de afvalstromen.

13.3.2 Verwerking in de PEC-installatie

Veel afvalstromen worden geheel of gedeeltelijk in de PEC-installatie verwerkt. Dit proces komt derhalve in veel LCA's terug. De bewerking in de PEC wordt daarom hieronder in het kort beschreven tezamen met de gebruikte aannames m.b.t. milieu-ingrepen.

Korte procesbeschrijving

Afvalstromen voor de pyrolyse-oven worden alvorens ze de pyrolyse worden ingevoerd eerst geshredderd. De pyrolysetrommel is een draaitrommel die extern verhit wordt met behulp van zelf geproduceerd synthesegas. In de pyrolyse wordt de brandbare stof bij ongeveer 500 °C ontleed, waardoor de metaalfraction wordt gereinigd. De ferro en non-ferro metalen worden uit het pyrolyseresidu afgescheiden met magneten en eddy-current technieken en kunnen als schroot worden verkocht.

Het pyrolysegas wordt in de vergasser, onder de toevoer van zuurstof en eventueel stoom, vergast tot synthesegas. Het pyrolyseresidu (cokes) wordt in de smelter als brandstof gebruikt.

In de smelter worden de te smelten anorganische afvalstoffen (zoals C2- en C3-afvalstoffen, oliehoudend slibfraction, boorgruis) samen met brandstof (zoals kool uit pyrolyseresidu en vloeibare oliehoudende afvalstoffen) bij hoge temperaturen (circa 1450 °C) verwerkt. In het smeltproces wordt het waste-to-waste principe toegepast: voor de verwerking van de laagcalorische afvalstoffen worden hoogcalorische afvalstoffen gebruikt. De afvalstoffen worden in een bepaalde verhouding aan de smeltreactor toegevoerd.

De smeltreactor bestaat uit twee cilindrische compartimenten. In het eerste compartiment wordt de voeding, brandstof en zuurstof toegevoerd. De brandbare afvalstoffen worden met zuurstof vergast tot synthesegas. Vrijwel alle aanwezige inerte stoffen smelten tot slak. De slakkwaliteit wordt gestuurd door een gecontroleerde toevoeging van minerale toeslagstoffen (zand en kalk). De gevormde minerale slak is een synthetische basalt, toepasbaar als categorie I bouwstof volgens het Bouwstoffenbesluit.

Afhankelijk van de hoeveelheid metalen wordt de smelter zo bedreven dat zich een metaallaag vormt, die apart kan worden gewonnen en aan de metallurgische industrie kan worden geleverd. Het synthesegas wordt in het tweede compartiment tot circa 900 °C gekoeld, eventueel door een injectie van water. Het geproduceerde synthesegas kan worden ingezet als feedstock in de chemische industrie of als stookgas worden gebruikt in de eigen WKC.

Het gas uit de vergasser en uit de smelter wordt gereinigd in de gasreiniging. Hierin worden de zure componenten (o.a. chloor) en stof uitgewassen. Het waswater circuleert en een deel van de circulatiestroom wordt gespuid om het zoutgehalte op peil te houden. Het zoute water dat hierbij ontstaat wordt na zuivering geloosd. Het gewassen smeltergas wordt gefilterd, waarbij het metaaloxidedstof wordt afgevangen en aan derden kan worden geleverd.

Indien een aparte smelterlijn voor kwikhoudende stromen wordt geïnstalleerd, zal uit de gaswasser kwik worden teruggewonnen. Dit kan als product worden verkocht.

Na de gaswasser wordt het gas gecondenseerd door direct contact met een circulerende koud water stroom, hetgeen een extra wasstap betekent. Via een spui wordt het overschot aan condensaat afgevoerd. Na zuivering kan dit worden hergebruikt als suppletiewater voor de koeltoren of eventueel worden geloosd. In de LCA's is, als worst-case, van dit laatste uitgegaan.

Na de condensatie vindt ontzwaveling plaats, waarbij het H₂S tot elementair zwavel wordt geoxideerd. Dit zwavel kan nuttig worden toegepast.

Als laatste stap in de gasreiniging wordt het synthesegas over een actief koolfilter geleid, waarin kwikdamp, organische verbindingen en stof worden afgevangen. Het beladen actieve kool wordt teruggevoerd in de smelter (indien het kwikgehalte niet te hoog is) of als gevaarlijk afval afgevoerd. In geval van een aparte smelterlijn voor kwikhoudende stromen kan het actieve kool worden teruggevoerd in de smelter, waardoor het afgevangen kwik wordt teruggewonnen.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

Voor de bepaling van de milieugevolgen door de verwerking van afvalstoffen zijn een aantal uitgangspunten gehanteerd. Deze worden hierna behandeld.

Uit het pyrolyse-/vergassings- en smeltproces zelf ontstaan geen rookgassen; alle brandbare stof wordt omgezet in synthesesegas. Wel komen door de ondervuring van de pyrolyse rookgassen vrij. Als brandstof wordt synthesesegas gebruikt. Ook bij het gebruik van synthesesegas als stookgas in de WKC komen rookgassen vrij. De optredende emissies zijn bepaald op basis van het synthesesegasverbruik, een rookgasdebiet van 3 m³/kg gas en de maximale rookgasconcentraties bij de het verstoken van het gas (zie tabel 12.4b). Vanwege het gebruik van gereinigd synthesesegas gaat het slechts om lage emissies.

De emissies naar water zijn afhankelijk van de hoeveelheid uit het proces vrijkomend condensaat en zout water. Uit de massabalans voor de PEC-installatie blijkt dat de hoeveelheid condensaat vrijwel gelijk is aan de hoeveelheid water in de ingangsstroom. Het injectiewater in de gasreiniging wordt gerecicleerd. In de LCA worden de hoeveelheid condensaat gelijkgesteld aan de hoeveelheid water in de ingangsstroom. Voor de concentraties in het condensaat is uitgegaan van de maximale effluentconcentraties voor dit afvalwater (zie bijlage 9.4).

De hoeveelheid zout water is afhankelijk van het organische chloorgehalte in de ingangsstroom. Aangenomen is dat al het organisch chloor wordt omgezet in HCl en uiteindelijk in het zoute water terecht komt. De concentratie van zout (NaCl) in het spuiwater is constant en is gesteld op 150 g/l. Hieruit is de hoeveelheid vrijkomend afvalwater afgeleid. Voor de bepaling van de emissies van de overige stoffen via het zout water is uitgegaan van de verwachte concentraties in deze waterstroom zoals deze voor het proces zijn gegeven (zie bijlage 9.4).

De enige afvalstroom die bij het PEC-proces ontstaat is beladen actief kool. Het vrijkomende actieve kool is bepaald op de verwachte gemiddelde hoeveelheid van 0,3 kg/ton verwerkt afval. Aangenomen is dat de helft zal worden afgevoerd als afval. Indien een aparte smelterlijn voor kwikhoudende afvalstoffen is geïnstalleerd, kan het actieve kool hierin worden verwerkt. Het kwik wordt teruggewonnen en er komt geen afvalstroom vrij. Dit vormt het uitgangspunt in de LCA voor kwikhoudende afvalstoffen.

Het verbruik van synthesesegas voor de ondervuring van de pyrolyse is bepaald op basis van de samenstelling van de te verwerken afvalstroom. Dit verbruik is meegenomen door bij de productie van synthesesegas van de netto hoeveelheid uit te gaan (totaal geproduceerde hoeveelheid synthesesegas min de hoeveelheid synthesesegas voor de ondervuring van de pyrolyse).

Het zuurstofverbruik is gerelateerd aan het gehalte brandbare stof in de afvalstof en de samenstelling hiervan. De milieugevolgen gerelateerd aan het zuurstofverbruik worden bepaald door de benodigde elektriciteit voor de productie van de zuurstof: 900 MJ per ton zuurstof. Het eigen elektriciteitsverbruik is bepaald op basis van het totale elektriciteitsverbruik van de PEC-installatie. Per ton afval is dit gesteld op 500 MJ.

De gasreiniging verbruikt NaOH. Mogelijk wordt hierbij gebruik gemaakt van afvalloog. Het verbruik is gerelateerd aan het organisch chloorgehalte van de afvalstof. Daarbij is aangenomen dat al het in de afvalstof aanwezige organische chloor als HCl in het gas terecht komt en wordt uitgewassen in de gasreiniging. De milieu-ingrepen door de productie van het NaOH zijn meegenomen in de LCA's, waarbij dus is aangenomen dat geen gebruik wordt gemaakt van afvalloog.

De benodigde hoeveelheid minerale flux is gemiddeld 10% van de asrest van de ingevoerde afvalstroom. Deze hoeveelheid is aangenomen in de LCA's. Voor de bepaling van de milieu-ingrepen is uitgegaan van de productie van zand.

Andere hulpstoffen worden slechts in kleine hoeveelheden gebruikt. Aangenomen is dat de bijdrage hiervan aan de milieugevolgen verwaarloosbaar is.

Vermeden milieu-ingrepen

Voor het synthesesgas zijn in de LCA's twee varianten doorerekend:

- 1) gebruik als feedstock in de chemische industrie;
- 2) gebruik als stookgas in de WKC

De hoeveelheden netto geproduceerd synthesesgas en nuttige warmte zijn gebaseerd op de massa- en energiebalans voor de verwerking van de afvalstoffen in de PEC-installatie.

In de eerste variant zijn de vermeden emissies en het bespaarde energieverbruik door de uitgespaarde productie van het synthesesgas meegenomen als winstpost. Voor de milieu-ingrepen door de productie van synthesesgas is uitgegaan van het 'steam reforming proces' waarin met een maximale thermische efficiëntie van 78,5% aardgas wordt omgezet in synthesesgas [Kirk-Othmer, 1991].

In de tweede variant zijn de vermeden emissies en het bespaarde energieverbruik door de productie van elektriciteit en warmte meegenomen. Voor de energierugwinning is uitgegaan van een omzetting van 42% van de calorische waarde van het synthesesgas in elektriciteit en 40% in warmte.

De teruggewonnen warmte bij de koeling van het gas bedraagt volgens de warmtebalans voor de pyrolysestromen gemiddeld 12% van de calorische waarde van de ingangsstromen. Hierdoor worden emissies vermeden, die normaliter zouden optreden bij de productie van warmte. Deze vermeden emissies worden meegenomen als winstpost.

Van de in de PEC verwerkte metaal houdende stromen wordt respectievelijk 95% en 90% van de in het afval aanwezige ferro metalen (ijzer) en non-ferro metalen (met name aluminium en koper) teruggewonnen. De vermeden milieu-ingrepen door de uitgespaarde productie van ijzer en van aluminium en koper worden meegenomen in de LCA's.

De vermeden milieu-ingrepen door de productie van synthetisch basalt zijn niet meegenomen, omdat deze vooral bestaan uit transportemissies.

13.4 LCA afvalolie

13.4.1 Inleiding

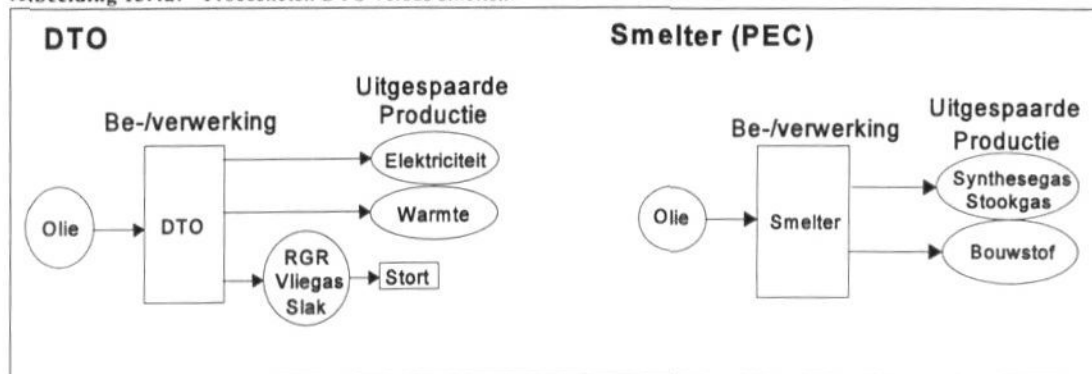
In het RUN-initiatief worden bepaalde oliehoudende afvalstoffen verwerkt in de smelter waar ze dienen als brandstof voor het smeltproces. De brandbare stof wordt daarbij omgezet in synthesesgas. Het gaat met name om zware fracties/residuen afkomstig van de destillatie en niet tot brandstof opwerkbare oliefracties afkomstig van andere verwerkers (de betreffende stromen worden hier verder afvalolie genoemd).

Met behulp van een Levens Cyclus Analyse (LCA) is de voorgenomen verwerking in de smelter wat betreft hoogwaardigheid getoetst aan de minimumstandaard, in dit geval verbranding. Daarbij is de verwerking vergeleken met verbranding in een DTO. In afbeelding 13.4a staan de procesketens voor de te vergelijken processen weergegeven.

De LCA is analoog uitgevoerd aan de LCA zoals deze is uitgevoerd in het MER MJP-GA II voor de oliefractie van o/w/s-mengsels. De milieugevolgen door verbranding in de DTO zijn gebaseerd op de gegevens uit deze LCA. De milieugevolgen van verwerking in de smelter zijn gebaseerd op de massa- en energiebalansen voor de PEC-installatie zoals deze ook in het MER-RUN zijn beschreven.

Voor de samenstelling van afvalolie is uitgegaan van de gegevens zoals deze ook in de MER MJP-GA zijn gebruikt (zie voor de samenstelling bijlage 6.1).

Afbeelding 13.4a: Procesketen DTO versus smelten.



13.4.2 Verbranden in een DTO

Korte procesbeschrijving

In een draaitrommeloven (DTO) worden afvalstoffen bij hoge temperaturen verbrand. De afvalstoffen worden in een bepaalde verhouding (wat betreft verpompbaar/vast en hoogcalorisch/laagcalorisch) toegevoerd aan de oven.

De DTO bestaat uit een draaiende cilindervormige kamer, die onder een kleine hoek staat om transport onder invloed van de zwaartekracht te laten plaatsvinden. Achter de DTO bevindt zich een naverbrandingskamer, waarin de verbrandingsgassen enkele seconden op een temperatuur van 1100-1200 °C worden gehouden. De rookgassen worden in een aantal stappen gereinigd, waarbij vliegslak en rookgasreinigingsresidu (rgr) ontstaat. Bij afkoeling van de rookgassen vindt zoveel mogelijk energierugwinning plaats door opwekking van elektriciteit en productie van gedestilleerd water. De slakken en vliegassen worden als C3-afval gestort. Het rookgasreinigingsresidu is C2-afval.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

In het MER MJP-GA II is voor de milieugevolgen uitgegaan van de gegevens van de in 1993 opgestarte DTO-9 met geavanceerde rookgasreiniging.

Voor de emissies naar lucht (rookgassen) en water zijn een aantal aannames gedaan. De procesgebonden emissies (zoals CO₂, NO_x en C_xH_y) zijn evenredig verondersteld met de calorische waarde van de afvalstof. De componentgebonden emissies (zoals SO₂, metalen en EOX) zijn bepaald als fracties van de gehalten in de afvalstof. Aangenomen is dat de uitloging naar de bodem uit de gestorte reststoffen (slakken, vliegslak en rookgasreinigingsresidu) over de gehele levensduur 0,1% van de metalen en de anionen bedraagt.

Het elektriciteitsverbruik van de DTO bedraagt 500 MJ/ton afval. De rookgasreiniging verbruikt natronloog (NaOH) en kalk (CaO) voor het neutraliseren van verzurende emissies. Het verbruik van NaOH en CaO is gekoppeld aan het zwavel-, chloor- en fluorgehalte van het afval. De milieu-ingrepen gerelateerd aan de productie van de verbruikte hoeveelheden NaOH en CaO zijn meegenomen. Milieugevolgen door het verbruik van andere hulpstoffen zijn vanwege de geringe hoeveelheden niet meegenomen.

Vermeden milieu-ingrepen

Voor de energierugwinning is uitgegaan van een omzetting van 19,8% van de calorische waarde van de afvalstof in elektriciteit en 14,6% in warmte voor de productie van gedestilleerd water. De hierdoor vermeden emissies die normaliter bij de opwekking van elektriciteit en warmte optreden, zijn als winstpost meegenomen. Bij de bepaling van de vermeden emissies is uitgegaan van

gemiddelde emissies bij de elektriciteitsproductie voor het Nederlandse net en van productie van stoom d.m.v. gas.

13.4.3 Verwerking in de smelter

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. Hieronder is de uitwerking voor de verwerking van afvalolie in de smelter gegeven. Een overzicht van de milieu-ingrepen staat in tabel 13.4a.

Tabel 13.4a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton afvalolie in de PEC-installatie.

	Variant synthesegas	Variant WKC
Directe emissies naar water (ton)		
Cd	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
metalen	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
CZV	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$
BZV	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$
totaal stof	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
organisch stof	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-7}$
N-kjeldahl	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
zout (NaCl)	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
Directe emissies naar lucht (ton)		
As	-	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Cd	-	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Co	-	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Cr	-	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Cu	-	$5,2 \cdot 10^{-4}$
Hg	-	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Mn	-	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Ni	-	$2,6 \cdot 10^{-4}$
Pb	-	$2,3 \cdot 10^{-4}$
V	-	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Metalen	-	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Stof	-	$2,3 \cdot 10^{-4}$
HCl	-	$2,3 \cdot 10^{-4}$
HF	-	$1,6 \cdot 10^{-4}$
SO _x	-	$4,3 \cdot 10^{-4}$
NO _x	-	$4,7 \cdot 10^{-4}$
CO ₂	-	3,0
CO	-	$7,8 \cdot 10^{-4}$
CxHy	-	$1,6 \cdot 10^{-4}$
TCDD TEQ	-	$7,8 \cdot 10^{-11}$
Afval (kg)		
actieve kool	0,15	0,15
Energieverbruik (MJ)		
elektriciteit zuurstofproductie	1170	1170
overige elektriciteit	500	500
Verbruik hulpstoffen		
zuurstof (ton)	1,3	1,3
NaOH (kg)	1,1	1,1
Uitgespaarde productie		
synthesegas (MJ)	26800	-
elektriciteit WKC (MJ)	-	11300
warmte WKC (MJ)	-	10700

13.4.4 Vergelijking milieugevolgen

In tabel 13.4b zijn de scores per milieuthema aangegeven voor verbranding in de DTO en voor verwerking in de smelter (PEC-installatie) per ton verwerkt afvalolie.

Over het algemeen scoort verwerking in de smelter beter dan of gelijkwaardig aan verbranding in de DTO. Dit geldt zowel voor de optie dat synthesegas als chemical feedstock wordt afgezet als bij

de optie dat het als stookgas in de WKC wordt ingezet. De totale genormaliseerde en gewogen score voor de PEC is beter dan die voor de DTO.

De milieubelasting door de verwerkingstechniek en daaraan gerelateerde processen zelf is over het algemeen voor verwerking in de smelter minder dan voor verbranding in de DTO. De vermeden emissies zijn bij verbranding in de DTO echter hoger dan bij synthesegas-variant. Daardoor scoort de DTO hier iets beter op de thema's smogvorming, verzuring en humane toxiciteit. Dit heeft vooral te maken met de uitgespaarde productie van elektriciteit bij de DTO. In de inleiding is hierover een kanttekening gemaakt. Indien voor de elektriciteitsopwekking van andere veronderstellingen wordt uitgegaan (STEG-installaties i.p.v. huidig gemiddelde voor de Nederlandse situatie) zal ook de synthesegas-variant van de PEC-verwerking voor alle thema's beter scoren dan de DTO.

Tabel 13.4b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton afvalolie in de DTO en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton Ig)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
DTO	1,3	-4,5*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	2,2*10 ⁻⁴	-1,9*10 ⁻¹	5,7*10 ⁻⁴	-2,5*10 ⁻⁴	1,8*10 ⁻¹	
PEC syngas	-2,8*10 ⁻¹	-2,2*10 ⁻¹	-1,2*10 ⁻¹	-1,4*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	8,3*10 ⁻⁴	-3,3*10 ⁻⁴	2,7*10 ⁻⁴	
PEC WKC	4,4*10 ⁻¹	-8,7*10 ⁻¹	-5,4*10 ⁻¹	-4,4*10 ⁻⁴	-5,9*10 ⁻¹	8,3*10 ⁻⁴	-3,7*10 ⁻⁴	-1,3*10 ⁻¹	
genormalis. DTO	5,1*10 ⁻⁸	-7,9*10 ⁻¹⁰	-1,6*10 ⁻⁸	2,2*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	6,3*10 ⁻¹²	-8,8*10 ⁻⁸	1,0*10 ⁻⁸	-6,2*10 ⁻⁸
PEC syngas	-1,1*10 ⁻⁸	-3,8*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁸	-1,5*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻⁸	9,1*10 ⁻¹²	-1,2*10 ⁻⁸	1,7*10 ⁻¹⁰	-1,6*10 ⁻⁸
PEC WKC	1,8*10 ⁻⁸	-1,5*10 ⁻⁸	-5,3*10 ⁻⁸	-4,8*10 ⁻¹⁰	-4,7*10 ⁻⁸	9,1*10 ⁻¹²	-1,3*10 ⁻⁸	-8,5*10 ⁻¹⁰	-2,4*10 ⁻⁸
gewogen DTO	6,2*10 ⁻⁹	-1,8*10 ⁻⁹	-4,1*10 ⁻⁹	6,3*10 ⁻¹⁰	-2,6*10 ⁻⁹	1,1*10 ⁻¹⁰	-9,0*10 ⁻⁹	3,5*10 ⁻⁹	-7,2*10 ⁻⁹
PEC syngas	-1,4*10 ⁻⁹	-8,6*10 ⁻¹⁰	-3,1*10 ⁻⁹	-4,1*10 ⁻¹⁰	-2,1*10 ⁻⁹	1,6*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁹	5,4*10 ⁻¹⁰	-1,9*10 ⁻⁹
PEC WKC	2,2*10 ⁻⁹	-3,5*10 ⁻⁹	-1,4*10 ⁻⁹	-1,3*10 ⁻¹⁰	-8,1*10 ⁻⁹	1,6*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻⁹	-2,6*10 ⁻¹⁰	-3,8*10 ⁻⁹

Hieronder wordt de vergelijking per milieuthema besproken.

Broeikaseffect

Verwerking in de smelter (PEC) scoort voor beide varianten beter op het broeikaseffect dan verbranden in de DTO. De WKC-variant en verwerking in de DTO hebben een vergelijkbare CO₂-emissie als gevolg van rookgassen. De vermeden emissies van CO₂ (door de uitgespaarde elektriciteit- en warmteproductie) zijn bij de DTO echter lager dan bij de WKC-variant. In de synthesegas-variant van de PEC zijn de vermeden emissies van CO₂ (door de uitgespaarde productie van synthesegas) lager dan in de minimumstandaard. Verwerking in de PEC scoort in deze variant toch beter dan de minimumstandaard door het feit dat hierbij geen rookgassen vrijkomen, in tegenstelling tot bij verbranding.

Smogvorming

Op het thema smogvorming scoort de PEC in de WKC-variant beter dan de DTO. De vermeden emissies van koolwaterstoffen door de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte zijn in deze variant hoger dan bij verbranding. Bovendien zijn de emissies die via de rookgassen optreden lager bij het stoken van synthesegas in de WKC dan bij verwerking van afvalolie in de DTO.

De synthesesegas-variant scoort op dit thema slechter dan de DTO. De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van synthesesegas zijn lager dan die door de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte bij verwerking in de DTO. Bij deze laatste is de vermeden emissie van methaan, die normaliter bij de productie van elektriciteit zou optreden, bepalend.

Verzuring

Verwerking in de PEC scoort op het thema verzuring voor de WKC-variant beter en voor de synthesesegas-variant iets slechter dan verbranding in de DTO. Bij de WKC-variant zijn de vermeden emissies van NO_x en SO_2 hoger en de emissies van deze stoffen via de rookgassen lager.

De scores voor de DTO en de synthesesegas-variant liggen in dezelfde orde grootte. Door de vrijkomende rookgassen zijn de emissies door verbranding in de DTO hoger dan die door verwerking in de PEC. Dit wordt gecompenseerd door de hogere vermeden emissies bij de DTO ten opzichte van die bij de synthesesegas-variant van de PEC.

Vermesting

De score op vermesting wordt grotendeels bepaald door de emissie van NO_x naar de lucht. Door de relatief hoge emissie van NO_x via de rookgassen bij verbranding in de DTO scoort verwerking in de PEC beter in beide varianten (zie ook bij verzuring).

Verspreiding

De score op humane toxiciteit wordt zowel voor verbranden in de DTO als voor verwerking in de PEC overheerst door de emissies van SO_2 , NO_x en C_xH_y naar de lucht. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAK's en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger.

De WKC-variant van de PEC scoort beter dan verwerking in de DTO, vanwege de lagere emissies via rookgassen en hogere vermeden emissies. De synthesesegas-variant scoort vergelijkbaar. Aan de ene kant is er hier in tegenstelling tot bij verbranding geen sprake van rookgassen; aan de andere kant zijn de vermeden emissies lager.

Wat betreft de aquatische toxiciteit scoort de PEC voor beide varianten iets slechter dan de DTO. Opgemerkt moet hier worden dat voor de emissies naar water bij de PEC van een wordt-case is uitgegaan, waarin het afvalwater niet wordt gebruikt als suppletiewater voor de koeltoren.

Energie

De scores op het thema energie worden overheerst door de uitgespaarde hoeveelheden primaire energie. Deze energie is bij verwerking in de PEC voor beide varianten hoger dan bij verbranding in de DTO. De hoeveelheden primaire energie die worden uitgespaard door de productie van synthesesegas in de synthesesegas-variant en door de productie van elektriciteit en warmte in de WKC-variant zijn groter dan die bij de energietेरugwinning in de vorm van elektriciteit en warmte bij verbranding in de DTO. De PEC scoort dus beter op dit thema.

Afval

Verbranding in de DTO scoort slechter op het thema afval vanwege het vrijkomen van een hoeveelheid te storten afval (slak, vlieg-as en rookgasreinigingsresidu). De hoeveelheid afval die bij het PEC-proces vrijkomt is hiermee vergeleken verwaarloosbaar.

13.4.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van afvalolie in de PEC-installatie is minstens even hoogwaardig als verbranding in de DTO. Deze verwerkingstechniek voldoet daarmee aan de minimumstandaard.

13.5 LCA halogeenarme oplosmiddelen

13.5.1 Inleiding

In het RUN-initiatief bestaat vanaf de eerste fase de mogelijkheid van verwerking van halogeenarme oplosmiddelen. Het gaat daarbij om de niet-regenereerbare oplosmiddelen, waarvoor verbranden de minimumstandaard is. De oplosmiddelen kunnen worden verwerkt in de vergasser.

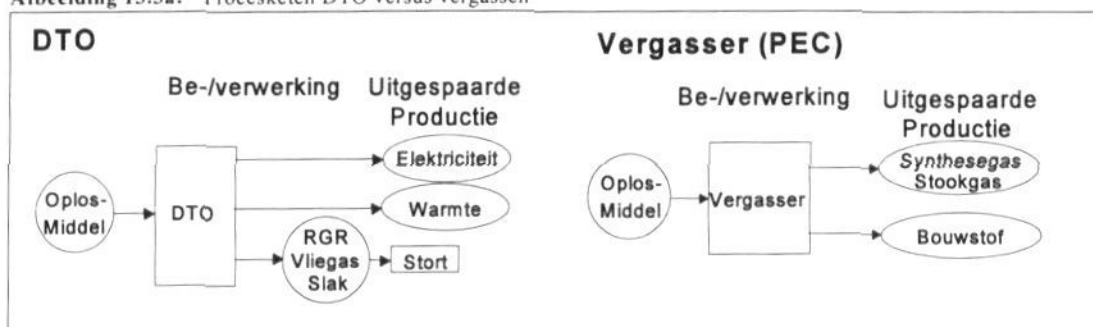
De brandbare stof wordt daarbij omgezet in synthesesgas.

Met behulp van een Levens Cyclus Analyse (LCA) is de voorgenomen verwerking in de vergasser wat betreft hoogwaardigheid getoetst aan de minimumstandaard, in dit geval verbranding. Daarbij is de verwerking vergeleken met verbranding in een DTO. In afbeelding 13.5a staan de procesketens voor de te vergelijken processen weergegeven.

De LCA is analoog uitgevoerd aan de LCA zoals deze is uitgevoerd in het MER MJP-GA II voor de halogeenarme oplosmiddelen. De milieugevolgen door verbranding in de DTO zijn gebaseerd op de gegevens uit deze LCA. De milieugevolgen van verwerking in de vergasser zijn gebaseerd op de massa- en energiebalansen voor de PEC-installatie.

Voor de samenstelling van halogeenarme oplosmiddelen is uitgegaan van de gegevens zoals deze ook in de MER MJP-GA zijn gebruikt (zie bijlage 6.1 voor de samenstelling).

Afbeelding 13.5a: Procesketen DTO versus vergassen



13.5.2 Verbranden in een DTO

Zie voor een korte beschrijving van verwerking van afvalstoffen in de DTO en de bijbehorende aannamen t.a.v. milieu-ingrepen, de LCA voor afvalolie.

13.5.3 Verwerking in de smelter

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. In tabel 13.5a staan de op basis van deze aannamen berekende waarden voor halogeenarme oplosmiddelen weergegeven.

Tabel 13.5a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton halogeenarm oplosmiddel in de PEC-installatie

	Variant synthesesgas	Variant WKC
Directe emissies naar water (ton)		
CZV	$1,1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$
N-kjeldahl	$5,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$
zout (NaCl)	$1,7 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^3$
Directe emissies naar lucht (ton)		
As	-	$2,6 \cdot 10^4$
Cd	-	$1,7 \cdot 10^4$
Co	-	$1,5 \cdot 10^4$
Cr	-	$1,5 \cdot 10^4$

	Variant synthesesgas	Variant WKC
Cu	-	$5,6 \cdot 10^4$
Hg	-	$1,7 \cdot 10^4$
Mn	-	$1,5 \cdot 10^4$
Ni	-	$2,8 \cdot 10^4$
Pb	-	$2,6 \cdot 10^4$
V	-	$1,5 \cdot 10^4$
Metalen	-	$2,6 \cdot 10^4$
Stof	-	$2,6 \cdot 10^4$
HCl	-	$2,6 \cdot 10^4$
HF	-	$1,7 \cdot 10^4$
SOx	-	$4,7 \cdot 10^4$
NOx	-	$5,1 \cdot 10^4$
CO2	-	3,3
CO	-	$8,5 \cdot 10^3$
CxHy	-	$1,7 \cdot 10^4$
TCDD TEQ	-	$8,5 \cdot 10^{11}$
Afval (kg)		
actieve kool	0,15	0,5
Energieverbruik (MJ)		
elektriciteit productie zuurstof	1100	1100
overige elektriciteit	500	500
Verbruik hulpstoffen		
zuurstof (ton)	1,2	1,2
NaOH (kg)	2,3	2,3
Uitgespaarde productie		
synthesesgas (MJ)	29300	-
warmte uit koeling (MJ)	5100	5100
elektriciteit WKC (MJ)	-	12300
warmte WKC (MJ)	-	11700

13.5.4 Vergelijking milieugevolgen

In tabel 13.5b zijn de scores per milieuthema aangegeven voor verbranding in de DTO en voor verwerking in de vergasser (PEC-installatie) per ton verwerkt oplosmiddel.

Over het algemeen scoort verwerking in de vergasser beter dan of gelijkwaardig aan verbranding in de DTO. De milieubelasting door de verwerkingstechniek en daaraan gerelateerde processen zelf is voor alle thema's voor verwerking in de vergasser minder dan voor verbranding in de DTO. De vermeden emissies zijn bij verbranding in de DTO echter hoger dan de vermeden emissies in de synthesesgas-variant. Dit heeft vooral te maken met de uitgespaarde productie van elektriciteit bij de DTO. In de inleiding is hierover een kanttekening gemaakt. Indien voor de elektriciteitsopwekking van andere veronderstellingen wordt uitgegaan (STEG-installaties i.p.v. huidig gemiddelde voor de Nederlandse situatie) zal ook de WKC-variant voor alle thema's beter scoren.

Tabel 13.5b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton halogeenarm oplosmiddel in de DTO en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton Ig)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
DTO	1,3	$-5,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,8 \cdot 10^{-1}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$-2,2 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$-2,8 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^2$	
PEC syngas	$-6,8 \cdot 10^{-1}$	$-3,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,9 \cdot 10^{-1}$	$-6,6 \cdot 10^{-1}$	$-2,4 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$-4,2 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^4$	
PEC WKC	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,0 \cdot 10^{-1}$	$-6,5 \cdot 10^{-1}$	$-5,3 \cdot 10^{-1}$	$-7,2 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$-4,7 \cdot 10^4$	$-1,5 \cdot 10^1$	
genormalis. DTO	$5,5 \cdot 10^{-1}$	$-8,8 \cdot 10^{-1}$	$-1,8 \cdot 10^{-1}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$-1,8 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$-9,8 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$	$-5,3 \cdot 10^1$
PEC syngas	$-2,8 \cdot 10^{-1}$	$-5,5 \cdot 10^{-1}$	$-1,9 \cdot 10^{-1}$	$-6,9 \cdot 10^{-1}$	$-1,9 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$-1,5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^{11}$	$-2,2 \cdot 10^4$

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
PEC WKC	$4,3 \cdot 10^{-18}$	$-1,8 \cdot 10^{-7}$	$-6,4 \cdot 10^{-7}$	$-5,6 \cdot 10^{-18}$	$-5,8 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$	$-1,7 \cdot 10^{-8}$	$-9,7 \cdot 10^{-11}$	$-3,1 \cdot 10^{-8}$
gewogen DTO	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$-2,0 \cdot 10^{-7}$	$-4,6 \cdot 10^{-7}$	$6,7 \cdot 10^{-18}$	$-3,0 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$	$-1,0 \cdot 10^{-8}$	$9,8 \cdot 10^{-10}$	$-2,5 \cdot 10^{-7}$
PEC syngas	$-3,3 \cdot 10^{-7}$	$-1,3 \cdot 10^{-7}$	$-4,9 \cdot 10^{-7}$	$-1,9 \cdot 10^{-18}$	$-3,3 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$-1,5 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-11}$	$-2,8 \cdot 10^{-7}$
PEC WKC	$5,2 \cdot 10^{-18}$	$-4,1 \cdot 10^{-7}$	$-1,7 \cdot 10^{-7}$	$-1,6 \cdot 10^{-18}$	$-9,8 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$-1,7 \cdot 10^{-8}$	$-3,0 \cdot 10^{-10}$	$-4,9 \cdot 10^{-8}$

Hieronder wordt de vergelijking per milieuthema besproken.

Broeikaseffect

Verwerking in de vergasser (PEC) scoort voor beide varianten beter op het broeikaseffect dan verbranden in de DTO. De WKC-variant en verwerking in de DTO hebben een vergelijkbare CO₂-emissie als gevolg van rookgassen. De vermeden emissies van CO₂ bij de WKC-variant (door de uitgespaarde elektriciteit- en warmteproductie) zijn hoger dan die bij de DTO. In de synthesesegash-variant zijn de vermeden emissies lager. Dat verwerking in de vergasser toch beter scoort, wordt veroorzaakt door het feit dat hierbij geen rookgassen vrijkomen, in tegenstelling tot bij verbranding.

Smogvorming

Op het thema smogvorming scoort de PEC in de WKC-variant beter dan de DTO. De vermeden emissies van koolwaterstoffen door de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte zijn in deze variant hoger dan bij de DTO. Bovendien zijn de emissies die via de rookgassen optreden lager bij het stoken van synthesesgas in de WKC dan bij verwerking van afvalolie in de DTO.

De synthesesgas-variant scoort op dit thema slechter dan de DTO. De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van synthesesgas zijn lager dan die door de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte bij verwerking in de DTO. Bij deze laatste is de vermeden emissie van methaan, die normaliter bij de productie van elektriciteit zou optreden, bepalend.

Verzuring

Verwerking in de vergasser scoort op het thema verzuring in de WKC-variant beter dan verbranding in de DTO; in de synthesesgas-variant gelijkwaardig. Bij de WKC-variant zijn de vermeden emissies van NO_x en SO₂ hoger en de emissies van deze stoffen via de rookgassen lager. In de synthesesgas-variant zijn geen emissies door rookgassen. Dit wordt gecompenseerd door de hogere vermeden emissies bij de DTO.

Vermesting

De score op vermisting wordt grotendeels bepaald door de emissie van NO_x naar de lucht. Deze zijn voor verbranding in de DTO groter dan voor verwerking in de PEC. Daardoor scoort de PEC beter.

Verspreiding

De WKC-variant van de PEC scoort beter dan verwerking in de DTO, vanwege de lagere emissies via rookgassen en hogere vermeden emissies. De synthesesgas-variant scoort vergelijkbaar. Aan de ene kant is er hier in tegenstelling tot bij verbranding geen sprake van rookgassen; aan de andere kant zijn de vermeden emissies lager.

Wat betreft de aquatische toxiciteit scoort de PEC voor beide varianten iets slechter dan de DTO. Opgemerkt moet hier worden dat voor de emissies naar water bij de PEC van een worst-case is uitgegaan, waarin het afvalwater niet wordt gebruikt als suppletiewater voor de koeltoren.

De score op humane toxiciteit wordt zowel voor verbranden in de DTO als voor verwerking in de vergasser overheerst door de emissies van SO₂, NO_x en C_xH_y naar de lucht. Ondanks de relatief lage

toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAK's en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. De WKC-variant van de PEC scoort beter dan verwerking in de DTO, vanwege de lagere emissies via rookgassen en hogere vermeden emissies. De synthesesgas-variant scoort vergelijkbaar. Aan de ene kant is er hier in tegenstelling tot bij verbranding geen sprake van rookgassen; aan de andere kant zijn de vermeden emissies lager. Op de aquatische toxiciteit scoort de PEC beter dan de DTO.

Energie

De scores op het thema energie worden overheerst door de uitgespaarde hoeveelheden primaire energie. Deze is bij verwerking in de vergasser hoger dan bij verbranding in de DTO. De hoeveelheid primaire energie die wordt uitgespaard door de productie van synthesesgas is of door elektriciteit/warmte in de WKC-variant is groter dan die bij de energierugwinning in de vorm van elektriciteit en warmte bij verbranding in de DTO. De PEC scoort dus beter op dit thema.

Afval

Verbranding in de DTO scoort slechter op het thema afval vanwege het vrijkomen van een hoeveelheid te storten afval (slak, vlieg-as en rookgasreinigingsresidu). De hoeveelheid afval die bij het PEC-proces vrijkomt is hiermee vergeleken verwaarloosbaar.

13.5.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van niet-regenereerbare oplosmiddelen in de PEC-installatie is minstens even hoogwaardig als verbranding in de DTO. Deze verwerkingstechniek voldoet daarmee aan de minimumstandaard.

13.6 LCA oliefilters

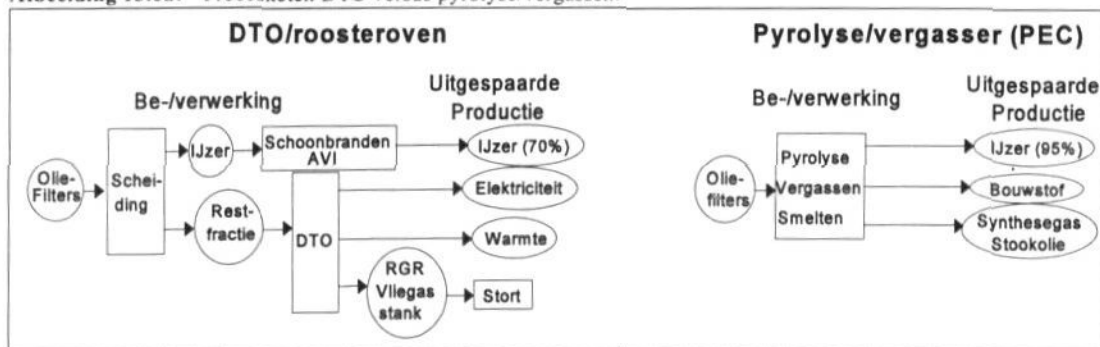
13.6.1 Inleiding

In het RUN-initiatief bestaat de mogelijkheid tot de verwerking van oliefilters. De verwerking hiervan is shredderen en pyrolyseren, waarna het ijzer wordt teruggewonnen en het olieresidu wordt vergast tot synthesesgas. Het gedemetaliseerde pyrolyseresidu wordt in de smelter verwerkt. Volgens het MJP GA II wordt de huidige verwerking van oliefilters aangemerkt als minimumstandaard (sector 12): shredderen gevolgd door verbranding in een roosteroven. De terugwinning van de metaalfraction is hierbij vereist.

Met behulp van een LCA is de voorgenomen verwerking van oliefilters getoetst aan deze minimumstandaard. In afbeelding 13.6a staan de procesketens voor de te vergelijken verwerkingsmethoden weergegeven.

De milieugevolgen door de minimumstandaard, in dit geval de huidige verwerking, zijn gebaseerd op de LCA uit het MER MJP-GA II. Ook de samenstelling van de oliefilters is gebaseerd op gegevens uit deze MER. Uitgegaan is van 56% ijzer en een rest (oliefilterresidu) bestaande uit papier/karton, kunststof/rubbers en olie. Voor de samenstelling van het oliefilterresidu is uitgegaan van een chloorgehalte van 0,05%, en zwavelgehalte van 0,85%, een asrest van 1,7% en een calorische waarde van 25500 MJ/ton.

Afbeelding 13.6a: Procesketen DTO versus pyrolyse/vergassen.



13.6.2 Minimumstandaard (huidige verwerking)

In de huidige verwerking worden de oliefilters voorbereid in een shredder, waarbij een scheiding plaatsvindt in metaal (ijzer), olie en in olie gedrenkt papier/rubber. De olie- en de papier-/rubberfractie worden verbrand in een DTO. De metaalfractie wordt samen met ander afval schoongebrand in de roosteroven. Daarna wordt de metaalfractie in de reststoffscheidingsinstallatie gescheiden van de overige reststoffen en verkocht als schroot. De terugwinning van ijzer is bij roosterovens ongeveer 70%. Dit terugwinrendement wordt ook aangenomen voor het ijzer uit de oliefilters. Zie voor de beschrijving van verbranding in een DTO en de bijbehorende aannamen t.a.v. milieu-ingrepen, de LCA van afvalolie.

13.6.3 Verwerking in de PEC-installatie

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. Hieronder is de uitwerking voor de verwerking van oliefilters gegeven. Een overzicht van de milieu-ingrepen staat in tabel 13.6a.

Tabel 13.6a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton oliefilters in de PEC-installatie

	Variant synthesegas	Variant WKC
Directe emissies naar water (ton)		
N-kjeldahl	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
CZV	$4,8 \cdot 10^{-7}$	$4,8 \cdot 10^{-7}$
BZV	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$
zout (NaCl)	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
Directe emissies naar lucht (ton)		
As	$8,5 \cdot 10^{-18}$	$7,6 \cdot 10^{-1}$
Cd	$5,7 \cdot 10^{-18}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Co	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-12}$
Cr	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-11}$
Cu	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Hg	$5,7 \cdot 10^{-18}$	$5,0 \cdot 10^{-1}$
Mn	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-18}$
Ni	$9,4 \cdot 10^{-18}$	$8,3 \cdot 10^{-1}$
Pb	$8,5 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-1}$
V	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-18}$
Metalen	$8,5 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-1}$
Stof	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$
HCl	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$
Hf	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
SOx	$5,7 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
NOx	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
CO2	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$9,8 \cdot 10^{-1}$
CO	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$

CxHy	Variant synthesegas	Variant WKC
TCDD TEQ	$5,7 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-11}$
Afval (kg)		
actieve kool	0,15	0,15
Energieverbruik (MJ)		
elektriciteit zuurstof	234	234
elektriciteit	500	500
Verbruik hulpstoffen (kg)		
zuurstof	290	290
NaOH	0,5	0,5
Uitgespaarde productie		
ijzer (ton)	0,53	0,53
synthesegas (MJ)	7740	-
warmte (uit koeling) (MJ)	1350	1350
elektriciteit WKC (MJ)	-	3250
warmte WKC (MJ)	-	3100

13.6.4 Vergelijking milieugevolgen

In tabel 13.6b zijn de scores per milieuthema aangegeven voor de minimumstandaard en voor verwerking in de PEC-installatie per ton verwerkt oliefilters.

Voor alle thema's, behalve ecotoxiciteit, scoort de PEC beter dan de minimumstandaard. Dit geldt zowel voor de synthesegas-variant als voor de WKC-variant. De scores worden voor een groot deel bepaald door de vermeden emissies van vooral de uitgespaarde productie van ijzer. Het terugwinningspercentage is bij verwerking in de PEC hoger dan bij de minimumstandaard. Daarnaast komen bij de synthesegas-variant veel minder rookgassen vrij dan bij de verwerking in de roosteroven en de DTO. Bij de WKC-variant zijn de vermeden emissies door de besparing van elektriciteit en warmte groter dan in de minimumstandaard.

Hieronder wordt de vergelijking per milieuthema besproken.

Tabel 13.6b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton oliefilters in de DTO en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
DTO/rstoven	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$-9,3 \cdot 10^{-1}$	$-6,6 \cdot 10^{-4}$	$-1,1 \cdot 10^{-2}$	$-2,4 \cdot 10^{-4}$	$-6,6 \cdot 10^1$	$-2,9 \cdot 10^1$	
PEC syngas	$-4,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,4 \cdot 10^{-4}$	$-1,5 \cdot 10^{-1}$	$-1,3 \cdot 10^{-4}$	$-1,9 \cdot 10^{-2}$	$-1,8 \cdot 10^{-4}$	$-1,1 \cdot 10^4$	$-4,8 \cdot 10^1$	
PEC WKC	$-2,1 \cdot 10^{-1}$	$-1,6 \cdot 10^{-4}$	$-1,6 \cdot 10^{-1}$	$-2,5 \cdot 10^{-4}$	$-2,0 \cdot 10^{-2}$	$-1,8 \cdot 10^{-4}$	$-1,2 \cdot 10^4$	$-5,3 \cdot 10^1$	
genormalis. DTO/rstoven	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$-9,1 \cdot 10^{-4}$	$-6,9 \cdot 10^{-11}$	$-9,1 \cdot 10^{-3}$	$-2,7 \cdot 10^{-10}$	$-2,3 \cdot 10^1$	$-1,9 \cdot 10^{10}$	$-2,0 \cdot 10^4$
PEC syngas	$-1,7 \cdot 10^{-9}$	$-2,4 \cdot 10^{-9}$	$-1,4 \cdot 10^{-4}$	$-1,3 \cdot 10^{-10}$	$-1,5 \cdot 10^{-3}$	$-1,9 \cdot 10^{-10}$	$-3,9 \cdot 10^1$	$-3,1 \cdot 10^{10}$	$-3,8 \cdot 10^4$
PEC WKC	$-8,6 \cdot 10^{-10}$	$-2,8 \cdot 10^{-9}$	$-1,6 \cdot 10^{-4}$	$-2,6 \cdot 10^{-10}$	$-1,6 \cdot 10^{-3}$	$-1,9 \cdot 10^{-10}$	$-4,4 \cdot 10^1$	$-3,4 \cdot 10^{10}$	$-4,0 \cdot 10^4$
gewogen DTO/ rstoven	$7,6 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$	$-2,4 \cdot 10^{-4}$	$-1,9 \cdot 10^{-11}$	$-1,6 \cdot 10^{-3}$	$-4,6 \cdot 10^{-10}$	$-2,4 \cdot 10^1$	$-5,8 \cdot 10^{10}$	$-4,2 \cdot 10^4$
PEC syngas	$-2,0 \cdot 10^{-9}$	$-5,6 \cdot 10^{-9}$	$-3,7 \cdot 10^{-4}$	$-3,7 \cdot 10^{-10}$	$-2,5 \cdot 10^{-3}$	$-3,3 \cdot 10^{-10}$	$-4,0 \cdot 10^1$	$-9,6 \cdot 10^{10}$	$-7,6 \cdot 10^4$
PEC WKC	$-1,0 \cdot 10^{-9}$	$-6,3 \cdot 10^{-9}$	$-4,0 \cdot 10^{-4}$	$-7,3 \cdot 10^{-10}$	$-2,7 \cdot 10^{-3}$	$-3,3 \cdot 10^{-10}$	$-4,5 \cdot 10^1$	$-1,1 \cdot 10^{10}$	$-8,1 \cdot 10^4$

Broeikaseffect

Verwerking in de PEC-installatie scoort beter op het broeikaseffect dan de minimumstandaard. De score voor de PEC wordt vrijwel geheel bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van ijzer en synthesegas of elektriciteit/warmte. In de verwerking volgens

de minimumstandaard zijn de emissies van CO₂ in de rookgassen hoger dan de vermeden emissies van CO₂ door de uitgespaarde productie van ijzer, elektriciteit en warmte.

Smogvorming

Op het thema smogvorming scoort verwerking in de PEC beter dan verwerking volgens de minimumstandaard. Bij beide verwerkingstechnieken is de vermeden milieubelasting groter dan de door het proces veroorzaakte milieubelasting. De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ijzer en synthesegas of elektriciteit/warmte zijn bij het PEC-proces hoger dan bij de minimumstandaard.

Verzuring

Ook voor verzuring scoort verwerking in de PEC beter dan verwerking volgens de minimumstandaard. De scores worden voor beide verwerkingstechnieken gedomineerd door de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ijzer. Deze liggen voor het PEC-proces hoger dan voor de minimumstandaard.

Verspreiding

De score op humane toxiciteit wordt zowel voor de minimumstandaard als voor verwerking in de PEC-installatie overheerst door de emissies van SO₂, NO_x en C_xH_y naar de lucht. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAKs en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. Ook bij dit thema worden de scores grotendeels bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van vooral ijzer. Deze liggen voor het PEC-proces hoger dan voor de minimumstandaard.

Voor wat betreft de aquatische toxiciteit scoort de PEC slechter dan verwerking volgens de minimumstandaard. De vermeden emissies bij verwerking in de DTO/roosteroven zijn hoger. Daarbij moet worden opgemerkt dat voor de emissies naar water bij de PEC van een worst-case is uitgegaan, waarin het afvalwater niet wordt gebruikt als suppletiewater voor de koeltoren.

Energie

De scores op het thema energie worden overheerst door de uitgespaarde hoeveelheden primaire energie. Deze is bij de PEC veel hoger dan bij verwerking volgens de minimumstandaard. De hoeveelheid primaire energie die wordt uitgespaard door de productie van ijzer en synthesegas of elektriciteit/warmte is groter dan die bij de DTO/roosteroven. De PEC scoort dus beter op dit thema.

Afval

Verwerking in de PEC-installatie scoort beter dan verwerking volgens de minimumstandaard. Verwerking in de PEC geeft een negatieve score op afval vanwege de vermeden hoeveelheid te storten afval door de uitgespaarde productie van ijzer. De verwerking volgens de minimumstandaard heeft ook een post vermeden afval door de uitgespaarde productie van ijzer. De hoeveelheid te storten afval door het vrijkomen van reststoffen in de DTO (slak, vliegashoudend stof en rookgasreinigingsresidu) is echter groter.

13.6.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van oliefilters in de PEC-installatie resulteert voor vrijwel alle thema's in een lagere milieubelasting dan de minimumstandaard (terugwinning van de metaalfractie en verbranden van de restfractie in de DTO) en is minstens even hoogwaardig. De voorgenomen verwerking voldoet daarmee aan de minimumstandaard.

13.7 LCA gebruikte chemicaliënverpakkingen

13.7.1 Inleiding

In het RUN-initiatief bestaat de mogelijkheid tot de verwerking van gebruikte chemicaliënverpakkingen (GCV) in de PEC-installatie. Het gaat daarbij zowel om metaalhoudende als om kunststofhoudende chemicaliënverpakkingen. Voor deze stromen gelden aparte minimumstandaarden. Ze zullen dan ook apart getoetst worden.

De verwerking van GCV in de PEC-installatie is shredderen en pyrolyseren, waarna het pyrolysegas in de vergasser wordt vergast tot synthesegas. Het metaal wordt uit het pyrolyseresidu afgescheiden met magneten en kan als schroot worden verkocht. In dit proces wordt voor het ijzer een terugwinningspercentage van ongeveer 95% gehaald.

Het pyrolyseresidu (cokes) wordt in de smelter als brandstof ingezet bij het smeltproces en wordt daarbij vergast tot synthesegas.

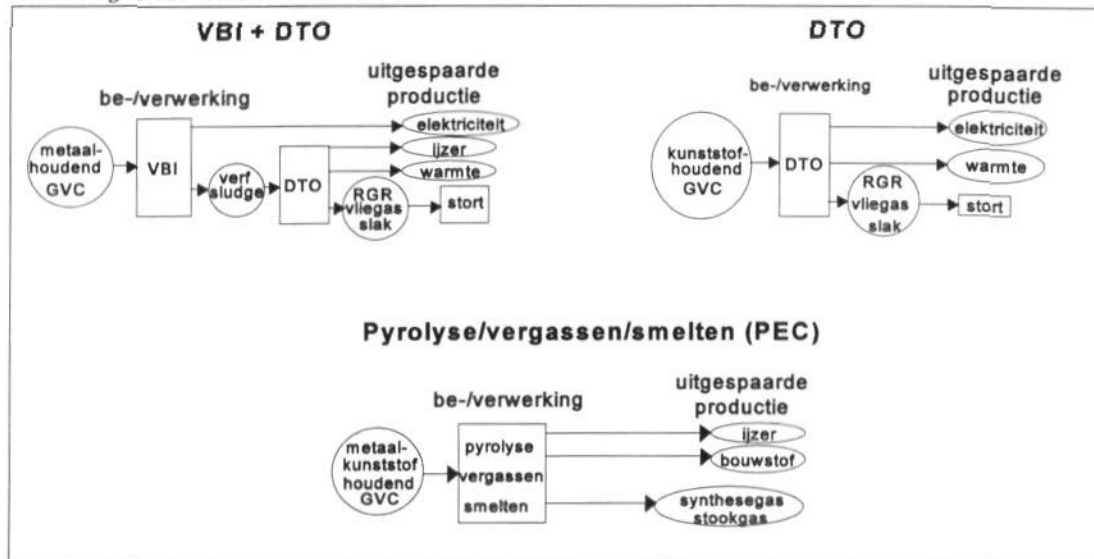
Volgens het MJP-GA II is de minimumstandaard voor de verwerking van metaalhoudende GCV spoelen gevolgd door verbranding van de verfractie in de DTO. Voor kunststofhoudende chemicaliënverpakkingen is rechtstreekse verwerking in een DTO of spoelen en verbranding van de kunststoffractie in een AVI de minimumstandaard. Met behulp van twee LCA's is de voorgenomen verwerking van deze afvalstroom getoetst aan de minimumstandaarden. In afbeelding 13.7a staan de procesketens voor de te vergelijken processen weergegeven.

De milieugevolgen door spoelen en verbranden in de DTO zijn gebaseerd op de LCA uit het MER MJP-GA II. Daarbij is uitgegaan van de gegevens m.b.t. scheiding in een VBI en verwerking van de verfractie in een DTO. De milieugevolgen door verwerking van GCV in de PEC-installatie zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen zoals deze in het MER RUN zijn beschreven.

In de LCA voor kunststofhoudend GCV is voor de toetsing aan de minimumstandaard uitgegaan van verbranding in de DTO. Voor de samenstelling van deze afvalstroom is uitgegaan van de gegevens die ook in het MER MJP-GA II zijn gebruikt: een kunststoffractie van 38% en een verfractie van 62% (zie voor de samenstelling bijlage 6.1).

Metaalhoudende GCV bestaat uit een metaalfractie en een verfractie. Voor de verfractie is de aanname over de samenstelling gevolgd, zoals deze ook in het MER MJP-GA II wordt gedaan (zie voor de samenstelling bijlage 6.1). De metaalfractie bestaat voornamelijk uit ijzer. De verhouding tussen de metaal- en de verfractie verschilt per afvalstroom. In deze LCA is uitgegaan van een metaalfractie van 50%.

Afbeelding 13.7a: Procesketen DTO + VBI + PEC



13.7.2 Spoelen in een VBI en verbranden in een DTO

Korte procesbeschrijving

Het spoelen van GCV in een verfbehandelingsinstallatie (VBI) gebeurt in een aantal stappen. GCV wordt eerst in een inertisatiekamer gespoeld met gasvormig stikstof. Daarna wordt het in een shredder versnipperd. Na het shredderen worden de snippers gereinigd met achtereenvolgens verfslib, oplosmiddel en water. Hier vindt een scheiding plaats van metaal/kunststof enerzijds en verfslib/oplosmiddel anderzijds. De gereinigde snippers worden door middel van magneetbanden gescheiden in een metaal- en een kunststoffractie. Verfslib, oplosmiddel en water worden vermengd tot een emulsie. De metaalfractie wordt afgevoerd voor nuttige toepassing; de verffractie wordt verbrand in een DTO. Zie voor een korte beschrijving van verwerking van afvalstoffen in een DTO paragraaf 12.4.2 van de LCA afvalolie.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

In het MER MJP-GA II is voor de milieugevolgen van het spoelen in een VBI uitgegaan van een inrichtings-MER waarin een VBI is beschreven. Het gaat om de volgende milieu-ingrepen. Er treden geen emissies naar water op. Het water wordt met het verfslib ter verbranding afgevoerd. Emissies naar lucht worden voornamelijk veroorzaakt door procesemissies van koolwaterstoffen tijdens het spoelen met oplosmiddel en door rookgassen vanwege het gebruik van steunbrandstof (propane) en vanwege intern transport. Als spoelmiddel worden afvalstoffen gebruikt die anders direct in de DTO zouden zijn verbrand. De milieu-ingrepen m.b.t. het verbruik en de verwerking van het spoelmiddel worden dan ook niet meegenomen. Het elektriciteitsverbruik ligt op 318 MJ/ton afval. Het brandstofverbruik betreft 19 MJ propaan/ton afval en 90 MJ brandstof/ton afval voor intern transport.

Vermeden milieu-ingrepen

De metaalfractie wordt nuttig toegepast. De vermeden milieu-ingrepen door de uitgespaarde productie van ijzer zijn meegenomen.

13.7.3 Verwerking in de PEC-installatie

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. In tabel 13.7a staan de voor metaalhoudende en kunststofhoudende GCV de op basis hiervan berekende milieu-ingrepen.

Tabel 13.7a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton metaalhoudend en 1 ton kunststofhoudend GCV in de PEC-installatie

	Metaalhoudend GCV		Kunststofhoudend GCV	
	variant synthesesgas	variant WKC	variant synthesesgas	variant WKC
Directe emissies naar water (ton)				
CZV	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
BZV	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
totaal stof	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$
organisch stof	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$
N-kjeldahl	$8,3 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Cd	$3,5 \cdot 10^{-10}$	$3,5 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$
zware metalen tot. zout (NaCl)	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Directe emissies naar lucht (ton)				
As	$6,0 \cdot 10^{-10}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$
Cd	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$
Co	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Cr	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Cu	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$	$3,9 \cdot 10^{-9}$
Hg	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$
Mn	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Ni	$6,6 \cdot 10^{-10}$	$6,2 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$
Pb	$6,0 \cdot 10^{-9}$	$5,6 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$
V	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Metalen	$6,0 \cdot 10^{-9}$	$5,6 \cdot 10^{-9}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$
Stof	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$5,6 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
HCl	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$5,6 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
HF	$4,0 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$
SOx	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
NOx	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$
CO2	$7,8 \cdot 10^{-7}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$	2,3
CO	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$
CxHy	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
TCDD TEQ	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$1,9 \cdot 10^{-14}$	$6,3 \cdot 10^{-14}$	$5,9 \cdot 10^{-14}$
Afval (kg)				
actieve kool	0,15	0,15	0,15	0,15
Energieverbruik (MJ)				
elektriciteit zuurstof	171	171	729	729
elektriciteit overig	500	500	500	500
Verbruik hulpstoffen (kg)				
zuurstof	190	190	810	810
NaOH	1,2	1,2	5,0	5,0
Uitgespaarde productie				
ijzer (kg)	475	475	-	-
synthesegas (MJ)	5310	-	16600	-
warmte (condensaat) (MJ)	924	924	2880	2880
elektriciteit WKC (MJ)	-	2230	-	6960
warmte WKC (MJ)	-	2130	-	6630

13.7.4 Vergelijking milieugevolgen

In de tabellen 13.7b en 13.7c zijn de scores per milieuthema aangegeven voor de verwerking van respectievelijk 1 ton metaalhoudend en 1 ton kunststofhoudend GCV volgens de minimumstandaard en in de PEC-installatie.

Voor metaalhoudend GCV scoort de PEC voor alle thema's beter dan of gelijkwaardig aan de minimumstandaard. De scores worden voor een groot deel bepaald door de vermeden emissies van

vooral de uitgespaarde productie van ijzer. Het terugwinningspercentage is bij de PEC hoger dan bij de minimumstandaard.

Ook voor kunststofhoudend GCV scoort verwerking in de PEC-installatie over het algemeen beter dan of gelijkwaardig aan verbranden in de DTO. De betere scores van de PEC tegenover de minimumstandaard worden voor het grootste deel bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van synthesegas, elektriciteit en warmte, en de lagere emissies door rookgassen.

Tabel 13.7b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton metaalhoudend GCV in de VBI+DTO en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
VBI + DTO	-2,7*10 ²	-1,4*10 ³	-1,3*10 ²	-4,9*10 ³	-1,7*10 ²	8,1*10 ⁴	-4,3*10 ¹	1,7*10 ¹	
PEC syngas	-3,3*10 ¹	-1,2*10 ⁴	-1,3*10 ²	-1,0*10 ⁴	-1,6*10 ²	-1,4*10 ⁴	-7,3*10 ¹	-4,3*10 ¹	
PEC WKC	-1,4*10 ¹	-1,3*10 ⁴	-1,4*10 ²	-1,9*10 ⁴	-1,7*10 ²	-1,4*10 ⁴	-8,2*10 ¹	-4,6*10 ¹	
genormalis. VBI + DTO	-1,1*10 ⁻¹⁸	-2,5*10 ⁻¹⁸	-1,3*10 ⁻⁴	-5,1*10 ⁻¹¹	-1,3*10 ⁻⁴	8,9*10 ⁻¹⁸	-1,5*10 ⁻¹	1,1*10 ⁻⁴	-1,6*10 ⁻⁴
PEC syngas	-1,3*10 ⁻⁴	-2,1*10 ⁻¹	-1,3*10 ⁻⁴	-1,1*10 ⁻¹⁸	-1,3*10 ⁻⁴	-1,6*10 ⁻¹⁸	-2,6*10 ⁻¹	-2,8*10 ⁻¹⁸	-3,2*10 ⁻⁴
PEC WKC	-5,7*10 ⁻¹⁸	-2,3*10 ⁻¹	-1,3*10 ⁻⁴	-2,0*10 ⁻¹⁸	-1,4*10 ⁻⁴	-1,6*10 ⁻¹⁸	-2,9*10 ⁻¹	-3,0*10 ⁻¹⁸	-3,4*10 ⁻⁴
gewogen VBI + DTO	1,3*10 ⁻¹⁸	-5,7*10 ⁻¹⁸	-3,4*10 ⁻⁴	-1,4*10 ⁻¹⁸	-2,3*10 ⁻⁴	1,5*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	3,4*10 ⁻⁴	-2,4*10 ⁻⁴
PEC syngas	-1,6*10 ⁻¹	-4,9*10 ⁻¹	-3,3*10 ⁻⁴	-3,0*10 ⁻¹⁸	-2,2*10 ⁻⁴	-2,7*10 ⁻¹⁸	-2,6*10 ⁻¹	-8,6*10 ⁻¹⁸	-6,6*10 ⁻⁴
PEC WKC	-6,8*10 ⁻¹⁸	-5,4*10 ⁻¹	-3,5*10 ⁻⁴	-5,5*10 ⁻¹⁸	-2,3*10 ⁻⁴	-2,7*10 ⁻¹⁸	-3,0*10 ⁻¹	-9,2*10 ⁻¹⁸	-6,9*10 ⁻⁴

Tabel 13.7b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton kunststofhoudend GCV in de DTO en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
DTO	8,1*10 ⁻¹	-2,7*10 ⁻⁵	-9,0*10 ⁻⁴	1,4*10 ⁻⁴	1,0*10 ⁻²	1,2*10 ⁻⁵	-1,5*10 ⁻⁴	2,3*10 ⁻¹	
PEC syngas	-6,7*10 ⁻²	-1,4*10 ⁻⁵	-8,8*10 ⁻⁴	-1,5*10 ⁻⁵	-1,1*10 ⁻²	2,0*10 ⁻⁷	-2,3*10 ⁻⁴	1,8*10 ⁻⁴	
PEC WKC	5,4*10 ⁻¹	-5,4*10 ⁻⁵	-3,5*10 ⁻³	-2,8*10 ⁻⁴	-3,7*10 ⁻²	2,0*10 ⁻⁷	-2,6*10 ⁻⁴	-8,0*10 ⁻⁴	
genormalis. DTO	3,3*10 ⁻⁴	-4,6*10 ⁻¹⁸	-8,8*10 ⁻¹⁸	1,5*10 ⁻¹⁸	-8,2*10 ⁻¹⁸	1,3*10 ⁻⁴	-5,3*10 ⁻¹	1,5*10 ⁻⁴	1,2*10 ⁻⁴
PEC syngas	-2,7*10 ⁻¹⁸	-2,5*10 ⁻¹⁸	-8,6*10 ⁻¹⁸	-1,6*10 ⁻¹¹	-8,6*10 ⁻¹⁸	2,2*10 ⁻¹¹	-8,2*10 ⁻¹	1,1*10 ⁻¹¹	-1,0*10 ⁻⁴
PEC WKC	2,2*10 ⁻⁴	-9,4*10 ⁻¹⁸	-3,4*10 ⁻⁴	-2,9*10 ⁻¹⁸	-3,0*10 ⁻⁴	2,2*10 ⁻¹¹	-9,1*10 ⁻¹	-5,2*10 ⁻¹¹	-1,5*10 ⁻⁴
gewogen DTO	4,0*10 ⁻⁴	-1,1*10 ⁻⁴	-2,3*10 ⁻⁴	4,1*10 ⁻¹⁸	-1,4*10 ⁻⁴	2,3*10 ⁻⁴	-5,4*10 ⁻⁴	4,6*10 ⁻⁴	4,3*10 ⁻⁴
PEC syngas	-3,3*10 ⁻¹⁸	-5,7*10 ⁻¹⁸	-2,3*10 ⁻⁴	-4,5*10 ⁻¹¹	-1,5*10 ⁻⁴	3,7*10 ⁻¹¹	-8,3*10 ⁻⁴	3,5*10 ⁻¹¹	-1,3*10 ⁻⁴
PEC WKC	2,6*10 ⁻¹	-2,2*10 ⁻⁴	-8,8*10 ⁻⁴	-8,1*10 ⁻¹⁸	-5,1*10 ⁻⁴	3,7*10 ⁻¹¹	-9,3*10 ⁻⁴	-1,6*10 ⁻¹⁸	-2,4*10 ⁻⁴

Broeikaseffect

Verwerking in de PEC-installatie scoort voor beide GCV-stromen beter op het broeikaseffect dan de minimumstandaard. De score voor de PEC wordt vrijwel geheel bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van ijzer en synthesesgas of elektriciteit/warmte (in de WKC-variant). In de verwerking volgens de minimumstandaard zijn de emissies van CO₂ in de rookgassen hoger dan de vermeden emissies van CO₂ door de uitgespaarde productie van ijzer, elektriciteit en warmte.

Smogvorming

Op het thema smogvorming scoort verwerking van metaalhoudend GCV in de PEC beter dan verwerking volgens de minimumstandaard. Ook de verwerking van kunststofhoudend GCV scoort in de WKC-variant beter dan de DTO. Bij beide verwerkingstechnieken is de vermeden milieubelasting groter dan de door het proces veroorzaakte milieubelasting. De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ijzer en synthesesgas of elektriciteit/warmte zijn bij het PEC-proces hoger dan bij de minimumstandaard. Daarnaast treden bij de verbrandingsprocessen in de minimumstandaard emissies op als gevolg van de vrijkomende rookgassen.

In de synthesesgas-variant voor kunststofhoudend GCV scoort de DTO beter dan de PEC. Dit wordt voor het grootste deel veroorzaakt door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van elektriciteit bij de DTO.

Verzuring

Voor verzuring scoort verwerking van metaalhoudend GCV in de PEC gelijkwaardig aan verwerking volgens de minimumstandaard. De scores worden voor beide verwerkingstechnieken gedomineerd door de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ijzer.

Voor kunststofhoudend GCV in de synthesesgas-variant scoort de PEC ook vrijwel gelijkwaardig aan de DTO. In de WKC-variant scoort de PEC beter. De vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte zijn hier hoger.

Verspreiding

De score op humane toxiciteit wordt zowel voor de minimumstandaard als voor verwerking in de PEC-installatie overheerst door de emissies van SO₂, NO_x en C_xH_y naar de lucht. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAKs en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. Ook bij dit thema worden de scores grotendeels bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van ijzer en synthesesgas of elektriciteit/warmte. Voor metaalhoudend GCV en voor kunststofhoudend GCV in de synthesesgas-variant scoren beide verwerkingstechnieken gelijkwaardig. Voor kunststofhoudend GCV in de WKC-variant scoort de PEC beter.

Ook voor wat betreft de aquatische toxiciteit scoort de PEC beter dan verwerking volgens de minimumstandaard.

Energie

De scores op het thema energie worden overheerst door de uitgespaarde hoeveelheden primaire energie. Deze is bij de PEC hoger dan bij verwerking volgens de minimumstandaard. De hoeveelheid primaire energie die wordt uitgespaard door de productie van vooral ijzer en synthesesgas of elektriciteit/warmte is groter dan die bij de energierterugwinning in de vorm van elektriciteit en warmte bij verbranding van het residu in de DTO. De PEC scoort dus beter op dit thema.

Afval

Verwerking in de PEC-installatie scoort beter dan verwerking volgens de minimumstandaard. dit heeft te maken met het vrijkomen van reststoffen in de DTO (slak, vliegas en rookgasreinigingsresidu).

13.7.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van metaalhoudende en kunststofhoudende GCV in de PEC-installatie resulteert voor vrijwel alle thema's in een lagere milieubelasting dan de minimumstandaard (VBI en DTO) en is minstens even hoogwaardig. De voorgenomen verwerking voldoet daarmee aan de minimumstandaard.

13.8 LCA oliehoudend slib

13.8.1 Inleiding

In het RUN-initiatief worden olie/water/slib (o/w/s) mengsels be-/verwerkt. Deze stromen worden gescheiden in een olie-, water- en slibfractie. Het voornemen is de slibfractie te verwerken in de smeltoven. De olie in het slib wordt daarbij omgezet in synthesegas; de minerale fractie wordt versmolten tot synthetisch basalt, dat vrij toepasbaar als bouwstof is.

De minimumstandaard voor de slibfractie van o/w/s-mengsels (MJP-GA II sector 6) is reiniging in een grondreinigingsinstallatie. Met behulp van een LCA is de hoogwaardigheid van de voorgenomen verwerking getoetst aan deze minimumstandaard. Daarbij is uitgegaan van de samenstelling die ook in het MER MJP-GA II is aangenomen: een zand/slibfractie met 10% olie met een calorische waarde van 42.500 MJ/ton. Het mengsel heeft dus een calorische waarde van 4250 MJ/ton. Voor het chloorgehalte is 0,1% aangenomen. De procesketens voor de te vergelijken verwerkingstechnieken staan in afbeelding 13.8a aangegeven.

De milieugevolgen van reiniging in een thermische reinigingsinstallatie (TGI) zijn gebaseerd op de gegevens uit het MER MJP-GA II. De milieugevolgen van verwerking in de smelter zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen voor de PEC-installatie zoals deze in het MER-RUN zijn beschreven.

13.8.2 Reiniging in een thermische grondreinigingsinstallatie

Korte procesbeschrijving

In een thermische grondreinigingsinstallatie (TGI) wordt de oliehoudende slibfractie ontdaan van verontreinigingen. Na enkele voorbereidingen wordt het materiaal in een roterende trommel gebracht en door middel van hete gassen verwarmd. Daarbij verdampt het aanwezige water. Het gedroogde materiaal wordt gezeefd en ingevoerd in een roterende buisoven. Hierin worden de verontreinigingen uitgedampt door het verhitten van de oven tot boven het kookpunt van de aanwezige verontreinigingen. De gasstroom met de verontreinigingen worden via een keramisch filter naar de thermische naverbrander geleid. Het grondreinigingsresidu (filterstof) moet worden gestort. De gereinigde grond (zand/klei) kan worden hergebruikt.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

In het MER MJP-GA II zijn de milieu-ingrepen voor de TGI beschreven. Deze zijn gebaseerd op gegevens uit een MER voor een groot afvalverwerkend bedrijf. Volgens dit MER treden geen emissies naar water op. De emissies naar lucht zijn voor de TGI gebaseerd op de in dit MER genoemde totale emissies voor de TGI en omgerekend naar emissies per ton verwerkte grond/slib. Bij de verwerking van 1 ton grond/slib ontstaat 70 kg afval (grondreinigingsresidu en rookgasreinigingsresidu). Per ton verwerkte grond/slib wordt 1,2 kg Ca(OH)_2 toegevoegd.

Het elektriciteitsverbruik bedraagt 116 MJ/ton verwerkt afval en het brandstofverbruik 1850 MJ/ton verwerkt afval. De brandstof is afvalolie. Omdat de afvalolie niet meer voor andere doeleinden kan worden ingezet, wordt het verbruik hiervan gealloceerd aan de verwerking van de grond. Om te corrigeren voor het feit dat het om een mindere kwaliteit brandstof gaat, is voor de milieu-ingrepen uitgegaan van ruwe olie.

Vermeden milieu-ingrepen

De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van grind/zand zijn niet meegenomen, omdat deze voornamelijk bestaan uit transportemissies. Aangenomen is dat de transportafstanden bij gebruik van gereinigde grond en bij gebruik van primair grind/zand niet verschillen.

13.8.3 Verwerking in de smelter

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. In tabel 13.8a staan de op basis van deze aannamen berekende milieu-ingrepen voor oliehoudend slib.

Tabel 13.8a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton oliehoudend slib in de PEC-installatie

	Variant synthesegas	Variant WKC
Directe emissies naar water (ton)		
CZV	$2,6 * 10^{-1}$	$2,6 * 10^{-1}$
BZV	$1,5 * 10^{-1}$	$1,5 * 10^{-1}$
totaal stof	$1,3 * 10^{-1}$	$1,3 * 10^{-1}$
organisch stof	$5,0 * 10^{-4}$	$5,0 * 10^{-4}$
N-kjeldahl	$2,6 * 10^{-4}$	$2,6 * 10^{-4}$
zout (NaCl)	$1,7 * 10^{-1}$	$1,7 * 10^{-1}$
Directe emissies naar lucht (ton)		
As	-	$2,5 * 10^{-1}$
Cd	-	$2,0 * 10^{-8}$
Co	-	$1,7 * 10^{-10}$
Cr	-	$1,7 * 10^{-10}$
Cu	-	$6,5 * 10^{-9}$
Hg	-	$2,0 * 10^{-9}$
Mn	-	$1,7 * 10^{-10}$
Ni	-	$3,2 * 10^{-9}$
Pb	-	$2,9 * 10^{-7}$
V	-	$1,7 * 10^{-10}$
Metalen	-	$2,9 * 10^{-7}$
Stof	-	$2,9 * 10^{-4}$
HCl	-	$2,9 * 10^{-4}$
HF	-	$2,0 * 10^{-7}$
SOx	-	$5,4 * 10^{-4}$
NOx	-	$5,9 * 10^{-5}$
CO2	-	$3,8 * 10^{-1}$
CO	-	$9,8 * 10^{-4}$
CxHy	-	$2,0 * 10^{-4}$
TCDD TEQ	-	$9,8 * 10^{-14}$
Afval (kg)		
actieve kool	0,15	0,15
Energieverbruik (MJ)		
elektriciteit zuurstof	106	106
elektriciteit overig	500	500
Verbruik hulpstoffen (kg)		
zuurstof	118	118
NaOH	2,3	2,3
zand	40	40
Uitgespaarde productie		
synthesegas (MJ)	3330	-
elektriciteit WKC (MJ)	-	1400
warmte WKC (MJ)	-	1330

13.8.4 Vergelijking milieugevolgen

In tabel 13.8b zijn de scores per milieuthema gegeven voor verwerking van oliehoudend slib in een TGI en in de PEC. Voor alle thema's scoort verwerking in het PEC-proces beter dan verwerking in de TGI. Uit de TGI komt rookgas vrij. Deze ontbreekt bij het PEC-proces. Bovendien wordt in dit laatste proces synthesesgas of elektriciteit en warmte geproduceerd, hetgeen een winstpost vanwege uitgespaarde productie oplevert.

Tabel 13.8b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton oliehoudend slib in de TGI en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
TGI	1,5*10 ⁻¹	6,8*10 ⁻⁴	2,6*10 ⁻⁴	2,9*10 ⁻⁵	3,5*10 ⁻⁴	3,5*10 ⁻⁷	2,2*10 ¹	7,0*10 ⁻²	
PEC syngas	4,8*10 ⁻²	9,2*10 ⁻⁷	5,7*10 ⁻⁵	1,8*10 ⁻⁵	5,3*10 ⁻⁵	2,5*10 ⁻⁷	-3,0*10 ¹	8,7*10 ⁻⁵	
PEC WKC	1,4*10 ⁻¹	-7,2*10 ⁻⁴	-4,6*10 ⁻⁴	-3,5*10 ⁻⁵	-4,9*10 ⁻⁴	2,5*10 ⁻⁷	-3,6*10 ¹	-1,1*10 ⁻⁴	
genormalis. TGI	6,3*10 ⁻¹⁸	1,2*10 ⁻¹⁸	2,6*10 ⁻¹⁸	3,0*10 ⁻¹¹	2,8*10 ⁻¹⁸	3,9*10 ⁻¹¹	7,8*10 ⁻¹⁸	4,5*10 ⁻⁷	6,7*10 ⁻⁷
PEC syngas	2,0*10 ⁻¹⁸	1,6*10 ⁻¹¹	5,5*10 ⁻¹¹	1,9*10 ⁻¹¹	4,2*10 ⁻¹¹	2,8*10 ⁻¹¹	-1,1*10 ⁻⁷	5,6*10 ⁻¹²	-7,0*10 ⁻¹⁸
PEC WKC	5,8*10 ⁻¹⁸	-1,3*10 ⁻¹⁸	-4,5*10 ⁻¹⁸	-3,6*10 ⁻¹¹	-3,9*10 ⁻¹⁸	2,8*10 ⁻¹¹	-1,3*10 ⁻⁷	-7,0*10 ⁻¹²	-1,7*10 ⁻⁷
gewogen TGI	7,6*10 ⁻¹⁸	2,7*10 ⁻¹⁸	6,7*10 ⁻¹⁸	8,5*10 ⁻¹¹	4,8*10 ⁻¹⁸	6,6*10 ⁻¹¹	8,0*10 ⁻¹⁸	1,4*10 ⁻⁷	1,7*10 ⁻⁷
PEC syngas	2,3*10 ⁻¹⁸	3,7*10 ⁻¹¹	1,4*10 ⁻¹⁸	5,3*10 ⁻¹¹	7,2*10 ⁻¹¹	4,7*10 ⁻¹¹	-1,1*10 ⁻⁷	1,7*10 ⁻¹¹	-4,8*10 ⁻¹⁸
PEC WKC	6,9*10 ⁻¹⁸	-2,9*10 ⁻¹⁸	-1,2*10 ⁻⁷	-1,0*10 ⁻¹⁸	-6,6*10 ⁻¹⁸	4,7*10 ⁻¹¹	-1,3*10 ⁻⁷	-2,2*10 ⁻¹¹	-2,8*10 ⁻⁷

Broeikaseffect

De CO₂-emissies bepalen de scores op het broeikaseffect. Deze emissies zijn voor de PEC lager dan voor de TGI. De CO₂-emissies bij verwerking in de TGI wordt voor het overgrote deel veroorzaakt door het vrijkomende rookgas en in mindere mate door het elektriciteitsverbruik. Het PEC-proces veroorzaakt in de synthesesgas-variant geen directe emissies naar lucht. De indirecte CO₂-emissies worden voor het grootste deel veroorzaakt door het elektriciteitsverbruik voor de algemene bedrijfsvoering en voor de zuurstofproductie. Deze emissies worden voor een groot deel gecompenseerd door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van synthesesgas. In de WKC-variant treden wel directe emissies op. Deze worden grotendeels gecompenseerd door de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van elektriciteit en warmte.

Smogvorming

De directe emissies van koolwaterstoffen door het vrijkomende rookgas veroorzaken ongeveer de helft van de score op smogvorming voor de TGI. De andere helft betreft grotendeels indirecte emissies door het meenemen van het energieverbruik van de TGI. De score voor de PEC is lager. Deze wordt in de synthesesgas-variant voornamelijk bepaald door enerzijds indirecte emissies vanwege het elektriciteitsverbruik en anderzijds de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van synthesesgas. In de WKC-variant zijn de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van elektriciteit/warmte bepalend.

Verzuring

De score op verzuring wordt gedomineerd door de emissies van NO_x en SO₂ naar lucht. Deze emissies zijn voor de PEC lager dan voor de TGI, waardoor de eerste beter scoort. Bij de TGI zijn het, evenals voor de thema's broeikaseffect en smogvorming, voornamelijk de vrijkomende rookgassen die de emissies veroorzaken. In het PEC-proces ontbreken deze in de synthesesgas-variant waarin de score op verzuring voornamelijk bepaald wordt door indirecte emissies door het elektriciteitsverbruik en door vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van synthesesgas. In de WKC-variant zijn de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van elektriciteit/warmte bepalend.

Vermesting

De score op vermesting wordt overheerst door de NO_x-emissies naar lucht. Deze zijn voor het PEC-proces lager dan voor de TGI, waarmee de eerste beter scoort op dit thema. Bij het thema verzuring is aangegeven waar de NO_x-emissies door worden bepaald.

Humane toxiciteit

Emissies van NO_x, SO₂ en C_xH_y naar lucht domineren de score op humane toxiciteit. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAKs en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. Zoals bij de thema's verzuring en smogvorming staat beschreven zijn deze emissies voor de TGI hoger dan voor de PEC. Hierdoor scoort de PEC beter op dit thema.

Ecotoxiciteit

Hoewel directe emissies naar water bij de TGI ontbreken, scoort dit proces slechter op dit thema dan de PEC. Dit wordt veroorzaakt door de indirecte emissies door de inzet van afvalolie.

Energie

De verwerking in de PEC heeft op dit thema in beide varianten een negatieve score. Het uitgespaarde energieverbruik door de productie van synthesesgas of elektriciteit/warmte (in de WKC-variant) is groter dan de verbruikte energie in het proces (elektriciteitsverbruik). Bij de TGI wordt alleen energie verbruikt en niet geproduceerd.

Afval

Het PEC-proces scoort beter dan de TGI op het thema afval. Bij verwerking in de TGI komt grondreinigingsresidu vrij, dat moet worden gestort. De hoeveelheid afval die bij de PEC vrijkomt (actief kool) is hiermee vergeleken verwaarloosbaar klein.

13.8.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van oliehoudend slib in de PEC-installatie resulteert voor alle thema's, in een lagere milieubelasting dan de minimumstandaard (TGI). De voorgenomen verwerking is daarmee minstens even hoogwaardig als de minimumstandaard.

13.9 LCA kwikhoudende C1-afvalstoffen

13.9.1 Inleiding

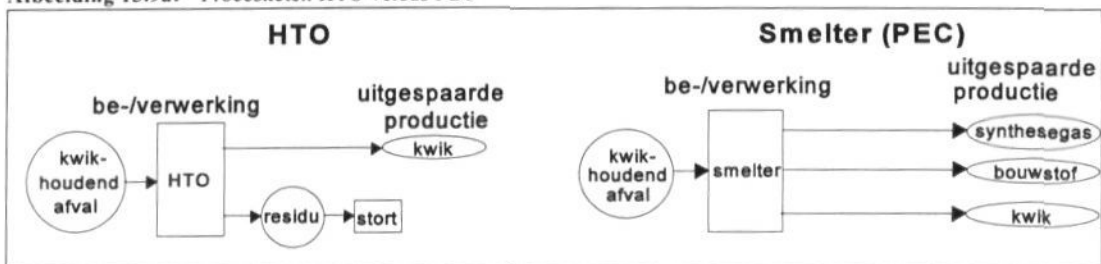
In de eindfase van het RUN-initiatief zal door de installatie van een speciale smelterlijn de mogelijkheid ontstaan voor de verwerking van kwikhoudende afvalstoffen met kwikgehaltes tot 5%. Het gaat daarbij m.n. om kwikhoudende afvalstoffen uit de aardgasproductie, actief koolfilters, met kwik verontreinigde slibben/grond. Bij de verwerking in de smelter worden de organische stoffen

tot synthesesgas vergast, waarbij alle kwikverbindingen uit elkaar vallen. Het kwik verdampt en wordt in de gasbehandeling als elementair kwik teruggewonnen. De minerale fractie wordt versmolten tot synthetisch basalt.

De betreffende kwikhoudende afvalstoffen vallen onder de C1-afvalstoffen, sector 19 van het MJP-GA II. De minimumstandaard voor 'overig kwikhoudend afval' (kwikhoudend C1-afval behalve fluorescentiepoeder) is verwerking volgens het High Temperature Oxidation (HTO) proces. De bulk van deze kwikhoudende afvalstoffen komt vrij bij de aardgasproductie. Met behulp van een LCA is de voorgenomen verwerking van kwikhoudend afval in de smelter wat betreft hoogwaardigheid getoetst aan het HTO-proces. In afbeelding 13.9a staan de te vergelijken procesketens weergegeven.

De milieugevolgen van het HTO-proces zijn in het MER MJP-GA II kwalitatief beschreven. De milieugevolgen van verwerking in de PEC-installatie zullen analoog hieraan ook kwalitatief worden weergegeven.

Afbeelding 13.9a: Procesketen HTO versus PEC



13.9.2 HTO-proces

Korte procesbeschrijving

Het HTO-proces is een oxidatief proces waarbij in een draaitrommel de organische stoffen uit afvalstoffen worden verbrand en kwik en water vervluchtigen. De draaitrommel wordt elektrisch verhit tot een temperatuur van maximaal 1000 °C. Door de hoge temperatuur vallen de kwikverbindingen uit elkaar. Het kwik vervluchtigt en kan geconcentreerd worden afgevangen. Uit de draaitrommel komt een residu vrij. De afgassen uit de trommel worden naverbrand bij een temperatuur van 1050-1200 °C. Hierin worden eventueel gevormde dioxines vernietigd. De afgassen worden in de gasreiniging gewassen en gekoeld. Het kwik condenseert daarin tot elementair kwik en wordt periodiek verwijderd. Voordat de gereinigde afgassen worden geëmitteerd worden ze over een met zwavel geïmpregneerd actief koolfilter geleid. De actieve kool kan in het HTO-proces verbrand worden.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

In het MER MJP-GA II zijn de milieu-ingrepen kwalitatief beschreven. Een kwantificering is nog niet mogelijk. De volgende milieu-ingrepen spelen een rol bij het HTO-proces:

- inzet van elektrische energie voor het verwarmen van de oven;
- inzet van brandstof voor het naverbranden van de afgassen;
- inzet van wasvloeistof in de gaswasser;
- emissies naar lucht;
- residuen.

Vermeden milieu-ingrepen

Bij het HTO-proces wordt grondstof teruggewonnen in de vorm van elementair kwik.

13.9.3 Verwerking in de smelter

Korte procesbeschrijving

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. Het kwik wordt als volgt afgevangen in de smelterlijn.

Al de ingevoerde kwikverbindingen vallen uiteen, het kwik verdampt en komt in de gasfase terecht. In de gaswaster vormt zich een laag kwik die discontinu wordt afgetapt. Deze kwikstroom bevat meer dan 99% van het ingevoerde kwik en kan als grondstof nuttig worden toegepast. Als laatste stap in de gasreiniging wordt het synthesegas over een actief koolfilter geleid, waar de rest van het kwik wordt afgevangen. Het actieve kool kan worden teruggevoerd in de smelter, waardoor het afgevangen kwik alsnog wordt teruggewonnen.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

De milieugevolgen van verwerking van kwikhoudende afvalstoffen worden op een kwalitatief niveau beschreven, analoog aan de beschrijving van het HTO-proces in het MER MJP-GA II. Uit het smeltproces ontstaan geen rookgassen; alle brandbare stof wordt omgezet in synthesegas. Uit de gasbehandeling komen een aantal afvalwaterstromen (zoute spui en condensaat). Deze veroorzaken emissies naar water, die door de verschillende zuiveringsstappen laag zullen zijn.

De smelter verbruikt zuurstof. Voor de productie hiervan is elektriciteit nodig. De PEC-installatie zelf verbruikt elektriciteit. De gasreiniging verbruikt NaOH.

Een kleine hoeveelheid minerale toeslagstoffen in de smelter zal nodig zijn voor een goede kwaliteit van de slak.

Vermeden milieu-ingrepen

Uit de organische fractie van het afval wordt synthesegas geproduceerd. Het kwik wordt teruggewonnen. De vermeden milieu-ingrepen door de uitgespaarde productie van grind/zand zijn niet van belang, omdat deze vooral bestaan uit transportemissies.

Tabel 13.9a: Milieu-ingrepen bij verwerking van kwikhoudend afval in de PEC-installatie.

Emissies naar water (ton) - geringe emissies gezuiverde afvalwater stromen uit gasreiniging
Emissies naar lucht (ton) - geen
Afval (ton) - geen
Energieverbruik (MJ) - elektriciteitsverbruik t.b.v. het zuurstofverbruik - elektriciteitsverbruik van de installatie
Verbruik hulpstoffen (kg) - natronloog in de gasreiniging
Uitgespaarde productie - kwik - synthesegas

13.9.4 Vergelijking milieugevolgen

In tabel 13.9b is een vergelijking gemaakt van de milieubelasting per thema tussen verwerking van kwikhoudend afval in het HTO-proces en verwerking in de smelter (PEC). Daarbij is een

driepuntsschaal gebruikt (+/0/-), waarbij het HTO-proces voor alle thema's op nul is gesteld. De verwerking in de PEC-installatie moet hier immers aan worden getoetst. Aangegeven is dus per thema of de verwerking beter (+), slechter (-) of vergelijkbaar scoort (0).

Voor alle thema's scoort verwerking in het PEC-proces beter dan of gelijkwaardig aan verwerking in het HTO-proces. Dit wordt veroorzaakt door de omzetting van de organische stoffen in synthesesgas bij de PEC. Dit resulteert in een beter energierendement en het ontbreken van rookgassen. Daarnaast komt in het HTO-proces een residu vrij dat gestort moet worden. Daarentegen wordt in de smelter de minerale fractie omgezet in synthetisch basalt dat toepasbaar is als bouwstof.

Tabel 13.9b: Vergelijking milieu-ingrepen per milieuthema voor verwerking van kwikhoudend afval in het HTO-proces en in de PEC

	Broeikas-effect	Smogvorming	Verzuring	Vermesting	Verspreiding	Grondstof	Energie	Afval
HTO	0	0	0	0	0	0	0	0
PEC	+	+	+	+	0	0	+	+

Broeikaseffect

Bij de verwerking in het HTO-proces is in tegenstelling tot bij verwerking in de PEC sprake van verbranding en het vrijkomen van rookgassen hierbij. Het PEC-proces scoort daarom beter voor dit thema.

Smogvorming

Dit thema is voor beide verwerkingstechnieken van ondergeschikt belang. Het PEC-proces scoort beter vanwege het ontbreken van rookgassen.

Verzuring

Voor dit thema geldt evenals voor het broeikaseffect, dat de PEC beter scoort omdat bij dit proces geen rookgassen vrijkomen en bij het HTO-proces wel. Het PEC-proces scoort dus beter.

Vermesting

De score op vermesting zal gezien de soort processen worden overheerst door de NO_x-emissies naar lucht. Hiervoor geldt dus hetzelfde als bij verzuring.

Verspreiding

Voor het HTO-proces zijn geen emissies naar water aangegeven. Bij PEC-proces is wel sprake van emissies naar water. Hierdoor scoort het PEC-proces slechter op ecotoxiciteit. Aan de andere kant treden bij het HTO-proces emissies naar lucht op en bij het PEC-proces niet, waardoor het PEC-proces beter scoort op humane toxiciteit. Voorzichtigheidshalve is voor dit thema uitgegaan van een vergelijkbare milieubelasting.

Energie

Allebei de verwerkingstechnieken benutten de calorische waarde van de afvalstof. Bij beide processen is een extra energie-inzet nodig voor de verwerking van de afvalstoffen. Bij het HTO-proces is dit in de vorm van elektriciteit en brandstof. Bij het PEC-proces gaat het alleen om brandstof. Dit betreft afvalolie die omgezet wordt in synthesesgas, waardoor een groot deel van de ingezette energie wordt teruggewonnen. Dit wordt voor een deel gecompenseerd door het verbruik van zuurstof, dat elektriciteit kost (onduidelijk is of het HTO-proces zuurstof verbruikt in de naverbrander). Geconcludeerd kan worden dat het PEC-proces vanwege de productie van synthesesgas energetisch gunstiger uitvalt.

Grondstoffen

In allebei de verwerkingstechnieken wordt het kwik teruggewonnen. En allebei de processen bevatten een gasreiniging waarin hulpstoffen (zoals natronloog) nodig zijn. De scores op dit thema zijn daarmee vergelijkbaar.

Afval

Uit het HTO-proces komt een te storten residu vrij. Bij het PEC-proces wordt de minerale fractie omgezet in synthetisch basalt, dat toepasbaar is als bouwstof. Er komen bij dit proces geen afvalstromen vrij, waardoor de score positief ten opzichte van het HTO-proces uitvalt.

13.9.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

Voor alle thema's is de milieubelasting van verwerking van kwikhoudend afval in de PEC-installatie lager of gelijkwaardig aan het HTO-proces. Daarmee is de voorgenomen verwerking minstens even hoogwaardig als het HTO-proces en voldoet deze aan de minimumstandaard.

13.10 LCA oliehoudend boorgruis

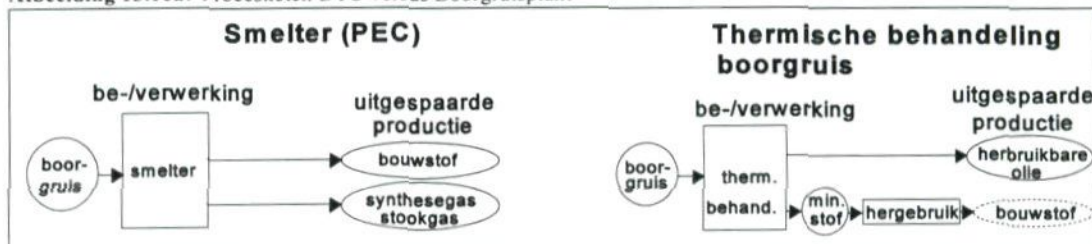
13.10.1 Inleiding

In de huidige situatie wordt bij North Refinery oliehoudend boorgruis bewerkt in de Boorgruis Recycle Plant (BRP). De olie en het water worden in een thermische installatie door middel van verdamping uit het boorgruis verwijderd. De olie en het water worden daarna gescheiden. De olie wordt afhankelijk van de kwaliteit voor hergebruik afgevoerd (boorspoeling). Deze bewerking voldoet aan de minimumstandaard zoals deze in het MJP-GA II staat omschreven: scheiding door middel van destillatie in minerale stof en een herbruikbare olie die geschikt is voor het oorspronkelijke doel.

Vanaf de eerste fase is het voornemen een deel van het boorgruis in de smelter te verwerken. De olie wordt daarin omgezet tot synthesesgas. Het gruis wordt versmolten tot een bouwstof. Met behulp van een LCA is deze verwerking getoetst aan de minimumstandaard. Voor een kwantificering van de minimumstandaard is uitgegaan van de huidige bewerking bij North Refinery. De redenen hiervoor zijn dat de milieu-effecten van de minimumstandaard niet in het MER MJP-GA II zijn gekwantificeerd en dat de huidige bewerking voldoet aan de kwalitatieve omschrijving van de minimumstandaard.

De milieugevolgen van beide be-/verwerkingstechnieken zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen zoals deze ook in het MER-RUN zijn gegeven. Uitgegaan is van de gemiddelde samenstelling van het huidige bewerkte oliehoudende boorgruis: 15% olie, 15% water en 70% gruis. In afbeelding 13.10a staan de te vergelijken processen weergegeven.

Afbeelding 13.10a: Procesketen DTO versus Boorgruisplant



13.10.2 Boorgruis Recycle Plant (huidige bewerking)

Korte procesbeschrijving

Het boorgruis wordt vanuit de voedingsbunker met een schroefpomp naar de thermische schroef gebracht. Met behulp van thermische olie wordt het boorgruis tot 340 °C verwarmd, waardoor olie en water eruit verdampen. De thermische olie wordt verwarmd met een boiler die gestookt wordt op gasolie. Het gevormde gas wordt in een scrubber gecondenseerd. Niet-gecondenseerde gassen worden afgevoerd naar de verbrandingskamer van de boiler. De gecondenseerde olie- en waterfractie worden in een vat gescheiden. Het afvalwater gaat naar de waterzuivering. De olie wordt afgevoerd voor hergebruik. Het gereinigde boorgruis kan worden toegepast als deklaag op stortplaatsen of als secundaire grondstof voor de cementindustrie.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

Voor de emissies naar de lucht is uitgegaan van de concentraties in de rookgassen bij de verbranding van de stookolie in de boiler. De emissies naar water zijn bepaald o.b.v. de hoeveelheid vrijkomend water (gebaseerd op het vochtgehalte van het boorgruis) en de maximale concentraties in het effluent uit de waterzuivering.

De bewerking van 1 ton boorgruis heeft een warmteverbruik van 1600 MJ. De verbruikte gasolie en de milieugevolgen die de productie hiervan met zich meebrengt zijn meegenomen in de LCA. Het elektriciteitsverbruik is 260 MJ/ton verwerkt boorgruis.

Er worden geen hulpstoffen in het proces ingezet.

De uit het proces vrijkomende grond wordt als afval beschouwd.

Vermeden emissies

De voor hergebruik geschikt gemaakte olie (boorspoeling) is 150 kg per ton verwerkt oliehoudend boorgruis. De vermeden emissies die normaliter optreden bij de productie van boorolie zijn meegenomen. Wegens het ontbreken van specifieke gegevens zijn hiervoor de gegevens voor de productie van dieselolie genomen.

Tabel 13.10a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton oliehoudend boorgruis in de BRP-installatie

Directe emissies naar water (ton)	
CZV	$9,4 \cdot 10^1$
BZV	$3,8 \cdot 10^4$
N-kjeldahl	$1,5 \cdot 10^4$
olie	$1,1 \cdot 10^7$
PAK	$6,0 \cdot 10^9$
fenol	$1,1 \cdot 10^9$
BTEX	$6,0 \cdot 10^9$
EOCI	$1,1 \cdot 10^9$
zwevend stof	$1,5 \cdot 10^7$
Cd	$7,5 \cdot 10^{18}$
Hg	$9,0 \cdot 10^{18}$
Mo	$3,0 \cdot 10^{12}$
Pb	$3,0 \cdot 10^{11}$
metalen	$7,5 \cdot 10^9$
PCB	$1,5 \cdot 10^7$
chloride	$7,5 \cdot 10^7$
Directe emissies naar lucht (ton)	
Stof	$6,7 \cdot 10^1$
SOx	$1,1 \cdot 10^1$
NOx	$2,7 \cdot 10^4$
CO2	$1,7 \cdot 10^1$
CO	$3,3 \cdot 10^1$
CxHy	$1,3 \cdot 10^1$
Afval (ton)	
gereinigd boorgruis	0,8

Energieverbruik (MJ)	
warmte	1600
elektriciteit	260
Uitgespaarde productie (ton)	
boorspoeling	0,15

13.10.3 Verwerking in de smelter

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. In tabel 13.10b staan de op basis van deze aannamen berekende milieu-ingrepen voor oliehoudend boorgruis.

Het in het boorgruis aanwezige chloor betreft anorganisch chloride (zout). Daarvan is aangenomen dat het in het slak terecht komt. Het NaOH-verbruik is daarom op nul gesteld en er komt geen zout water vrij.

Tabel 13.10b: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton oliehoudend boorgruis in de PEC-installatie.

	Variant synthesesgas	Variant WKC
Directe emissies naar water (ton)		
CZV	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
BZV	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
organische stof	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
PAK	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$
N-kjeldahl	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Directe emissies naar lucht (ton)		
As	-	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Cd	-	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Co	-	$2,2 \cdot 10^{-10}$
Cr	-	$2,2 \cdot 10^{-10}$
Cu	-	$8,4 \cdot 10^{-3}$
Hg	-	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Mn	-	$2,2 \cdot 10^{-10}$
Ni	-	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Pb	-	$3,8 \cdot 10^{-3}$
V	-	$2,2 \cdot 10^{-10}$
Metalen	-	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Stof	-	$3,8 \cdot 10^{-4}$
HCl	-	$3,8 \cdot 10^{-4}$
HF	-	$2,5 \cdot 10^{-3}$
SOx	-	$7,0 \cdot 10^{-4}$
NOx	-	$7,6 \cdot 10^{-5}$
CO2	-	$4,9 \cdot 10^{-1}$
CO	-	$1,3 \cdot 10^{-5}$
CxHy	-	$2,5 \cdot 10^{-4}$
TCDD TEQ	-	$1,3 \cdot 10^{-11}$
Afval (ton)	-	-
Energieverbruik (MJ)		
elektriciteit zuurstof	180	180
elektriciteit overig	500	500
Verbruik hulpstoffen (kg)		
zuurstof	200	200
mineralen	70	70
Uitgespaarde productie		
synthesegas (MJ)	4400	-
elektriciteit WKC (MJ)	-	1850
warmte WKC (MJ)	-	1760

13.10.4 Vergelijking milieugevolgen

De milieuscores per ton verwerkt boorgruis voor de huidige thermische behandeling (BRP) en de verwerking in de smelter (PEC) staan weergegeven in tabel 13.10c.

Verwerking in de PEC scoort voor de meeste thema's beter of gelijkwaardig aan de huidige bewerking. Alleen op smogvorming scoort de BRP beter. Dit wordt veroorzaakt door de hoge vermeden emissies door de uitgespaarde productie van boorolie. De betere scores voor de PEC worden voor het grootste deel bepaald door de lagere emissies t.g.v. rookgassen.

Tabel 13.10c: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton oliehoudend boorgruis in de BRP en in de PEC.

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton Ig)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
BRP	2,0*10 ¹	-5,0*10 ¹	1,1*10 ¹	3,0*10 ¹	1,1*10 ¹	1,5*10 ¹	-2,5*10 ¹	8,0*10 ¹	
PEC syngas	3,6*10 ¹	-1,3*10 ¹	4,1*10 ¹	1,6*10 ¹	-1,4*10 ¹	7,5*10 ¹	-4,3*10 ¹	9,8*10 ¹	
PEC WKC	1,5*10 ¹	-1,1*10 ¹	-6,8*10 ¹	-5,4*10 ¹	-7,3*10 ¹	7,5*10 ¹	-5,1*10 ¹	-1,6*10 ¹	
genormalis. BRP	8,0*10 ⁻¹⁸	-8,7*10 ⁻¹⁸	1,0*10 ⁻¹⁸	3,2*10 ⁻¹⁸	8,4*10 ⁻¹⁸	1,7*10 ⁻¹⁸	-8,8*10 ⁻¹⁸	5,2*10 ⁻¹⁸	5,4*10 ⁻¹⁸
PEC syngas	1,5*10 ⁻¹⁸	-2,3*10 ⁻¹⁸	4,0*10 ⁻¹⁸	1,7*10 ⁻¹⁸	-1,1*10 ⁻¹⁸	8,3*10 ⁻¹⁸	-1,5*10 ⁻¹⁸	6,3*10 ⁻¹⁸	-1,4*10 ⁻¹⁸
PEC WKC	6,1*10 ⁻¹⁸	-1,9*10 ⁻¹⁸	-6,7*10 ⁻¹⁸	-5,6*10 ⁻¹⁸	5,8*10 ⁻¹⁸	8,3*10 ⁻¹⁸	-1,8*10 ⁻¹⁸	-1,0*10 ⁻¹⁸	-2,7*10 ⁻¹⁸
gewogen BRP	9,6*10 ⁻¹⁸	-2,0*10 ⁻¹⁸	2,7*10 ⁻¹⁸	8,6*10 ⁻¹⁸	1,4*10 ⁻¹⁸	2,9*10 ⁻¹⁸	-9,0*10 ⁻¹⁸	1,6*10 ⁻¹⁸	1,7*10 ⁻¹⁸
PEC syngas	1,8*10 ⁻¹⁸	-5,2*10 ⁻¹⁸	1,0*10 ⁻¹⁸	4,7*10 ⁻¹⁸	-1,9*10 ⁻¹⁸	8,3*10 ⁻¹⁸	-1,6*10 ⁻¹⁸	2,0*10 ⁻¹⁸	-1,3*10 ⁻¹⁸
PEC WKC	7,3*10 ⁻¹⁸	-4,3*10 ⁻¹⁸	-1,7*10 ⁻¹⁸	-1,6*10 ⁻¹⁸	-9,9*10 ⁻¹⁸	-1,4*10 ⁻¹⁸	1,8*10 ⁻¹⁸	-3,2*10 ⁻¹⁸	-4,4*10 ⁻¹⁸

Broeikaseffect

Op het broeikaseffect scoort verwerking in de PEC, voor boorgruis met een chloorgehalte van 5%, beter dan de huidige bewerking. De huidige bewerking geeft directe CO₂-emissies vanwege de stookinstallatie. Directe emissies ontbreken in de synthesesgas-variant van het PEC-proces. De score op het broeikaseffect wordt bij dit proces voornamelijk bepaald door indirecte emissies vanwege het elektriciteitsverbruik. Deze emissies worden gedeeltelijk gecompenseerd door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van synthesesgas.

In de WKC-variant worden de directe emissies gedeeltelijk gecompenseerd door de uitgespaarde productie van elektriciteit/warmte.

Smogvorming

Ondanks het feit dat de directe en indirecte emissies van koolwaterstoffen door verwerking in de PEC (voor beide varianten) lager zijn dan bij de huidige bewerking (BRP), scoort de BRP beter op smogvorming. Dit wordt veroorzaakt door de grote post van vermeden emissies door de uitgespaarde productie van olie (boorspoeling). De vermeden emissies van koolwaterstoffen door de uitgespaarde productie van synthesesgas of elektriciteit/warmte (in de WKC-variant) bij verwerking in de PEC zijn lager.

Verzuring

Op verzuring scoort de PEC-verwerking voor beide varianten beter dan de huidige bewerking. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de directe emissies van SO₂ en NO_x in de rookgassen uit de stookinstallatie van de BRP.

Vermesting

De score op vermisting wordt gedomineerd door de NO_x-emissie naar lucht. Deze is voor verwerking in de BRP hoger dan in de PEC. Daardoor scoort de PEC beter.

Verspreiding

De PEC scoort op humane toxiciteit beter dan de huidige bewerking in de BRP. Emissies van NO_x, SO₂ en C_xH_y naar lucht domineren de score op humane toxiciteit. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAKs en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. De slechtere score van de BRP wordt voornamelijk veroorzaakt door de rookgassen.

Ook op ecotoxiciteit scoort de PEC beter dan de BRP. Dit wordt veroorzaakt door de relatief lage gehalten aan verontreinigende stoffen in de afvalwaterstromen uit de PEC.

Energie

De score op energieverbruik is voor de verwerking in de PEC beter dan voor huidige verwerking. De bespaarde primaire energie is hoger en de verbruikte energie lager bij de PEC vergeleken met de BRP.

Afval

De afvalhoeveelheid is bij de huidige bewerking veel groter door de vrijkomende grond. Bij verwerking in de smelter wordt de grond omgezet tot vrij toepasbare bouwstof.

13.10.5 *Conclusie vergelijking milieugevolgen*

De verwerking van oliehoudend boorgruis in de smelter is minstens even hoogwaardig als de huidige bewerking. Daarmee voldoet het aan de minimumstandaard.

13.11 **LCA afgewerkte/halogeene-/pcb-houdende olie**

13.11.1 *Inleiding*

In het RUN-initiatief wordt in de voorgenomen activiteit de be-/verwerking van afgewerkte olie en halogeene-/PCB-houdende olie voorzien. Het gaat bij de laatstgenoemde categorie om oliën met een organische chloorgehalte tot 5000 ppm en een PCB-gehalte van 50 ppm (BAGA-grenzen).

Voor deze oliestromen zullen verschillende be-/verwerkingsmethoden mogelijk zijn. Afhankelijk van de samenstelling van de oliën en de markt voor brandstoffen wordt een be-/verwerkingsmethode gekozen. Het gaat daarbij om de volgende mogelijke procesroutes (zie voor criteria hoofdstuk 5):

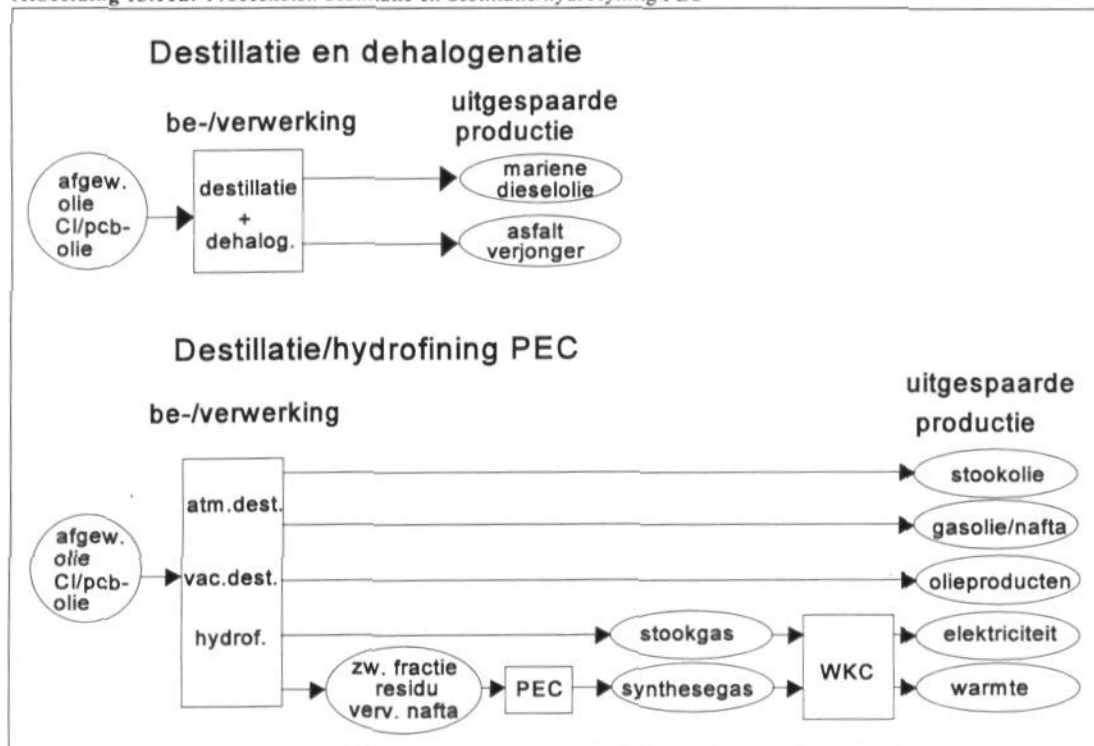
- a) atmosferische destillatie met verwerking van de halogeenehoudende topfractie en het residu in de PEC-installatie;
- b) vacuümdestillatie met verwerking van de residuen hieruit in de smelter (PEC-installatie);
- c) visbreaking/hydrofining met verwerking van de residuen in de smelter (PEC-installatie).

De oliestromen worden in de be-/verwerkingen omgezet in afzetbare brandstoffen en olieproducten die voldoen aan de (brandstof)specificaties.

Volgens het MJP-GA II is de minimumstandaard voor afgewerkte olie het opwerken tot gasolie, vergelijkbare brandstoffen of basissmeerolie middels technologieën die tenminste even hoogwaardig zijn als destillatie met een chemische nabehandeling. De minimumstandaard voor halogeenehoudende olie is het opwerken tot brandstof d.m.v. destillatie en dehalogenatie of rechtstreekse energie-opwekking in installaties onder condities voor het verbranden van gevaarlijk afval. De minimumstandaard voor PCB-houdende olie is opwerken tot brandstof of herbruikbare olie door middel van destillatie met een chemische nabehandeling of extractie, of verbranden in een AVI of DTO.

Met behulp van LCA's zijn de mogelijke be-/verwerkingsmethoden in het RUN-initiatief vergeleken met destillatie met een chemische nabehandeling. In afbeelding 13.11a staan de te vergelijken procesketens weergegeven.

Afbeelding 13.11a: Procesketen destillatie en destillatie/hydrofyning PEC



De gegevens hierover zijn gebaseerd op de beschrijving van de Centrale Bewerkingseenheid (CBE) voor afgewerkte olie in het MER MJP-GA II. In dit MER wordt vermeld dat voor de bewerking in de CBE geen onderscheid is te maken naar soort afvalstroom. Daarom is voor deze bewerking uitgegaan van dezelfde gegevens.

De milieugevolgen van de voorgenoemde be-/verwerkingstechnieken in het RUN-initiatief zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen zoals deze ook in het MER-RUN zijn gegeven. Uitgegaan is van de samenstelling van afgewerkte olie zoals deze in het MER MJP-GA II is gehanteerd: chloorgehalte (organisch) 0,05%; zwavelgehalte 0,85%, sedimentgehalte 1,7%. Voor halogeen-/PCB-houdende olie is uitgegaan van het maximale gehalte van organische chloor van 0,5%.

13.11.2 Centrale Bewerkingseenheid

Korte procesbeschrijving

In de Centrale Bewerkingseenheid (CBE), die nog niet gerealiseerd is, doorloopt de olie een procesroute bestaande uit een combinatie van gangbare destillatiestappen (flash-, vacuüm- en gefractioneerde destillatie), gekoppeld aan een behandeling met metallisch natrium voor het verwijderen van chloor. De energie voor de destillatie wordt geleverd door de inzet van aardgas. De producten zijn mariene dieselolie en asfaltflux (waarin het sediment en de zware metalen zich bevinden). De asfaltflux kan mogelijk worden ingezet als (secundaire kwaliteit) verjongingsmiddel bij nuttige toepassing van oud asfalt of als bitumen. Het vrijkomende afvalwater wordt na zuivering geloosd.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

De milieu-ingrepen die in het MER MJP-GA II worden gegeven, zijn gebaseerd op twee MER'en voor een CBE [Paktank, 1993; North Refinery, 1993]. De emissies naar water zijn bepaald op basis

van gegeven debieten en samenstelling. Voor de emissies van koolwaterstoffen is uitgegaan van een lage emissie door het nemen van adequate maatregelen. Voor de verbrandingsemissies naar de lucht is uitgegaan van de standaarddata voor het opwekken van warmte met behulp van aardgas. Het energieverbruik voor het destillatieproces bedraagt 368,5 kWh/ton olie. De hulpstoffen, zoals natrium, bedragen veel minder dan 1% van de doorzet. De milieu-ingrepen door de productie hiervan is verwaarloosd.

Vermeden emissies

Bij de bewerking wordt per ton afgewerkte olie 0,765 ton marine dieselolie geproduceerd. Bij de LCA-berekening zijn de vermeden emissies meegenomen, die normaal zouden ontstaan bij de productie van dieselolie. Ongeveer 15% wordt afgevoerd als residuale stookolie. De vraag is of deze kan worden ingezet als asfaltverjonger. Twee varianten zijn daarom doorgerekend: één waarbij de uitgespaarde productie van bitumen is meegenomen (als uitgespaarde productie van olie-producten in het algemeen) en één waarbij hier geen rekening mee is gehouden.

13.11.3 RUN-procesroutes

Korte procesbeschrijving

In deze paragraaf worden de verschillende routes kort weergegeven. Zie voor een uitgebreidere routebeschrijving voor deze afvalstromen hoofdstuk 5.

Alle routes beginnen met een voorbereiding (filtratie, tankdrainage, centrifuge/decanter) waarin sediment en niet-thermisch water worden verwijderd.

In route 2 wordt de olie d.m.v. destillatie gescheiden in een topfractie (nafta) en een bodemfractie (gas-/stookolie), die afgezet kan worden als brandstof. De sedimenthoudende zware fractie en de halogeenhoudende topfractie worden in de PEC-installatie verwerkt. In de LCA is ervan uitgegaan dat de zware fracties in de smelter en de topfracties in de vergasser worden verwerkt.

In route 3 wordt de olie eerst d.m.v. atmosferische destillatie of tweetrapsverdamping afgetopt. De halogeenhoudende topfractie die aan de vergasser uit de PEC-installatie of aan de hydrofining worden toegevoegd om schone brandstoffen te verkrijgen. De afgetopte olie wordt door middel van vacuümdestillatie gescheiden in verschillende fracties:

- een gasolie die veelal een te hoog chloorgehalte heeft en verder in de PEC-installatie of in de hydrofining wordt behandeld;
- een stookolie, die afgezet kan worden;
- een fluxolie.

Voor de fluxolie uit de afgewerkte olie zijn twee mogelijkheden. Deze stroom kan als asfaltverjonger worden ingezet of verder worden bewerkt in de short-path destillatie (subroute). Uit deze laatste route ontstaat een afzetbare paraffinische olie en een residu, dat als brandstof aan de smelter wordt toegevoegd.

Voor chloor-/PCBhoudende olie wordt bij de vacuümdestillatie route een afzetbare stookolie geproduceerd.

In route 4 kan de olie eerst d.m.v. atmosferische destillatie of tweetrapsverdamping worden ontwaterd. Daarna volgt het visbreaking/hydrofining proces. Daarbij wordt de gehele oliefractie gekraakt en vervolgens gehydrogeneerd. Bij de hydrogenatie wordt gebruik gemaakt van afgewerkte katalysator uit de olie-industrie. De chloor- en zwavelverbindingen worden omgezet in HCl en H₂S. Uit het proces ontstaan een schone nafta en gasolie, en gas. Het gas wordt in de gaswasser ontdaan van HCl en H₂S en wordt geheel ingezet als energieleverancier in de fornuizen en/of in de WKC.

Uit de gaswasser komt zout water vrij. Uit het proces ontstaat een residu, dat als brandstof aan de smelter wordt toegevoegd.

Voor chloor-/PCB-houdende olie zijn hier twee subroutes. In de eerste wordt d.m.v. atmosferische destillatie een gas-/stookolie verkregen. De chloorhoudende fractie wordt in de hydrofining verwerkt. Bij de tweede subroute wordt de volledige stroom in de hydrofining verwerkt.

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie staat in paragraaf 13.3.3.

Directe en indirecte milieu-ingrepen

Voor de bepaling van de milieugevolgen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd. De emissies naar water zijn bepaald op basis van de vrijkomende hoeveelheden van de verschillende afvalwaterstromen (niet-thermisch water uit de mechanische ontwatering, destillatiewater, waswater hydrofining, zout water en condensaat uit de PEC-installatie) en de verwachte concentraties verontreinigende stoffen in deze stromen na zuivering. Voor de afvalwaterstromen die door de PACT-waterzuivering gaan, zijn de concentraties per soort stroom (bijlage 9.4) vermenigvuldigd met het verwijderingsrendement (zie tabel 9.5a).

De emissies van koolwaterstoffen door op- en overslag en uit diffuse bronnen zijn gelijk verondersteld met die voor de CBE. Deze zijn namelijk afkomstig van het MER voor een gelijksoortig proces voor de bewerking van afgewerkte olie.

De emissies naar lucht via rookgassen zijn bepaald o.b.v. het stookgasverbruik van de fornuizen (fornuis atmosferische destillatie, hete olie fornuis en fornuis visbreaking) en de WKC, een gemiddeld rookgasdebiet van 3 m³ per ton stookgas en de maximale concentraties in het rookgas bij standaardcondities (tabel 12.4b). De fornuizen worden op eigen geproduceerd stookgas gestookt. Aangenomen is dat het geproduceerde stookgas in eerste instantie wordt gebruikt in de fornuizen. Het resterende gas wordt de WKC ingevoerd.

Het elektriciteitsverbruik per route is berekend uit het elektriciteitsverbruik per installatie en de doorzet door de installatie per route bij de verwerking van 1 ton olie.

De benodigde energie wordt geheel uit het proces geleverd (behalve in de vacuümdestillatie van chloorhoudende olie). Het energieverbruik vormt dan ook geen aparte post in de LCA. De verbruikte hoeveelheden worden afgetrokken van de geproduceerde hoeveelheden energie (gas en warmte), hetgeen tot een netto post uitgespaarde warmte en elektriciteit. (In de vacuümdestillatie van chloorhoudende olie wordt rekening gehouden met een verbruikte hoeveelheid warmte.)

Uit het smeltproces ontstaan geen rookgassen; alle brandbare stof wordt omgezet in synthesesgas. De anorganische fractie (sediment en afgewerkte katalysator) komt in het geproduceerde synthetische basalt terecht. Het zuurstofverbruik is gerelateerd aan het gehalte brandbare stof in het afval en de samenstelling hiervan. De milieugevolgen gerelateerd aan het zuurstofverbruik worden bepaald door de benodigde elektriciteit voor de productie van de zuurstof. Het overige elektriciteitsverbruik is bepaald op basis van het totale elektriciteitsverbruik van de PEC-installatie. Per ton afval is dit ongeveer 500 MJ.

De gasreiniging, zowel van het hydrogenatiegas als van het synthesesgas uit de PEC, verbruikt NaOH. Het verbruik hiervan is gerelateerd aan het chloorgehalte van de olie. Daarbij is aangenomen dat al het chloor uit de olie wordt verwijderd. De milieu-ingrepen door de productie van het NaOH zijn meegenomen in de LCA.

Het gebruik van afgewerkte katalysator bij de hydrogenatie brengt geen extra milieu-effecten met zich mee. Vanwege de toepassing van het waste-to-waste principe zijn er vermeden emissies. Vanwege de kleine hoeveelheid katalysator zijn deze niet meegenomen.

In de hydrogenatiestap wordt waterstof verbruikt. Dit wordt door scheiding verkregen uit het synthesegas. De verbruikte hoeveelheid is meegenomen door deze af te trekken van de geproduceerde hoeveelheid synthesegas. De benodigde elektriciteit voor de scheiding is meegenomen in de LCA's. Andere hulpstoffen worden slechts in kleine hoeveelheden gebruikt. Aangenomen is dat de bijdrage hiervan aan de milieugevolgen verwaarloosbaar is.

Vermeden milieu-ingrepen

De vermeden milieu-ingrepen door de uitgespaarde productie van brandstoffen en olieproducten zijn meegenomen. Voor de geproduceerde gas-/stookolie en fluxolie uit de destillatieroutes is hierbij uitgegaan van de gegevens voor de productie van dieselolie uit het MER MJG-GA II. De nafta/gasolie uit de hydrofining en de paraffinische olie uit de short path destillatie zijn meer hoogwaardige producten. Voor de productie hiervan is uitgegaan van een grotere benodigde hoeveelheid primaire energie en bijbehorend milieuprofiel voor diesel o.b.v. gegevens uit het LCA-rapport van het CE [CE, 1997] (zie bijlage 13.3).

De geproduceerde hoeveelheden synthesegas en hoogcalorisch gas uit de hydrofining zijn gecorrigeerd voor de verbruikte hoeveelheden in de fornuizen. Daarbij is er van uitgegaan dat het stookgas eerst in de fornuizen wordt verbruikt. Het resterende gas gaat naar de WKC. Voor de eenvoud is alleen de WKC-variant doorgerekend, d.w.z. dat in de LCA's is aangenomen dat al het netto geproduceerde gas in de WKC wordt verstoofd. De bestemming van het synthesegas heeft vanwege de relatief kleine hoeveelheid slechts een geringe invloed op de resultaten.

In de tabellen 13.11a en b zijn de milieu-ingrepen voor de verschillende routes voor afgewerkte olie en halogeen-/PCB-houdende olie weergegeven.

Tabel 13.11a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton afgewerkte olie in de verschillende procesroutes (inclusief verwerking residuen in PEC-installatie).

	Atmosferische destillatie	Vacuümdestillatie	Vacuümdest./SPD	Hydrofining
Directe emissies naar water (ton)				
CZY	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
BZY	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$
N-kjeldahl	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
olie	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$
PAK	$5,1 \cdot 10^{-11}$	$8,1 \cdot 10^{-11}$	$8,1 \cdot 10^{-11}$	$4,8 \cdot 10^{-10}$
PCB	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$2,5 \cdot 10^{-11}$
fenol	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$
BTEX	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$
EOCI	$8,1 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$8,5 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
zwevend stof	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-7}$
Cd	$3,9 \cdot 10^{-18}$	$4,0 \cdot 10^{-18}$	$4,3 \cdot 10^{-18}$	$5,1 \cdot 10^{-18}$
Hg	$7,0 \cdot 10^{-11}$	$7,0 \cdot 10^{-11}$	$7,0 \cdot 10^{-11}$	$7,1 \cdot 10^{-11}$
Mn	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$
Pb	$7,2 \cdot 10^{-11}$	$7,3 \cdot 10^{-11}$	$7,3 \cdot 10^{-11}$	$7,3 \cdot 10^{-11}$
Zn	$4,2 \cdot 10^{-18}$	$4,2 \cdot 10^{-18}$	$4,2 \cdot 10^{-18}$	$5,9 \cdot 10^{-18}$
metalen	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$7,2 \cdot 10^{-9}$	$6,7 \cdot 10^{-9}$
zout (NaCl)	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
Directe emissies naar lucht (ton)				
As	$6,1 \cdot 10^{-18}$	$7,8 \cdot 10^{-18}$	$3,5 \cdot 10^{-17}$	$5,8 \cdot 10^{-17}$
Cd	$4,1 \cdot 10^{-18}$	$5,2 \cdot 10^{-18}$	$2,3 \cdot 10^{-17}$	$3,9 \cdot 10^{-17}$
Co	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$
Cr	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$
Cu	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-9}$	$7,7 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$
Hg	$4,1 \cdot 10^{-18}$	$5,2 \cdot 10^{-18}$	$2,3 \cdot 10^{-17}$	$3,9 \cdot 10^{-17}$
Mn	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$
Ni	$6,8 \cdot 10^{-18}$	$8,6 \cdot 10^{-18}$	$3,8 \cdot 10^{-17}$	$6,4 \cdot 10^{-17}$
Pb	$6,1 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-9}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	$5,8 \cdot 10^{-9}$
V	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$
Metalen	$6,1 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-9}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$	$5,8 \cdot 10^{-9}$

	Atmosferische destillatie	Vacuümdestillatie	Vacuümdest./SPD	Hydrofining
Stof	$6,1 \cdot 10^7$	$7,8 \cdot 10^7$	$3,5 \cdot 10^4$	$5,8 \cdot 10^4$
HCl	$6,1 \cdot 10^7$	$7,8 \cdot 10^7$	$3,5 \cdot 10^4$	$5,8 \cdot 10^4$
HF	$4,1 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^7$	$3,9 \cdot 10^7$
SOx	$1,2 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$	$7,0 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$
NOx	$1,4 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$8,1 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^6$
CO2	$8,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$
CO	$2,1 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^5$
CxHy	$6,2 \cdot 10^7$	$6,2 \cdot 10^7$	$6,4 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^4$
TCDD TEQ	$2,1 \cdot 10^{-14}$	$2,6 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$
Afval (kg)				
beladen actief kool	$3,8 \cdot 10^4$	$4,7 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$
Energieverbruik (MJ)				
warmte	358	762	1450	1350
elektriciteit zuurstofproductie	13	16	69	60
elektriciteit overig	95	106	112	150
Verbruik hulpstoffen				
zuurstof (kg)	35	44	195	169
NaOH (kg)	1,1	1,1	1,1	1,1
waterstof (MJ)	-	-	-	732
Uitgespaarde productie				
stookolie (MJ)	38000	10100	10100	-
fluxolie (MJ)	-	27700	-	-
paraffinische olie (MJ)	-	-	23100	-
gasolie/nafta (MJ)	-	-	-	28100
netto warmte WKC,PEC,hydrofining (MJ)	172	120	677	3010
netto elektriciteit WKC (MJ)	86	-	1230	2080

Tabel 13.11b: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton halogeen-/PCB-houdende olie in de verschillende procesroutes (inclusief verwerking residuen in PEC-installatie).

	Atmosferische destillatie	Vacuümdestillatie	Atm.dest./hydrofining	Hydrofining
Directe emissies naar water (ton)				
CZV	$8,6 \cdot 10^5$	$6,1 \cdot 10^4$	$8,4 \cdot 10^5$	$9,6 \cdot 10^5$
BZV	$3,7 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$
N-kjeldahl	$9,2 \cdot 10^7$	$3,2 \cdot 10^7$	$7,4 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^8$
olie	$3,3 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^{11}$	$3,4 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$
PAK	$2,8 \cdot 10^{18}$	$1,0 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{18}$	$4,8 \cdot 10^{18}$
PCB	$1,9 \cdot 10^{11}$	$4,0 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	$1,9 \cdot 10^{11}$
fenol	$4,1 \cdot 10^9$	$4,0 \cdot 10^{12}$	$4,1 \cdot 10^9$	$4,2 \cdot 10^9$
BTEX	$1,1 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^{12}$	$1,2 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^9$
EOCI	$8,1 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$7,1 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^9$
zwevend stof	$4,8 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^7$	$5,8 \cdot 10^7$
Cd	$5,6 \cdot 10^{18}$	$2,9 \cdot 10^{18}$	$5,3 \cdot 10^{18}$	$6,1 \cdot 10^{18}$
Hg	$4,1 \cdot 10^{11}$	$2,0 \cdot 10^{14}$	$4,0 \cdot 10^{11}$	$4,1 \cdot 10^{11}$
Mo	$8,0 \cdot 10^{18}$	$4,0 \cdot 10^{14}$	$8,0 \cdot 10^{18}$	$8,0 \cdot 10^{18}$
Pb	$5,1 \cdot 10^{11}$	$4,0 \cdot 10^{13}$	$4,2 \cdot 10^{11}$	$4,3 \cdot 10^{11}$
Zn	$2,5 \cdot 10^{18}$	$4,0 \cdot 10^{13}$	$3,1 \cdot 10^{18}$	$4,1 \cdot 10^{18}$
metalen	$3,1 \cdot 10^7$	$2,8 \cdot 10^7$	$2,9 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$
zout (NaCl)	$8,2 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^3$
Directe emissies naar lucht (ton)				
As	$2,7 \cdot 10^4$	$7,6 \cdot 10^{18}$	$2,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$
Cd	$1,8 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^{18}$	$1,7 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^4$
Co	$1,5 \cdot 10^{18}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$3,1 \cdot 10^{18}$
Cr	$1,5 \cdot 10^{18}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$3,1 \cdot 10^{18}$
Cu	$5,8 \cdot 10^9$	$1,7 \cdot 10^9$	$5,5 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$
Hg	$1,8 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^{18}$	$1,7 \cdot 10^7$	$3,7 \cdot 10^7$
Mn	$1,5 \cdot 10^{18}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$3,1 \cdot 10^{18}$
Ni	$2,9 \cdot 10^7$	$8,3 \cdot 10^{18}$	$2,7 \cdot 10^7$	$6,0 \cdot 10^7$
Pb	$2,7 \cdot 10^7$	$7,5 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^7$
V	$1,5 \cdot 10^{18}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$3,1 \cdot 10^{18}$
Metalen	$2,7 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^4$	$2,4 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^7$
Stof	$2,7 \cdot 10^4$	$7,6 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$
HCl	$2,7 \cdot 10^4$	$7,6 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^4$

	Atmosferische destillatie	Vacuümdestillatie	Atm.dest./hydrofining	Hydrofining
Directe emissies naar water (ton)				
HF	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$
SO _x	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
NO _x	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$5,8 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
CO ₂	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$9,8 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$5,1 \cdot 10^{-1}$
CO	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
C _x H _y	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$
TCDD TEQ	$8,9 \cdot 10^{-14}$	$2,5 \cdot 10^{-14}$	$8,3 \cdot 10^{-14}$	$1,8 \cdot 10^{-13}$
Afval (kg)				
beladen actief kool	$1,6 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^4$	$7,7 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^3$
Energieverbruik (MJ)				
warmte	650	849	651	1220
elektriciteit zuurstofproductie	53	15	26	61
elektriciteit overig	71	51	95	104
Verbruik hulpstoffen				
zuurstof (kg)	148	42	72	171
NaOH (kg)	11	11	11	11
waterstof (MJ)	-	-	292	744
Uitgespaarde productie				
stookolie (MJ)	34000	41300	28300	-
fluxolie (MJ)	-	-	-	-
paraffinische olie (MJ)	-	-	-	-
gasolie/nafta (MJ)	-	-	11400	29100
netto warmte WKC,PEC,hydrofining (MJ)	1330	-	1260	3060
netto elektriciteit WKC (MJ)	985	196	823	1980

13.11.4 Vergelijking milieugevolgen

De milieuscores per ton verwerkte afgewerkte olie en per ton halogeen-/PCB-houdende olie voor de CBE (twee varianten: één waarbij de uitgespaarde productie van bitumen is meegenomen (CBE+) en één waarbij hier geen rekening mee is gehouden (CBE) en voor de voorgenomen bewerkingen (atmosferische destillatie/vacuümdestillatie/hydrogenatie en verwerking van de residuen in de smelter (PEC)) staan weergegeven in de tabellen 13.11c en 13.11d. Tevens zijn de scores genormaliseerd weergegeven, d.w.z. als bijdrage aan de totale Nederlandse belasting voor het betreffende thema, en gewogen weergegeven, waarbij een weging is gemaakt volgens het distance-to-target principe (analoog aan de gehanteerde methode in het MER MJP-GA II).

De voorgenomen be-/verwerkingstechnieken scoren voor vrijwel alle thema's beter of ongeveer gelijkwaardig aan be-/verwerking in de CBE (beide varianten). De scores worden voor alle thema's gedomineerd door de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van brandstoffen, olieproducten en elektriciteit/warmte. Een beschouwing per thema is daarom niet zinvol.

De verschillen tussen de vergeleken technieken worden voor een groot deel bepaald door het energierendement en de verkregen producten. Short path destillatie en hydrofining kosten relatief veel energie. Daar staat tegenover dat met deze technieken hoogwaardige producten verkregen worden. Dit is meegenomen door voor deze producten uit te gaan van een hogere hoeveelheid benodigde primaire energie (zie paragraaf 13.11.3 vermeden milieu-ingrepen).

13.11.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De voorgenomen be-/verwerkingsprocessen van afgewerkte olie en halogeen-/PCB-houdende olie zijn even hoogwaardig als de minimumstandaard. De oliën worden opgewerkt tot afzetbare brandstoffen en olieproducten van betere en/of gelijkwaardige kwaliteit als in de in het MER MJP-GA II beschreven proces van destillatie en dehalogenatie. De residuen worden in de PEC-installatie omgezet in nuttig toepasbaar synthesegas. Daarmee voldoen de processen aan de minimumstandaard.

Tabel 13.11c: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton afgewerkte olie in de CBE en in de voorgenomen activiteit.

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton Ig)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
CBE +	-2,1*10 ¹	-7,4*10 ⁴	-5,0*10 ¹	-2,2*10 ⁴	-9,1*10 ¹	-7,8*10 ⁴	-4,1*10 ¹	-8,1*10 ⁴	
CBE	-1,60*10 ¹	-6,1*10 ⁴	-4,2*10 ¹	-1,8*10 ⁴	-7,6*10 ¹	-6,5*10 ⁴	-3,4*10 ¹	-5,5*10 ⁴	
Atm./PEC	-2,6*10 ¹	-7,2*10 ⁴	-5,1*10 ¹	-2,4*10 ⁴	-9,1*10 ¹	-7,6*10 ⁴	-4,2*10 ¹	-9,9*10 ⁴	
Vac./PEC	-2,1*10 ¹	-7,2*10 ⁴	-5,0*10 ¹	-2,3*10 ⁴	-9,0*10 ¹	-7,6*10 ⁴	-4,1*10 ¹	-9,7*10 ⁴	
Vac/SPD/PEC	-3,3*10 ¹	-2,6*10 ⁵	-7,9*10 ¹	-4,6*10 ⁴	-1,4*10 ²	-4,9*10 ⁵	-7,0*10 ¹	-5,0*10 ¹	
Hydr/PEC	-3,6*10 ¹	-2,2*10 ⁵	-4,2*10 ¹	-3,2*10 ⁴	-7,0*10 ¹	-5,0*10 ⁵	-4,0*10 ¹	-5,0*10 ¹	
genormalis. CBE +	-8,7*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻⁸	-4,9*10 ⁻⁹	-2,3*10 ⁻¹⁰	-7,3*10 ⁻⁹	-8,6*10 ⁻¹⁰	-1,4*10 ⁻⁸	-5,2*10 ⁻¹¹	-4,2*10 ⁻⁸
CBE	-6,5*10 ⁻¹⁰	-1,1*10 ⁻⁸	-4,1*10 ⁻⁹	-1,9*10 ⁻¹⁰	-6,1*10 ⁻⁹	-7,2*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁸	-3,6*10 ⁻¹¹	-3,4*10 ⁻⁸
Atm./PEC	-1,1*10 ⁻⁹	-1,3*10 ⁻⁸	-5,0*10 ⁻⁹	-2,5*10 ⁻¹⁰	-7,3*10 ⁻⁹	-8,4*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-6,4*10 ⁻¹¹	-4,2*10 ⁻⁸
Vac./PEC	-8,7*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻⁸	-4,9*10 ⁻⁹	-2,4*10 ⁻¹⁰	-7,2*10 ⁻⁹	-8,3*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-6,2*10 ⁻¹¹	-4,1*10 ⁻⁸
Vac/SPD/PEC	-1,4*10 ⁻⁹	-4,5*10 ⁻⁸	-7,8*10 ⁻⁹	-4,8*10 ⁻¹⁰	-1,1*10 ⁻⁹	-5,4*10 ⁻⁹	-2,5*10 ⁻⁸	-3,2*10 ⁻¹¹	-9,6*10 ⁻⁸
Hydr/PEC	-1,5*10 ⁻⁹	-3,9*10 ⁻⁸	-4,2*10 ⁻⁹	-3,4*10 ⁻¹⁰	-5,6*10 ⁻⁹	-5,6*10 ⁻⁹	-1,4*10 ⁻⁸	-3,2*10 ⁻¹¹	-7,1*10 ⁻⁸
gewogen CBE +	-1,0*10 ⁻⁹	-2,9*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁹	-6,5*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁹	-1,5*10 ⁻⁹	-1,5*10 ⁻⁸	-1,6*10 ⁻¹¹	-7,3*10 ⁻⁸
CBE	-7,8*10 ⁻¹⁰	-2,5*10 ⁻⁸	-1,1*10 ⁻⁹	-5,3*10 ⁻¹⁰	-1,0*10 ⁻⁹	-1,2*10 ⁻⁹	-1,2*10 ⁻⁸	-1,1*10 ⁻¹¹	-6,1*10 ⁻⁸
Atm./PEC	-1,3*10 ⁻⁹	-2,9*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁹	-7,0*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁹	-1,4*10 ⁻⁹	-1,5*10 ⁻⁸	-2,0*10 ⁻¹¹	-7,3*10 ⁻⁸
Vac./PEC	-1,1*10 ⁻⁹	-2,9*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁹	-6,8*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁹	-1,4*10 ⁻⁹	-1,5*10 ⁻⁸	-1,9*10 ⁻¹¹	-7,2*10 ⁻⁸
Vac/SPD/PEC	-1,6*10 ⁻⁹	-1,0*10 ⁻⁷	-2,0*10 ⁻⁹	-1,4*10 ⁻⁹	-1,9*10 ⁻⁹	-9,2*10 ⁻⁹	-2,5*10 ⁻⁸	-1,0*10 ⁻¹¹	-1,8*10 ⁻⁷
Hydr/PEC	-1,8*10 ⁻⁹	-9,0*10 ⁻⁸	-1,1*10 ⁻⁹	-9,4*10 ⁻¹⁰	-9,6*10 ⁻⁹	-9,4*10 ⁻⁹	-1,5*10 ⁻⁸	-1,0*10 ⁻¹¹	-1,4*10 ⁻⁷

Tabel 13.11d: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton halogeen-/PCB-houdende olie in de CBE en in de voorgenomen activiteit.

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton Ig)	(10 ³ m ³)	(MJ)	(ton)	
CBE +	-2,1*10 ¹	-7,4*10 ⁴	-5,0*10 ¹	-2,2*10 ⁴	-9,1*10 ¹	-7,8*10 ⁴	-4,1*10 ¹	-8,1*10 ⁴	
CBE	-1,6*10 ¹	-6,1*10 ⁴	-4,2*10 ¹	-1,8*10 ⁴	-7,6*10 ¹	-6,5*10 ⁴	-3,4*10 ¹	-5,5*10 ⁴	
Atm./PEC	-1,9*10 ¹	-6,5*10 ⁴	-5,0*10 ¹	-2,5*10 ⁴	-8,6*10 ¹	-6,8*10 ⁴	-4,1*10 ¹	-9,8*10 ⁴	
Vac/SPD/PEC	-2,6*10 ¹	-8,0*10 ⁴	-5,6*10 ¹	-2,7*10 ⁴	-1,0*10 ²	-8,6*10 ⁴	-4,6*10 ¹	-1,1*10 ¹	
Atm/Hydr/PEC	-3,3*10 ¹	-7,7*10 ⁴	-5,7*10 ¹	-2,8*10 ⁴	-1,0*10 ²	-8,0*10 ⁴	-4,7*10 ¹	-1,1*10 ¹	
Hydr/PEC	-3,0*10 ¹	-5,9*10 ⁴	-5,1*10 ¹	-2,8*10 ⁴	-8,4*10 ¹	-6,0*10 ⁴	-4,1*10 ¹	-1,0*10 ¹	
genormalis. CBE +	-8,7*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻⁸	-4,9*10 ⁻⁹	-2,3*10 ⁻¹⁰	-7,3*10 ⁻⁹	-8,6*10 ⁻¹⁰	-1,4*10 ⁻⁸	-5,2*10 ⁻¹¹	-4,2*10 ⁻⁸

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
CBE	-6,5*10 ⁻¹⁰	-1,1*10 ⁻⁸	-4,1*10 ⁻⁷	-1,9*10 ⁻¹⁰	-6,1*10 ⁻⁷	-7,2*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁸	-3,6*10 ⁻¹¹	-3,4*10 ⁻⁸
Atm/PEC	-7,8*10 ⁻¹⁰	-1,1*10 ⁻⁸	-4,9*10 ⁻⁷	-2,6*10 ⁻¹⁰	-6,9*10 ⁻⁷	-7,5*10 ⁻¹⁰	-1,4*10 ⁻⁸	-6,3*10 ⁻¹¹	-3,9*10 ⁻⁸
Vac/SPD/PEC	-1,0*10 ⁻⁷	-1,4*10 ⁻⁸	-5,5*10 ⁻⁷	-2,8*10 ⁻¹⁰	-8,1*10 ⁻⁷	-9,5*10 ⁻¹⁰	-1,6*10 ⁻⁸	-7,1*10 ⁻¹¹	-4,6*10 ⁻⁸
Atm/Hydr/PEC	-1,4*10 ⁻⁷	-1,3*10 ⁻⁸	-5,6*10 ⁻⁷	-3,0*10 ⁻¹⁰	-8,0*10 ⁻⁷	-8,9*10 ⁻¹⁰	-1,7*10 ⁻⁸	-7,2*10 ⁻¹¹	-4,6*10 ⁻⁸
Hydr/PEC	-1,2*10 ⁻⁷	-1,0*10 ⁻⁸	-5,0*10 ⁻⁷	-2,9*10 ⁻¹⁰	-6,7*10 ⁻⁷	-6,6*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-6,5*10 ⁻¹¹	-3,9*10 ⁻⁸
gewogen CBE +	-1,0*10 ⁻⁷	-3,0*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁷	-6,5*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁷	-1,5*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-1,6*10 ⁻¹⁰	-7,3*10 ⁻⁸
CBE	-7,8*10 ⁻¹⁰	-2,5*10 ⁻⁸	-1,1*10 ⁻⁷	-5,3*10 ⁻¹⁰	-1,0*10 ⁻⁷	-1,2*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁸	-1,1*10 ⁻¹⁰	-6,1*10 ⁻⁸
Atm/PEC	-9,3*10 ⁻¹⁰	-2,6*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁷	-7,4*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻⁷	-1,3*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-2,0*10 ⁻¹⁰	-6,9*10 ⁻⁸
Vac/SPD/PEC	-1,3*10 ⁻⁷	-3,2*10 ⁻⁸	-1,4*10 ⁻⁷	-7,8*10 ⁻¹⁰	-1,4*10 ⁻⁷	-1,6*10 ⁻¹⁰	-1,7*10 ⁻⁸	-2,2*10 ⁻¹⁰	-8,1*10 ⁻⁸
Atm/Hydr/PEC	-1,6*10 ⁻⁷	-3,1*10 ⁻⁸	-1,5*10 ⁻⁷	-8,3*10 ⁻¹⁰	-1,4*10 ⁻⁷	-1,5*10 ⁻¹⁰	-1,7*10 ⁻⁸	-2,2*10 ⁻¹⁰	-8,0*10 ⁻⁸
Hydr/PEC	-1,5*10 ⁻⁷	-2,4*10 ⁻⁸	-1,3*10 ⁻⁷	-8,0*10 ⁻¹⁰	-1,1*10 ⁻⁷	-1,1*10 ⁻¹⁰	-1,5*10 ⁻⁸	-2,0*10 ⁻¹⁰	-6,6*10 ⁻⁸

13.12 LCA niet-gevaarlijke hoogcalorische afvalstoffen

13.12.1 Inleiding

In het RUN-initiatief worden niet-gevaarlijke (steek)vaste hoogcalorische afvalstoffen verwerkt in de PEC-installatie. Het gaat daarbij om afvalstromen zoals hoogcalorische restfracties van huishoudelijk en soortgelijk afval (RDF, restfractie uit vergistingsinstallaties), shredderafval, hoogcalorische restfractie van bouw- en sloopafval en diverse kunstof-, papier/karton-, hout- en textielhoudende afvalstromen uit onder andere de industrie.

De verwerking van deze hoogcalorische afvalstoffen in de PEC-installatie is shredderen (indien nodig) en pyrolyseren, waarna zowel het pyrolyseresidu als het pyrolysegas worden vergast. Het ferro en non-ferro metaal wordt uit het pyrolyseresidu afgescheiden en kan als schroot worden verkocht.

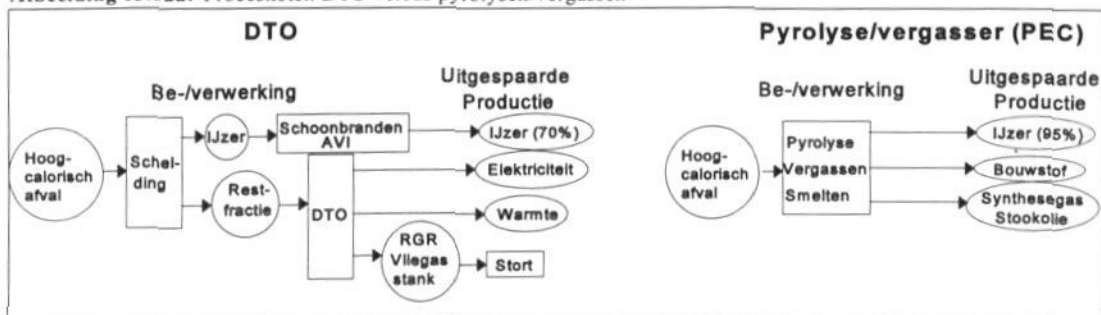
Het pyrolyseresidu (cokes) wordt in de smelter als brandstof ingezet bij het smeltproces en wordt daarbij onder toevoeging van zuurstof en eventueel stoom vergast tot synthesesgas. Het pyrolysegas wordt in de vergasser onder toevoeging van zuurstof en eventueel stoom vergast tot synthesesgas.

De huidige verwerking van hoogcalorisch niet-gevaarlijk afval is veelal verbranden in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI). Met behulp van een LCA is de voorgenomen verwerking van deze afvalstroom getoetst aan verwerking in een AVI. In afbeelding 13.12a staan de procesketens voor de te vergelijken processen weergegeven.

Als representatieve afvalstromen voor de categorie hoogcalorisch niet-gevaarlijk afval zijn RDF en shredderafval genomen. Voor deze stromen is door het CE reeds een LCA-studie uitgevoerd waarbij verwerking in een PEC-installatie is vergeleken met verbranding in een AVI [CE, 1997]. De milieugevolgen van verbranden in de AVI zijn gebaseerd op deze uitgevoerde LCA. De milieugevolgen van verwerking van in de PEC-installatie zijn gebaseerd op massa- en energiebalansen zoals deze in dit MER zijn beschreven.

Voor de samenstelling van de afvalstromen is uitgegaan van de gegevens uit het CE-rapport.

Afbeelding 13.12a: Procesketen DTO versus pyrolysen/vergassen



13.12.2 Verbranden in een AVI

Korte procesbeschrijving

In een AVI wordt het afval, na eventuele verkleining, op een rooster gebracht. Het rooster bestaat uit meerdere ten opzichte van elkaar bewegende onderdelen onder een hellend vlak. In de oven wordt een vrijwel volledige verbranding plaats. Aan het eind van het rooster blijven uiteindelijk slakken/bodemassen over. Deze worden ontdaan van metalen en onverbrand materiaal. Dit laatste wordt weer op het rooster gebracht. De metalen worden afgezet bij de schroothandel. De overblijvende slakken/bodemassen worden nuttig toegepast als ophoogmateriaal in de weg- en waterbouw.

De rookgassen worden gereinigd, waarbij vlieg-as, rookgasreinigingsresidu en zuiveringsslib ontstaat. Het vlieg-as wordt voor een deel nuttig toegepast. De rest van de ontstane afvalstoffen is C2-afval. Bij de reiniging wordt zoveel mogelijk energie uit de rookgassen gewonnen in de vorm van stoom. De stoom wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en bij een aantal AVI's voor de levering van warmte.

Milieu-ingrepen

Voor de milieu-ingrepen van de verbranding van RDF en shredderafval in een AVI is uitgegaan van de gegevens uit het CE-rapport over verwerking van hoogcalorisch afval in een PEC-installatie [CE, 1997]. In dit rapport zijn de milieu-ingrepen berekend met behulp van het door het CE ontwikkelde model voor het in 2000 in Nederland opgestelde AVI-park.

Tabel 13.12a: Milieu-ingrepen bij verwerking van 1 ton shredderafval en 1 ton RDF in de PEC-installatie

	Shredderafval		RDF	
	variant synthesegas	variant WKC	variant synthesegas	variant WKC
Directe emissies naar water (ton)				
CZY	$8,5 \cdot 10^{-4}$	$8,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
BZY	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$
totaal stof	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$
organisch stof	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$
N-kjeldahl	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Cd	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$9,4 \cdot 10^{-10}$	$9,4 \cdot 10^{-10}$
metalen tot.	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$9,4 \cdot 10^{-7}$	$9,4 \cdot 10^{-7}$
Directe emissies naar lucht (ton)				
As	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Cd	$7,0 \cdot 10^{-10}$	$6,8 \cdot 10^{-10}$	$7,3 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
Co	$6,0 \cdot 10^{-11}$	$5,8 \cdot 10^{-11}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$8,5 \cdot 10^{-11}$
Cr	$6,0 \cdot 10^{-11}$	$5,8 \cdot 10^{-11}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$8,5 \cdot 10^{-11}$
Cu	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$3,3 \cdot 10^{-9}$
Hg	$7,0 \cdot 10^{-10}$	$6,8 \cdot 10^{-10}$	$7,3 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
Mn	$6,0 \cdot 10^{-11}$	$5,8 \cdot 10^{-11}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$8,5 \cdot 10^{-11}$
Ni	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$	$1,65 \cdot 10^{-9}$

	Shredderafval		RDF	
	variant synthesegas	variant WKC	variant synthesegas	variant WKC
Directe emissies naar water (ton)				
Pb	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
V	$6,0 \cdot 10^{-11}$	$5,8 \cdot 10^{-11}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$8,5 \cdot 10^{-11}$
Metalen	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Stof	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
HCl	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
HF	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
SOx	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
NOx	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
CO2	$1,4 \cdot 10^{-1}$	1,3	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
CO	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
CxHy	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$7,3 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
TCDD TEQ	$3,5 \cdot 10^{-14}$	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$3,7 \cdot 10^{-14}$	$5,0 \cdot 10^{-14}$
Afval (ton)				
actieve kool	0,15	0,15	0,15	0,15
Energieverbruik (MJ)				
elektriciteit zuurstof	396	396	405	405
elektriciteit overig	500	500	500	500
Verbruik hulpstoffen (kg)				
zuurstof	440	440	450	450
NaOH	11	11	20	20
zand	-	-	13	13
Uitgespaarde productie				
ijzer (kg)	58	58	1,9	1,9
aluminium (kg)	28	28	7,2	7,2
koper (kg)	4,5	4,5	1,5	1,5
synthesegas (MJ)	11500	-	11500	-
warmte (condensaat) (MJ)	1900	1900	1870	1870
elektriciteit WKC	-	4830	-	4830
warmte WKC	-	4600	-	4600

13.12.3 Verwerking in de PEC-installatie

Een algemene procesbeschrijving van de PEC-installatie en de aannamen ten aanzien van de milieu-ingrepen staan in paragraaf 13.3.3. In tabel 13.12a staan de op basis van deze aannamen berekende milieu-ingrepen voor shredderafval en RDF.

13.12.4 Vergelijking milieugevolgen

In de tabellen 13.12b en 13.12c zijn de scores per milieuthema aangegeven voor de verwerking van respectievelijk RDF en shredderafval in een AVI en in de PEC-installatie per ton verwerkt afval. Voor alle thema's scoort de PEC beter dan of gelijkwaardig aan de minimumstandaard. De scores worden voor een groot deel bepaald door de vermeden emissies van vooral de uitgespaarde productie. Daarnaast komen bij de PEC minder rookgassen vrij dan bij de verwerking in de een AVI.

Tabel 13.12b: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton RDF in een AVI en in de PEC.

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ⁴ m ³)	(MJ)	(ton)	
AVI	$5,7 \cdot 10^{-1}$	$-3,6 \cdot 10^{-1}$	$-1,2 \cdot 10^{-1}$	$-3,6 \cdot 10^{-4}$	$-1,8 \cdot 10^{-1}$	$-8,6 \cdot 10^{-4}$	$-1,1 \cdot 10^4$	$2,4 \cdot 10^2$	
PEC syngas	$-1,8 \cdot 10^{-1}$	$-4,2 \cdot 10^{-1}$	$-1,2 \cdot 10^{-1}$	$-9,9 \cdot 10^{-4}$	$-2,3 \cdot 10^{-1}$	$-1,4 \cdot 10^{-4}$	$-1,7 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^4$	
PEC WKC	$7,3 \cdot 10^{-2}$	$-7,0 \cdot 10^{-1}$	$-2,9 \cdot 10^{-1}$	$-1,2 \cdot 10^{-1}$	$-4,2 \cdot 10^{-1}$	$-1,4 \cdot 10^{-4}$	$-1,9 \cdot 10^4$	$-6,7 \cdot 10^4$	
genormalis. AVI	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$-6,3 \cdot 10^{-1}$	$-1,1 \cdot 10^{-1}$	$-3,8 \cdot 10^{-1}$	$-1,4 \cdot 10^{-1}$	$-9,5 \cdot 10^{-11}$	$-3,8 \cdot 10^{-1}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$-3,5 \cdot 10^{-1}$

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
PEC syngas	-7,2*10 ⁻¹⁰	-7,3*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻¹	-1,0*10 ⁻¹	-1,9*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹⁰	-6,0*10 ⁻¹	1,6*10 ⁻¹¹	-1,2*10 ⁻¹
PEC WKC	3,0*10 ⁻¹⁰	-1,2*10 ⁻¹	-3,0*10 ⁻¹	-1,2*10 ⁻¹	-3,4*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹⁰	-6,7*10 ⁻¹	-4,4*10 ⁻¹¹	-1,5*10 ⁻¹
gewogen AVI	2,8*10 ⁻¹	-1,4*10 ⁻¹	-2,9*10 ⁻¹	-1,1*10 ⁻¹	-2,4*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹¹	-3,9*10 ⁻¹	4,7*10 ⁻¹	4,2*10 ⁻¹
PEC syngas	-8,7*10 ⁻¹⁰	-1,7*10 ⁻¹	-3,0*10 ⁻¹	-2,9*10 ⁻¹	-3,1*10 ⁻¹	-2,6*10 ⁻¹⁰	-6,1*10 ⁻¹	5,1*10 ⁻¹¹	-1,8*10 ⁻¹
PEC WKC	3,6*10 ⁻¹⁰	-2,8*10 ⁻¹	-7,6*10 ⁻¹	-3,4*10 ⁻¹	-5,7*10 ⁻¹	-2,6*10 ⁻¹⁰	-6,8*10 ⁻¹	1,4*10 ⁻¹⁰	-2,6*10 ⁻¹

Tabel 13.12c: Scores per milieuthema en totaal voor verwerking van 1 ton shredderafval in een AVI en in de PEC

	Broeikas- effect	Smog- vorming	Verzuring	Vermesting	Humane toxiciteit	Eco- toxiciteit	Energie	Afval	Totaal
thema-eq.	(ton CO ₂ -eq)	(ton C ₂ H ₄ -eq)	(ton SO ₂ -eq)	(ton PO ₄ -eq)	(ton lg)	(10 ⁴ m ³)	(MJ)	(ton)	
AVI	3,6*10 ⁻¹	-7,5*10 ⁻¹	-3,7*10 ⁻¹	-6,5*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	4,3*10 ⁻¹	-1,2*10 ⁻¹	3,8*10 ⁻¹	
PEC syngas	-6,3*10 ⁻¹	-1,5*10 ⁻¹	-4,3*10 ⁻¹	-3,0*10 ⁻¹	-8,7*10 ⁻¹	-6,7*10 ⁻¹	-2,2*10 ⁻¹	-9,0*10 ⁻¹	
PEC WKC	-4,4*10 ⁻¹	-1,8*10 ⁻¹	-6,2*10 ⁻¹	-3,2*10 ⁻¹	-1,1*10 ⁻¹	-6,7*10 ⁻¹	-2,4*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	
genormalis. AVI	1,5*10 ⁻¹	-1,3*10 ⁻¹	-3,6*10 ⁻¹⁰	-6,8*10 ⁻¹⁰	-1,3*10 ⁻¹	4,7*10 ⁻¹¹	-4,3*10 ⁻¹	2,5*10 ⁻¹	-3,9*10 ⁻¹
PEC syngas	-2,6*10 ⁻¹	-2,6*10 ⁻¹	-4,3*10 ⁻¹	-3,1*10 ⁻¹	-6,9*10 ⁻¹	-7,4*10 ⁻¹⁰	-7,7*10 ⁻¹	-5,8*10 ⁻¹¹	-2,8*10 ⁻¹
EC WKC	-1,8*10 ⁻¹	-3,1*10 ⁻¹	-6,1*10 ⁻¹	-3,3*10 ⁻¹	-8,5*10 ⁻¹	-7,4*10 ⁻¹⁰	-8,3*10 ⁻¹	-1,0*10 ⁻¹⁰	-3,2*10 ⁻¹
gewogen AVI	1,8*10 ⁻¹	-3,0*10 ⁻¹	-9,3*10 ⁻¹⁰	-1,9*10 ⁻¹	-2,2*10 ⁻¹	8,0*10 ⁻¹¹	-4,4*10 ⁻¹	7,6*10 ⁻¹	-2,9*10 ⁻¹
PEC syngas	-3,1*10 ⁻¹	-6,1*10 ⁻¹	-1,1*10 ⁻¹	-8,8*10 ⁻¹	-1,2*10 ⁻¹	-1,3*10 ⁻¹	-7,8*10 ⁻¹	-1,8*10 ⁻¹⁰	-5,0*10 ⁻¹
PEC WKC	-2,2*10 ⁻¹	-7,2*10 ⁻¹	-1,6*10 ⁻¹	-9,4*10 ⁻¹	-1,4*10 ⁻¹	-1,3*10 ⁻¹	-8,5*10 ⁻¹	-3,2*10 ⁻¹⁰	-5,9*10 ⁻¹

Broeikaseffect

Verwerking in de PEC-installatie scoort voor beide stromen in beide varianten beter op het broeikaseffect dan verwerking in een AVI. De score voor de PEC wordt vrijwel geheel bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van ferro en non-ferro metalen en synthesesgas of elektriciteit/warmte. Bij verwerking in een AVI zijn de emissies van CO₂ in de rookgassen hoger dan de vermeden emissies van CO₂ door de uitgespaarde productie van ferro/nonferro metalen, elektriciteit en warmte.

Smogvorming

Op het thema smogvorming scoort verwerking van RDF en shredderafval in de PEC beter dan verwerking in een AVI. Bij beide verwerkingstechnieken is de vermeden milieubelasting groter dan de door het proces veroorzaakte milieubelasting. De vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ferro/non-ferro metalen en synthesesgas of elektriciteit/warmte zijn bij het PEC-proces hoger dan de vermeden emissie door de uitgespaarde elektriciteit/warmte bij de AVI. Daarnaast treden bij de verbrandingsprocessen in de AVI emissies op als gevolg van de vrijkomende rookgassen. Deze zijn ook hoger dan de emissies door rookgassen uit de WKC.

Verzuring

Ook voor verzuring scoort verwerking van RDF en shredderafval in de PEC beter dan verwerking in de AVI. De scores worden voor beide verwerkingstechnieken gedomineerd door de vermeden emissies door de uitgespaarde productie van ferro en non-ferro metalen. Deze liggen voor het PEC-proces hoger dan voor de AVI.

Verspreiding

De score op humane toxiciteit wordt zowel voor de AVI als voor de PEC-installatie overheerst door de emissies van SO_2 , NO_x en C_xH_y naar de lucht. Ondanks de relatief lage toxiciteit van deze stoffen t.o.v. bepaalde microverontreinigingen zoals PAKs en dioxinen, scoren ze door de veel grotere vrachten hoger. Ook bij dit thema worden de scores grotendeels bepaald door de vermeden emissies vanwege de uitgespaarde productie van ferro en non-ferro metalen en synthesegas of elektriciteit/warmte. De vermeden emissies zijn hoger dan bij de AVI.

Ook voor wat betreft de aquatische toxiciteit scoort de PEC beter dan verwerking in de AVI. De afvalwaterstromen uit de PEC zijn relatief schoon.

Energie

De scores op het thema energie worden overheerst door de uitgespaarde hoeveelheden primaire energie. Deze is bij de PEC hoger dan bij verwerking in de AVI. De hoeveelheid primaire energie die wordt uitgespaard door de productie van vooral ferro en non-ferro metalen en synthesegas is groter dan die bij de energierugwinning in de vorm van elektriciteit en warmte bij verbranding in een AVI. De PEC scoort dus beter op dit thema.

Afval

Verwerking in de PEC-installatie scoort beter dan verwerking in de AVI. Dit wordt veroorzaakt door de hoeveelheid vrijkomend afval uit de rookgasreiniging.

13.12.5 Conclusie vergelijking milieugevolgen

De verwerking van RDF en shredderafval in de PEC-installatie resulteert voor alle thema's in een lagere milieubelasting dan verwerking in een AVI en is daarmee minstens even hoogwaardig. Ook is voldaan aan de randvoorwaarden voor nieuwe thermische eindverwerkingstechnieken, namelijk dat het energierendement hoger is en dat er geen toename van de hoeveelheid reststoffen is.