

MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN

**Achtergronddocument A19
Uitwerking “o/w/s”**

Afval Overleg Orgaan
2002

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	5
2. OLIE-WATER-SLIB MENGSELS	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Samenstelling OWS-mengsels	6
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	8
4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN	10
5. OLIE-1; VERBRANDEN IN EEN DRAAITROMMELOVEN'	11
5.1 Procesbeschrijving	11
5.2 Massabalans en ruimtebeslag	12
5.3 Verwerkingskosten	14
5.4 Transport	14
5.5 Energie	16
5.6 Bedrijfsmiddelen	17
5.7 Emissies	18
6. OLIE-2; MEESTOKEN IN EEN CEMENTOVEN	24
6.1 Procesbeschrijving	24
6.2 Massabalans en ruimtebeslag	25
6.3 Verwerkingskosten	26
6.4 Transport	26
6.5 Energie	27
6.6 Bedrijfsmiddelen	27
6.7 Emissies	28
6.8 Effecten van het vermijden van primaire brandstoffen	30
6.9 Leemten in kennis	33
7. OLIE-3; MEESTOKEN IN EEN E-CENTRALE	34
7.1 Procesbeschrijving	34
7.2 Massabalans en ruimtebeslag	35
7.3 Verwerkingskosten	36
7.4 Transport	36
7.5 Energie	37
7.6 Bedrijfsmiddelen	39
7.7 Emissies	40
7.8 Leemten in kennis	42
8. OLIE-4; DESTILLATIE EN NATRIUMBEHANDELING	43
8.1 Vooraf	43
8.2 Procesbeschrijving	43
8.3 Massabalans en ruimtebeslag	45
8.4 Verwerkingskosten	46
8.5 Transport	47
8.6 Energie	48
8.7 Bedrijfsmiddelen	49
8.8 Emissies	50
8.9 Verwerking residu in cementoven	51
8.10 Leemten in kennis	57
9. SLIB-1; VERBRANDEN IN EEN DRAAITROMMELOVEN	58
9.1 Procesbeschrijving	58

9.2	Massabalans en ruimtebeslag	59
9.3	Verwerkingskosten	61
9.4	Transport	61
9.5	Energie	63
9.6	Bedrijfsmiddelen	65
9.7	Emissies	66
10.	SLIB-2; MEESTOKEN IN EEN CEMENTOVEN	72
10.1	Procesbeschrijving	72
10.2	Massabalans en ruimtebeslag	73
10.3	Verwerkingskosten	74
10.4	Transport	74
10.5	Energie	75
10.6	Bedrijfsmiddelen	75
10.7	Emissies	76
10.8	Effecten van het vermijden van primaire brandstoffen	78
10.9	Leemten in kennis	81
11.	SLIB-3; THERMISCHE GRONDREINIGINGSINSTALLATIE	82
11.1	Procesbeschrijving	82
11.2	Massabalans en ruimtebeslag	82
11.3	Ruimtebeslag	83
11.4	Verwerkingskosten	83
11.5	Transport	83
11.6	Energie	84
11.7	Bedrijfsmiddelen	85
11.8	Emissies	85
11.9	Leemten in kennis	88
12.	SLIB-4; VERBRANDEN IN EEN AVI	89
12.1	Procesbeschrijving	89
12.2	Massabalans en ruimtebeslag	89
12.3	Verwerkingskosten	91
12.4	Transport	91
12.5	Energie	92
12.6	Bedrijfsmiddelen	93
12.7	Emissies naar lucht	94
12.8	Emissies naar water	95
12.9	Emissies naar bodem	95
12.10	Finaal afval	96

BIJLAGEN

1. BALANS NATRIUMBENADELING
2. OVERZICHT MILIEU-INGREPEN
3. LITERATUUR

1. INLEIDING

In het MER voor het LAP worden beheersalternatieven voor diverse afvalstoffen vergeleken, waarbij gebruik wordt gemaakt van Levens Cyclus Analyse (LCA). Alle LCA-berekeningen worden uitgevoerd voor 1 ton afval.

In de LCA-berekeningen m.b.t. de afvalbeheersalternatieven worden diverse processen meegenomen. Om LCA-berekeningen te kunnen uitvoeren, dient onder meer de volgende informatie beschikbaar te zijn:

- de samenstelling van de afvalstof;
- het energieverbruik van de in de LCA meegenomen processen;
- het bedrijfsmiddelenverbruik van de in de LCA meegenomen processen; onder bedrijfsmiddelen worden in dit verband verstaan chemicaliën, water, etc.;
- de emissies naar de milieucompartimenten lucht, oppervlaktewater en bodem van de in de LCA meegenomen processen.

Componenten (verontreinigingen) aanwezig in het afval kunnen diverse wegen "bewandelen" en vervolgens het milieu belasten, bijvoorbeeld het milieucompartiment "lucht" via de rookgassen van een verbrandingsinstallatie of het milieucompartiment "bodem" via uitloging bij het storten of nuttig toepassen van reststoffen van afvalverwerking.

Om de emissies van componenten naar de milieucompartimenten lucht, oppervlaktewater en bodem te kunnen bepalen, dienen de massabalansen op componentniveau bekend te zijn van diverse processen, zoals van afvalscheiding, afvalverbranding, rookgasreiniging, etc.

Ook zullen tijdens het afvalverwerkingstraject stoffen worden vernietigd en nieuwe stoffen ontstaan. Zo worden bij verbranding diverse organische verbindingen in het afval vernietigd en wordt bijvoorbeeld NO_x gevormd. Naast componentgebonden emissies worden derhalve ook procesgebonden emissies onderscheiden.

De in de LCA-berekeningen gebruikte informatie wordt in het navolgende gepresenteerd voor de afvalstroom "**Olie-water-slib mengsels**". Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

2. OLIE-WATER-SLIB MENGSELS

2.1 Algemeen

Olie-water-slib (o/w/s) mengsels worden als volgt gedefinieerd: Alle oliehoudende afvalstoffen afkomstig uit olie- en slibafscidders zowel afkomstig van inrichtingen waar onderhoudswerkzaamheden aan voertuigen en/of machines (voorheen pmv-ows-stromen) worden verricht als van overige inrichtingen (voorheen overige o/w/s-stromen). In 1998 werd 112,6 kton o/w/s-mengsels aangeboden (VROM, 2000).

2.2 Samenstelling OWS-mengsels

Olie-water-slib mengsels (o/w/s/-mengsels) kunnen worden gescheiden in een oliefractie, slibfractie en waterfractie. De samenstelling van o/w/s-mengsels kan uiteenlopend zijn. In dit rapport is uitgegaan van een gemiddelde samenstelling zoals opgegeven door één van de grootste be-/verwerkers van o/w/s-mengsels in Nederland.

De samenstelling van de o/w/s-mengsels is vermeld in tabel 2.1.

Tabel 2.1; Samenstelling o/w/s-mengsels

Fractie	Samenstelling (in gewicht %)
Water	68% (waarvan 1 % olie)
Zand en slib	30% (waarvan 8 % olie)
Olie	2%

Bovenstaande gegevens over de samenstelling van o/w/s-mengsels zijn ontleend aan (ATF, 1998).

O/w/s-mengsels ondergaan allereerst een voorbereiding, waarbij een scheiding plaatsvindt in de deelfracties olie, water en slib. De waterfractie wordt na zuivering geloosd. De afgescheiden oliefractie en de oliehoudende slibfractie worden vervolgens door gespecialiseerde verwerkers be-/verwerkt.

Het meest toegepaste voorbereidings/scheidingsconcept voor o/w/s/-mengsels is:

- toepassing van een centrifuge voor afscheiding van de slibfractie uit o/w/s-mengsels;
- toepassing van een olie/waterscheider (decanter) voor afscheiding van de oliefractie uit o/w-mengsels.

Aangezien de toegepaste voorbereidingsmethode sterk afhankelijk is van de samenstelling van het o/w/s-mengsel en daarnaast de scheidingsrendementen van de diverse scheidingstechnieken onbekend zijn, is er voor gekozen in dit MER-rapport de voorbereiding buiten beschouwing te laten. In dit rapport wordt derhalve uitsluitend ingegaan op de be-/verwerking van de oliefractie en slibfractie. De samenstelling van de oliefractie en de slibfractie is in tabel 2.2 genoemd. Aangezien in het rapport wordt uitgegaan van de verwerking van 1 ton o/w/s mengsel wordt in uitgegaan van de verwerking van 20 kg oliefractie en de verwerking van 300 kg zand/slibfractie.

Tabel 2.2; Samenstelling oliefractie en slibfractie

Component	Samenstelling (in gewicht %)	
	Oliefractie (1)	Slibfractie (2)
Olie	80	20
Water	15	48
Asrest	5	32
Calorische waarde	40,6	10,2
Al	3,95E-2	/
As	1,45E-4	1,8E-3
Ba	8,80E-5	/
Be	/	6,0E-5
Ca	3,60E-2	/
Cd	6,50E-4	1,2E-4
Cr	1,13E-2	6,1E-3
Cu	1,06E-2	2,26E-2
Co	3,31E-3	1,46E-3
Fe	0,27	/
Hg	6,00E-7 ¹	3,1E-4
Mg	3,50E-2	/
Mn	2,70E-3	1,98E-2
Mo	6,20E-4	/
Ni	1,94E-3	5,1E-3
Pb	1,32E-2	1,81E-2
Sb	5,30E-4	2,0E-5
Sn	1,93E-3	9,1E-4
Se	5,20E-4	6,0E-5
Sr	1,19E-3	/
Te	/	2,53E-4
Tl	/	2,0E-5
V	3,00E-3	7,3E-3
Zn	0,055	9,59E-2
Cl	0,2	0,42
F	2,25E-4	0,06
S	0,23	1,22

Bovenstaande gegevens over de samenstelling zijn ontleend aan (RUN, 1998) voor de oliefractie en (Watco, 2000) voor de slibfractie. Een uitzondering is het kwikgehalte in de oliefractie dat is overgenomen uit de gegevens van halogeenhoudende olie (achtergronddocument A3 bij MER-LAP), aangezien het kwikgehalte zoals genoemd voor o/w/s-stromen niet representatief is voor de oliefractie van o/w/s.

3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

De oliefractie en slibfractie die ontstaan na voorbereiding van de o/w/s-mengsels kunnen op verschillende wijzen worden be-/verwerkt. In dit rapport zijn vier verwerkingstechnieken opgenomen voor de verwerking van de oliefractie en vier verwerkingstechnieken voor de verwerking van de slibfractie.

Voor de oliefractie worden de volgende verwerkingsmethoden onderscheiden:

- verbranden in een draaitrommeloven (DTO);
- verbranden in een cementoven;
- meestoken in een elektriciteitscentrale;
- destillatie met natriumbehandeling.

Voor de oliehoudende slibfractie worden de volgende verwerkingsmethoden onderscheiden:

- behandeling in een thermische grondreinigingsinstallatie (TGI);
- verbranden in een draaitrommeloven (DTO);
- verbranden in een cementoven;
- verbranden in een AVI.

Deze alternatieven en de in de LCA's gehanteerde referentie-installaties zijn in tabel 3.1 weergegeven. Met deze selectie van meegenomen verwerkingstechnieken wordt, conform richtlijn 16 van de richtlijnen voor het MER, aangesloten bij de verwerkingstechnieken die ook voor het MER voor het MJP-GA II zijn meegenomen in de LCA-vergelijking. Alleen de nooit gerealiseerde combi-oven is in MER-LAP buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3.1; Overzicht verwerkingsalternatieven en referentie-installaties

VERWERKINGSALTERNATIEVEN	REFERENTIE-INSTALLATIES
OLIE-1; Verbranden oliefractie in een draaitrommeloven (DTO)	AVR Chemie
OLIE-2; Meestoken oliefractie in een cementoven.	Ciments d'Obourg
OLIE-3; Meestoken oliefractie in E-centrale	E-centrale EZH Maasvlakte
OLIE-4; Destillatie van oliefractie met natriumbehandeling	North Refinery te Delfzijl
SLIB-1; Verbranden slibfractie in een draaitrommeloven (DTO)	AVR Chemie
SLIB-2; Meestoken slibfractie in een cementoven	Ciments d'Obourg
SLIB-3; Behandeling slibfractie in thermische grondreinigingsinstallatie	ATM
SLIB-4; Verbranden in een AVI	HVC te Alkmaar

Genoemde referentie-installaties zijn om de volgende redenen gekozen:

DTO AVR Chemie

AVR Chemie is de enige in Nederland die draaitrommelovens voor de verwerking van gevaarlijk afval exploiteert.

Cementoven Ciments d'Obourg

Het gaat hier om een zogenaamd "nat" cementproductieproces, dat op vele plaatsen wordt toegepast. Ciments d'Obourg heeft een ruime ervaring met het verwerken van (gevaarlijke) afvalstoffen uit Nederland in cementovens.

E-centrale EZH Maasvlakte

Deze elektriciteitscentrale kan representatief worden geacht, onder andere qua rookgasreiniging die bestaat uit een elektrofilter en een rookgasontzwavelings-installatie.

HVC Alkmaar

De Huisvuilcentrale (HVC) te Alkmaar is als referentie-installatie voor conventionele afvalverbranding gekozen, aangezien het hier een moderne (“state of the art”) AVI betreft met vergaande rookgasreiniging en energierugwinning. De HVC wordt gekenmerkt door een afvalwatervrije rookgasreiniging. De geproduceerde stoom wordt gebruikt voor elektriciteitsproductie.

Destillatie-eenheid North Refinery Delfzijl

North Refinery is de enige in Nederland die destillatie met natriumbehandeling toepast.

Thermische grondreinigingsinstallatie ATM

ATM heeft de grootste TGI in Nederland en heeft een ruime ervaring met het behandelen van oliehoudende slibben.

4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN

In het totale afvalbeheertraject voor de oliefractie en slibfractie van o/w/s-mengsels zijn diverse processen te onderscheiden. Het is niet altijd nodig alle processen in de LCA-berekeningen mee te nemen. De LCA-berekeningen worden namelijk uitgevoerd om alternatieven onderling te vergelijken. Bij de procesbeschrijvingen wordt dan ook steeds stapsgewijs weergegeven welke processen wel en niet in de LCA-berekeningen worden meegenomen.

Bij de verwerking van oliehoudende afvalstromen kunnen nuttig toepasbare secundaire grondstoffen ontstaan. In dat geval is er sprake van vermeden winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen, zodat in de LCA-berekeningen negatieve milieu-ingrepen worden toegerekend.

De gevolgen van nuttige toepassing van secundaire grondstoffen worden ook in de LCA meegenomen, tenzij de samenstelling en kwaliteit van (de producten van) de secundaire grondstoffen gelijkwaardig is aan die van (de producten van) uitgespaarde primaire grondstoffen. Als sprake is van genoemde gelijkwaardigheid, dan worden uitsluitend de gevolgen meegenomen van de processen die noodzakelijk zijn om de secundaire grondstoffen om te zetten in economisch verhandelbare producten. Binnen de systeemgrens valt dan nog wel het transport naar de locatie waar verder verwerking of inzet plaatsvindt (inclusief het vermeden transport van niet meer aan te voeren primair materiaal). Er wordt vanuit gegaan dat wanneer er sprake is van gelijkwaardigheid aan primair materiaal, daarna met alle vervolghandelingen een vergelijkbare handeling met primair materiaal wordt vermeden.

Uitgaande van de in tabel 3.1 opgenomen referentie-installaties zou een uitspraak gedaan kunnen worden over de transportafstanden die het afval moet afleggen. Belangrijk is echter te realiseren dat de huidige fysieke ligging van de referentie-installaties niet bepalend is voor de transportafstand omdat deze installatie alleen wordt gebruikt om inzage te krijgen in de techniek. Voor het inschatten van de transportafstanden is derhalve gekeken naar marktpotentie van het betreffende alternatief. Met andere woorden: naarmate de verwachting is dat op meerdere plaatsen de betreffende techniek kan worden uitgevoerd, worden de transportafstanden kleiner. Dit geldt evenzeer voor de aanvoer van bedrijfsmiddelen en afzet van stromen naar recycling bedrijven.

In het kader van deze studie wordt derhalve uitgegaan van de in tabel 4.1 opgenomen transportafstanden (heen en terug). Hierbij wordt uitgegaan van 'aantal locaties' hetgeen betekent: aantal verwerkers, aantal leveranciers bedrijfsmiddelen, aantal afzetkanalen voor reststromen, etc.

Tabel 4.1; Gestandaardiseerde transportafstanden (km)

Aantal locaties	Gemiddelde transportafstand (heen en terug)
1	150
2	100
3-5	75
6-10	50
11-15	40
>15	35

5. OLIE-1; VERBRANDEN IN EEN DRAAITROMMELOVEN"

5.1 Procesbeschrijving

A. Transport

De oliefractie van o/w/s-mengsels wordt per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht) naar de verwerker getransporteerd.

B. Opslag afval

Ten behoeve van de opslag van gevaarlijk afval beschikt AVR Chemie over een tankpark, een vatenopslagplaats en bunkers. In het tankpark vindt de opslag plaats van vloeibare afvalstoffen, zoals de oliefractie van o/w/s-mengsels.

C. Verbranden in DTO

AVR Chemie beschikt over 2 draaitrommelovens (DTO-8 en DTO-9) met een gezamenlijke verwerkingscapaciteit voor circa 100.000 ton afval per jaar. Het oliehoudende afval wordt met diverse andere (hoog- en laagcalorische) afvalstromen aan de oven toegevoerd. Daarbij hanteert AVR de volgende richtreceptuur:

- 17% verpakt afval (lijmen, harsen, kitten, laboratoriumafval e.d.);
- 24% steekvast afval in bulk (filterkoek, niet reinigbare grond e.d.);
- 20% hoogcalorische vloeistof (olie, oplosmiddelenafval e.d.);
- 24% laagcalorische vloeistof (zuren, alkalisch afval e.d.);
- 15% sludge (bijvoorbeeld destillatieresidu).

De DTO bestaat uit een lichthellend opgestelde cilindervormige kamer met een doorsnede van 4,4 meter (inwendig), die met een snelheid van 5-15 omwentelingen/uur om zijn as draait. Het te verbranden afval en de verbrandingslucht worden aan dezelfde kant van de oven gedoseerd (gelijkstroomprincipe). Achter de DTO bevindt zich een naverbrandingskamer. Ook daar worden vloeibare afvalstoffen ingebracht en verbrand. De verbrandingsgassen blijven gedurende minstens 2 seconden op een temperatuur van 1000-1200 °C. Bij afkoeling van de rookgassen vindt zoveel mogelijk energierugwinning plaats door productie van stoom. De stoom wordt geleverd aan de AVI-Rijnmond, waar de stoom wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en gedestilleerd water.

D. Transport en verwerking van slakken

Bij het verbrandingsproces ontstaan slakken die worden gestort. In de LCA eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de slakken.

E. Rookgasreiniging

De bij de verbranding vrijkomende rookgassen worden gereinigd. De rookgasreiniging bestaat uit:

- een elektrostatisch filter voor het verwijderen van stof (vliegast);
- een natte rookgasreiniging met een tweetal stappen:
 - de zure wassectie voor het verwijderen van zoutzuur, fluor en zware metalen; en
 - een basische wassectie voor het verwijderen van SO₂.
- een actief koolfilter voor de verwijdering van restanten kwik, dioxinen, zoutzuur en zwavel-dioxide.

Het vrijkomende waswater wordt afgevoerd naar een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie.

F. Productie en transport van bedrijfsmiddelen rookgasreiniging

De bedrijfsmiddelen voor de rookgasreiniging worden per vrachtwagen aangevoerd. De productie van de bedrijfsmiddelen wordt eveneens in de LCA-vergelijking meegenomen.

G. Transport en verwerking van vliegias

Bij het verbrandingsproces ontstaat vliegias, dat in de rookgasreiniging wordt afgevangen. Het vliegias wordt geïmmobiliseerd en vervolgens gestort. In de LCA wordt eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de vliegias.

H. Zuivering afvalwater vrijkomend bij natte rookgasreiniging

De afvalwaterzuivering van AVR betreft een chemisch-fysische zuivering bestaande uit precipitatie-, coagulatie-, flocculatie-, sedimentatie- en zand- en koolfiltratieprocessen. Het afgescheiden slib wordt ontwaterd met behulp van een kamerfilterpers. Het filtraat wordt teruggevoerd naar de inlaat van de zuiveringsinstallatie. Het gezuiverde water wordt geloosd op oppervlaktewater.

I. Productie en transport bedrijfsmiddelen afvalwaterzuivering

De bedrijfsmiddelen voor de afvalwaterzuivering worden per vrachtwagen aangevoerd. De productie van de bedrijfsmiddelen wordt eveneens in de LCA-vergelijking meegenomen.

J. Transport en verwerking van filterkoek

De filterkoek uit de afvalwaterzuivering wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van verwerking. De filterkoek uit de afvalwaterzuivering is C2-afval en wordt na immobilisatie gestort. In de LCA wordt eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de filterkoek.

K. Transport en verwerking van beladen actiefkool

Verontreinigd (beladen) actiefkool wordt verbrand in DTO-9, waarbij de dioxinen en furanen volledig worden vernietigd. Het vrijkomende rookgas wordt teruggevoerd naar de oven en doorloopt de rookgasreinigingslijn opnieuw. Er vindt derhalve geen afvoer plaats van verontreinigd actief kool, waardoor hiervoor geen transport nodig is.

5.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval in een DTO resulteert in diverse reststoffen (vliegias, slakken en filterkoek). Hierbij wordt opgemerkt dat het beladen actief kool wat ontstaat wordt (grotendeels) verbrand. Er worden geen nuttig toepasbare vaste reststoffen geproduceerd. Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 5.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over de diverse productstromen. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Tabel 5.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de DTO

	lucht (%)	Water (%)	Slak (%)	Vliegias (%)	RgRR (%)
As	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Ba	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cd	0,75	2,1	25	67,5	4,65
Co	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cr	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cu	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Hg	3	2	0	5	90
Mn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Mo	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Ni	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Pb	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sb	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Se	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sr	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
V	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Zn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cl	0,03	69,97	5	25	0
F	0,11	0	10	35	54,89
S	0,45	58,95	10	30	0,6

Voor de verdeling van de asrest van een afvalstroom over de verschillende restfracties is bij de DTO in dit MER uitgegaan van een verdeling van op basis van droge stof van 80% naar de slak en 20% naar de vliegias. Dit betekent voor olie met een asrest van 5% een hoeveelheid van 40 kg slakken en 10 kg vliegias per ton olie. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel (20 kg) betekent dit dat 0,8 kg slakken en 0,2 kg vliegias ontstaan. Voor de hoeveelheid filterkoek die uit 1 ton olie wordt gevormd wordt uitgegaan van de vorming van 20 kg residu per ton (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). Per ton o/w/s-mengsel (20 kg oliefractie) betekent dit 400 g residu.

Tabel 5.2; Overzicht reststoffen

Reststof	Hoeveelheid in g/ton
Slakken	800
Vliegias	200
Filterkoek (40% d.s.)	400

Uitgaande van immobilisatie en storten betekent dit een hoeveelheid te storten afval van respectievelijk 800 g slak (1000 kg per ton bodemas, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP), 235 g vliegias (1175 kg per ton vliegias, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) en 440 g residu (1100 kg per ton rgr, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) per ton o/w/s-mengsel.

Ruimtebeslag

De oppervlakte van de DTO-verbrandingsinrichting inclusief rookgasreiniging en afvalwaterzuivering bedraagt circa 40.000 m². De totale verwerkingscapaciteit bedraagt circa 100.000 t/j, waarvan circa 20% hoogcalorisch afval, zoals olie. Uitgaande van een periode van 100 jaar kan het ruimtebeslag per ton olie als volgt worden berekend:

- $40.000 \text{ m}^2 \times 100 \text{ j} = 4 \text{ miljoen m}^2 \cdot \text{j}$
- $0,20 \times 4 \text{ miljoen m}^2 \cdot \text{j} = 0,8 \text{ miljoen m}^2 \cdot \text{j}$
- $0,20 \times 100.000 \text{ t/j} \times 100 \text{ j} = 2 \text{ miljoen ton}$
- $0,8 \text{ miljoen m}^2 \cdot \text{j} : 2 \text{ miljoen ton} = 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{j}$ per ton oliefractie. Per ton o/w/s-mengsel (20 kg oliefractie) betekent dit $0,008 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$.

Verder dient rekening te worden gehouden met het ruimtebeslag van het storten van de vaste reststoffen (slakken en te immobiliseren filterkoek en vliegias). Voor het ruimtebeslag wordt verwezen naar de proceskaarten voor DTO-rookgasreinigingsresidu, DTO-bodemas, DTO-vliegias die zijn opgenomen in achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

- Voor het storten van de slakken als C3-afvalstof is een ruimtebeslag van 8 m² jaar per ton slakken nodig. Dit betekent in dit geval een ruimtebeslag van $0,0064 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$.
- Voor de verwerkingsoptie koude immobilisatie met cement en storten als C3-afval van rookgasreinigingsresidu (filterkoek) is een ruimtebeslag voor de installatie van $7,31 \text{ m}^2 \cdot \text{jaar}$ per ton filterkoek. In dit geval betekent dit $0,0029 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$.
- Voor het immobiliseren en het vervolgens storten van vliegias is het ruimtebeslag totaal $7,8 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$ per ton. Dit betekent in dit geval $0,00156 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$.

Het totale ruimtebeslag voor het bergen van de reststoffen komt hiermee op $0,0109 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$.

5.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verbranding van de oliefractie van het o/w/s-mengsel in een DTO bedraagt, afhankelijk van het gehalte aan halogenen en zwavel, indicatief 140 Euro per ton, exclusief btw. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel (20 kg) betekent dit 3 Euro.

5.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van de oliefractie, van hulpstoffen voor de rookgasreiniging en voor de afvalwaterzuivering, en van reststoffen van de DTO (zie tabel 5.3).

Tabel 5.3; Hoeveelheden producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen

MATERIAAL	normaal (kg/ton)
O/w/s-oliefractie	20
Rookgasreinigingsresidu	0,4
DTO-vliegas	0,2
DTO-slak	0,8
Kalk (1)	0,029
NaOH (20%) (1)	0,007
Overige bedrijfsmiddelen (2)	0,42
Cement (3)	0,059

(1) Zie paragraaf 5.6

(2) Dit is de som van de bedrijfsmiddelen ammoniak (tabel 5.6) en Zoutzuur 20%, Natriumbisulfit, Natriumsulfide 13%, Poly-elektrolyt, Osmo Treatment 35 en actief kool uit tabel 5.7

(3) Ten behoeve van de immobilisatie van de filterkoek en vliegas (zie paragraaf 5.6)

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport, worden berekend m.b.v. de proceskaarten in de SimaPro-database. Daarbij wordt uitgegaan van de in tabel 5.4 vermelde transportafstanden (totaal km heen en terug). Tevens zijn per vracht de tonkilometers (tkm) weergegeven op basis van 1 ton o/w/s (20 kg oliefractie).

AVR Chemie is de enige in Nederland die DTO's exploiteert, zodat de transportafstand voor de oliefractie op grond van tabel 4.1 voor deze afvalstroom 150 km bedraagt. Hierbij wordt opgemerkt dat het grootste gedeelte van de o/w/s in de omgeving van Rotterdam vrijkomt waardoor de transportafstand kleiner zou zijn. Aangezien het echter moeilijk is om aan te geven hoe groot de transportafstand dan zou moeten zijn wordt gerekend met een transportafstand van 150 km (worst case).

Voor kalk is uitgegaan van aanvoer per binnenvaartschip over een afstand van 600 km, aangevuld met 50 km wegtransport. Voor de overige bedrijfsmiddelen, met name chemicaliën voor de waterzuivering is als gemiddelde uitgegaan van 75 km. Voor het benodigde cement wordt uitgegaan van een afstand van 300 km (heen en terug). Voor het transport van de oliefractie wordt uitgegaan van 16 ton/vracht en voor alle andere chemicaliën en rookgasreinigingsresidu van 10 ton/vracht en voor cement van 30 ton/vracht. Voor de aanvoer van kalk is, naast aanvoer per schip, voor de aanvullende aanvoer per as gerekend met 10 ton/vracht.

Tabel 5.4; Transport

MATERIAAL	TRANSPORT	
	Afstand (km)	tkm
o/w/s-oliefractie	150	9
Kalk (schip)	600	0,001
(as)	50	0,018
NaOH (20%)	75	0,001
Rookgasreinigingsresidu	50	0,02
DTO-vliegas	50	0,01
DTO-slak	50	0,04
Cement	300	0,018
Overige bedrijfsmiddelen (1)	75	0,001

(1) Dit is de som van de bedrijfsmiddelen ammoniak Zoutzuur 20%, Natriumbisulfit, Natriumsulfide 13%, Poly-elektrolyt, Osmo Treatment 35 en actief kool uit tabel 5.6 en 5.7

5.5 Energie

Er wordt rekening gehouden met:

- het energieverbruik van de DTO;
- de energieproductie van de DTO;
- het energieverbruik bij zuivering van afvalwater;
- het energieverbruik bij het verwerken van de reststoffen;
- het vermeden energieverbruik.

Energieverbruik DTO

De draaitrommelovens van AVR, inclusief rookgasreiniging, koelen van slakken en afvalwaterzuivering, verbruiken energie, te weten:

Tabel 5.5; energieverbruik DTO (AVR, 1999)

Energie	totaal verbruik 2 DTO's	verbruik per ton afval	verbruik per ton o/w/s- olie (20 kg olie per ton)
Elektriciteit	20,8 miljoen kWh	219,4 kWh	4,39 kWh (1)
Olie	2168 ton	22,87 kg	0 (2)

- (1) Het betreft hier in hoofdzaak het elektriciteitsverbruik van de motoren voor het draaien van de DTO's, het verpompen van afvalwater en het verplaatsen van verbrandingslucht en rookgassen, zodat het verbruik aan al het verwerkte afval is toegerekend.
- (2) Het betreft hier het verbruik voor het op- en afstoken en om de oven op de juiste temperatuur te brengen of te houden. Gelet op het hoogcalorische karakter van de o/w/s-oliefractie hoeft dit verbruik niet aan de o/w/s-oliefractie te worden toegerekend.

Energieproductie DTO

De bij de afvalverbranding vrijkomende warmte wordt benut voor de productie van stoom. In 1999 is door de twee DTO's gezamenlijk 320.838 ton hoge-druk stoom geproduceerd. De twee DTO's hebben 1999 gezamenlijk 94789 ton afval verwerkt waarmee dit dus neerkomt op circa 3,38 ton stoom per ton verwerkt afval. Deze stoom wordt aan een turbine geleverd die het omzet in energie. Het totale stoomaanbod aan de E-centrale van de AVR (stoom DTO's en roosterovens) was in 1999 3,29 miljoen ton. Met deze hoeveelheid is totaal 597.729 MWh aan elektriciteit geproduceerd, waarvan 167.012 MWh intern is gebruikt, zodat 430.717 MWh aan het openbare net is geleverd.

Het aandeel van de DTO's in de productie van elektriciteit bedraagt $(320.838/3.290.000) * 430.717 = 42.003$ MWh/jaar oftewel 0,443 MWh per ton verwerkt afval.

Deze elektriciteitsproductie is gerealiseerd bij een gemiddelde stookwaarde van het afval van circa 15 MJ/kg. De stookwaarde van de oliefractie is 40,6 MJ/kg, zodat per ton o/w/s-olie (20 kg oliefractie) een elektriciteitsproductie van $(0,02*40,6/15)*0,443$ MWh = 0,024 MWh wordt aangehouden.

De stoom wordt op een laag drukniveau afgetapt uit de stoomturbine, hetgeen gepaard gaat met een beperkte vermindering van de elektriciteitsproductie. Dit betekent dus dat deze stoom voor een deel wordt gebruikt voor energieproductie omdat deze stoom op een laag drukniveau wordt afgetapt. Voor een deel wordt deze stoom dus nog gebruikt voor de waterfabriek voor de productie van gedistilleerd water. Volgens het jaarverslag van AVR is door de AVI's en DTO's samen in 1999 een hoeveelheid van 5,9 miljoen m³ gedistilleerd water geproduceerd. Er vanuit gaande dat de toerekening aan AVI's en DTO's ook hier op basis van de bijdrage aan de stroomproductie kan geschieden

betekent dit voor de DTO's een productie van $5.900.000 \times 320.838 / 3.290.000 = 575.363 \text{ m}^3/\text{jaar}$. Zoals al eerder gesteld hebben de twee DTO's in 1999 gezamenlijk 94789 ton afval verwerkt. Per ton afval is derhalve $6,1 \text{ m}^3$ gedestilleerd water geproduceerd. Ook hier geldt weer dat dit is geproduceerd door de verwerking van afval met een gemiddelde stookwaarde van het afval van circa 15 MJ/kg. De stookwaarde van de oliefractie is 40,6 MJ/kg zodat per ton o/w/s (20 kg oliefractie) een productie van $(0,02 \times 40,6 / 15) \times 6,1 = 0,325 \text{ m}^3$ gedestilleerd water wordt aangehouden.

Bovenstaande hoeveelheid energie die met de E-centrale van AVR wordt opgewekt hoeft dus niet m.b.v. primaire (fossiele) brandstoffen te worden geproduceerd. De vermeden milieu-ingrepen bij de winning, het transport en het gebruik van de primaire brandstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. De omvang wordt bepaald met database van SimaPro. Ook het geproduceerde gedestilleerd water wordt als nevenproduct in rekening gebracht via de database van SimaPro.

Energieverbruik bij verwerking reststoffen

De geproduceerde reststoffen worden gestort. Voor het energiegebruik voor het storten van slakken en het immobiliseren en storten van vlieg-as en filterkoek wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

- Voor het storten van slakken is 60 MJ elektriciteit nodig per ton slakken. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel betekent dit een elektriciteitsverbruik van 0,048 MJ.
- Voor het immobiliseren en het storten van filterkoek is 90,8 MJ (66 MJ en 6,9 kWh) elektriciteit nodig per ton. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel is dit 0,036 MJ elektriciteit.
- Voor het immobiliseren en storten van vlieg-as is 86,5 MJ (71 MJ en 4,3 kWh) elektriciteit nodig per ton. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel is dit 0,017 MJ elektriciteit.

5.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het bedrijfsmiddelenverbruik van de DTO, inclusief rookgasreiniging;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de zuivering van afvalwater;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwerking van reststoffen;
- het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik.

Verbruik DTO

De toe te rekenen hoeveelheid natronloog en kalk hangt af van het halogeen- en zwavelgehalte van de afvalstof. Voor de wijze van berekenen wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP. Het resultaat is voor o/w/s-olie met de samenstelling uit tabel 2.2 in en uitgaande van 20 kg olie per ton o/w/s weergegeven in tabel 5.6.

De hoeveelheid actief kool wordt is afhankelijk van de hoeveelheid kwik in de afvalstroom, alsmede van de afvang van SO_2 in DTO-8 (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). Bij gebrek aan informatie m.b.t. de exacte relatie tussen de zwavelvracht van een afvalstof en het bijbehorende gebruik aan actief kool (leemte) wordt in MER-LAP gerekend met het gemiddelde van 19,3 kg per ton afval. Voor 20 kg olie per ton o/w/s komt dit neer op 386 gram actief kool.

Uit (AVR, 1999) is afgeleid dat het verbruik aan ammoniak voor de DTO's neerkomt op ongeveer 0,6 kg ton verwerkt afval. Voor de o/w/s (2% olie) komt dit neer op een verbruik van 12 g per ton olie.

Tabel 5.6; Bedrijfsmiddelen rookgasreiniging

MATERIAAL	Hoeveelheid (g/ton)
kalk	29
natronloog (20%)	7
actief kool	386
ammoniak	12

Verbruik afvalwaterzuivering

Het verbruik aan bedrijfsmiddelen van de afvalwaterbehandelingsinstallatie is ontleend aan (AVR, 1999) en weergegeven in tabel 5.7. Het verbruik aan bedrijfsmiddelen in de waterzuivering is gericht op neutralisatie van zure stromen en de verwijdering van zware metalen en zwavelhoudende stoffen. Bij gebrek aan exacte informatie omtrent de wijze van toerekenen aan de verschillende afvalstromen is voor de o/w/s-oliefractie) het gemiddelde verbruik per ton afval gehanteerd.

Tabel 5.7. Bedrijfsmiddelen afvalwaterbehandelingsinstallatie.

BEDRIJFSMIDDEL	VERBRUIK PER TON AFVAL	VERBRUIK PER TON O/W/S (20 KG OLIEFRACTIE)
Zoutzuur 20%	0,52 kg	10,4 g
Natriumbisulfiet	0,06 kg	1,2 g
Natriumsulfide 13%	0,37 kg	7,4 g
Poly-elektrolyt	0,01 kg	0,2 g
Osmo Treatment 35	0,03 kg	0,6 g

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegias en filterkoek worden gestort. Onder verwijzing naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP wordt voor de verwerking van dit residu per ton uitgegaan voor het immobiliseren van de filterkoek van 100 kg cement per ton filterkoek en voor het immobiliseren van vliegias van 95 kg cement nodig per ton vliegias. Dit betekent dat voor de oliefractie van o/w/s-mengsel $0,0004*100 + 0,0002*95 = 0,059$ kg cement nodig is per ton o/w/s.

Vermeden verbruik

Er wordt energie geproduceerd uit de oliefractie (zie paragraaf 5.6), zodat bedrijfsmiddelenverbruik bij de winning van primaire (fossiele) brandstof wordt vermeden. Dit vermeden verbruik wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

5.7 Emissies

Er moet rekening worden gehouden met:

- de emissies van de DTO;
- de emissies bij het zuiveren van afvalwater;
- de emissies bij de verwerking van reststoffen;
- de vermeden emissies.

Emissies DTO

Emissies naar bodem

De verbrandingsinrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar lucht

Bij de emissies naar lucht en water kan onderscheid worden gemaakt in

1. componentgebonden emissies; deze hangen af van de samenstelling van het afval en ook de emissie van CO₂ kan hiertoe gerekend worden.
2. procesgebonden emissies; deze emissies zijn in principe niet direct afhankelijk van de samenstelling van het te verbranden afval, maar indirect wel van de calorische waarde daar van. Zij hangen echter primair af van het proces als zodanig en de toegepaste rookgasreiniging. Voorbeelden van procesgebonden emissies zijn CO, NO_x, C_xH_y en dioxinen.

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 5.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht voor de oliefractie van 1 ton o/w/s zijn weergegeven in tabel 5.7 resp. 5.8.

Tabel 5.7; Berekende componentgebonden emissies naar lucht

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	deel (%) dat in de gereinigde rookgassen komt	Emissie naar lucht (mg/ton)
As	0,029	0,07	0,02
Ba	0,018	0,07	0,013
Cd	0,13	0,75	0,98
Co	0,66	0,07	0,46
Cr	2,26	0,07	1,58
Cu	2,12	0,07	1,48
Hg	0,000012	3	0,00036
Mn	0,54	0,07	0,38
Mo	0,124	0,07	0,087
Ni	0,39	0,07	0,27
Pb	2,64	0,07	1,85
Sb	0,106	0,07	0,07
Se	0,104	0,07	0,07
Sn	0,386	0,07	0,27
Sr	0,238	0,07	0,17
V	0,6	0,07	0,42
Zn	11	0,07	7,7
Cl	40	0,03	12
F	0,045	0,11	0,05
S	46	0,45	414 (1)
CO ₂			6,95*E7 (2)

1) In SO₂

2) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000)

Tabel 5.8; Procesgebonden emissies naar lucht

component	emissie in kg per GJ input	Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel (40,6 GJ/ton) in kg/ton
NOx	0,12	0,097
CO	0,012	0,0097
CxHy	0,003	0,0024
Dioxines	3E-11	2,44E-11
fijn stof	0,0018	0,0015

Emissies naar water

De reeds genoemde balansen die in het kader van dit MER zijn opgesteld (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 5.1). zijn gebaseerd op een natte rookgasreiniging en een emissie naar water. De op basis van deze massabalansen berekende emissies naar water voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel zijn weergegeven in tabel 5.9.

Tabel 5.9; emissies naar water

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	deel (%) dat in de gereinigde water komt	Emissie naar water (mg/ton)
As	0,029	0,06	0,017
Ba	0,018	0,06	0,011
Cd	0,13	2,1	2,73
Co	0,66	0,06	0,396
Cr	2,26	0,06	1,36
Cu	2,12	0,06	1,27
Hg	0,000012	2	0,00024
Mn	0,54	0,06	0,32
Mo	0,124	0,06	0,07
Ni	0,39	0,06	0,23
Pb	2,64	0,06	1,58
Sb	0,106	0,06	0,06
Se	0,104	0,06	0,06
Sn	0,386	0,06	0,23
Sr	0,238	0,06	0,14
V	0,6	0,06	0,36
Zn	11	0,06	6,6
Cl	40	69,97	27988
F	0,045	0	0
S	46	58,95	81351 (1)

1) Als sulfaat

Emissies bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegias en filterkoek van de DTO worden gestort. De oliefractie van o/w/s-mengsel levert een bijdrage aan de verontreiniging van de in de DTO gevormde reststoffen waardoor ook een deel van de verdere verwerking toegerekend wordt. Het deel van de in de oliefractie aanwezige componenten dat terecht komt in slak, vliegias en filterkoek volgt uit de massabalansen op componentenniveau (zie tabel 5.1). Gebruik makend van de samenstelling van tabel 2.2, de balansen van tabel 5.1 en de proceskaarten van achtergronddocument A1 bij MER-LAP betekent dit voor de olie van 1 ton o/w/s-mengsel het volgende (zie tabel 5.10 t/m 5.12)

Tabel 5.10; emissie naar de bodem voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-slak

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar slak in procent	deel naar slak in g/ton (1)	Fractie die uitlooft in procent (2)	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	0,029	70,87	0,021	0,05	0,011
Ba	0,018	70,87	0,013	0,05	0,007
Cd	0,13	25	0,033	0,05	0,017
Co	0,66	70,87	0,468	0,05	0,234
Cr	2,26	70,87	1,60	1,35	21,6
Cu	2,12	70,87	1,50	0,05	0,75
Hg	0,000012	0	0	0,05	0
Mn	0,54	70,87	0,383	0,05	0,192
Mo	0,124	70,87	0,088	0,70	0,616
Ni	0,39	70,87	0,276	0,25	0,69
Pb	2,64	70,87	1,87	0,05	0,935
Sb	0,106	70,87	0,075	0,20	0,15
Se	0,104	70,87	0,074	0,05	0,037
Sn	0,386	70,87	0,274	0,05	0,137
Sr	0,238	70,87	0,169	0,05	0,085
V	0,6	70,87	0,425	0,05	0,194
Zn	11	70,87	7,80	0,05	3,9
Cl	40	5	2	27,95	559
F	0,045	10	0,045	0,05	0,023
S	46	10	4,6	3,35	154,1 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 5.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als SO₄

Tabel 5.11; emissie naar de bodem voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-vliegias

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar vliegias in procent	deel naar vliegias in g/ton (1)	Fractie die uitloopt in procent (2)	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	0,029	28,35	0,0082	0,1	0,0082
Ba	0,018	28,35	0,005	0,4	0,02
Cd	0,13	67,5	0,088	0,1	0,088
Co	0,66	28,35	0,187	0,1	0,187
Cr	2,26	28,35	0,64	0,1	0,64
Cu	2,12	28,35	0,60	0,1	0,60
Hg	0,000012	5	0,000001	0,1	0,000001
Mn	0,54	28,35	0,153	0,1	0,153
Mo	0,124	28,35	0,035	2,2	0,77
Ni	0,39	28,35	0,111	0,1	0,111
Pb	2,64	28,35	0,75	0,1	0,75
Sb	0,106	28,35	0,03	0,1	0,03
Se	0,104	28,35	0,029	0,1	0,029
Sn	0,386	28,35	0,109	0,1	0,109
Sr	0,238	28,35	0,067	0,1	0,067
V	0,6	28,35	0,170	0,1	0,170
Zn	11	28,35	3,12	0,1	3,12
Cl	40	25	10	3,2	320
F	0,045	35	0,016	0,9	0,144
S	46	30	13,8	1,1	151,8 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 5.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als SO₄

Tabel 5.12; emissie naar de bodem voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-rgr

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar rgr in procent	deel naar rgr in mg/ton ⁽¹⁾	Fractie die uitlooft in procent ⁽²⁾	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	0,029	0,65	0,189	0,55	0,001
Ba	0,018	0,65	0,117	4,25	0,005
Cd	0,13	4,65	6,05	0,05	0,003
Co	0,66	0,65	4,29	0,20	0,009
Cr	2,26	0,65	14,69	0,60	0,088
Cu	2,12	0,65	13,78	0,05	0,007
Hg	0,000012	90	0,01	0,05	5,0E-6
Mn	0,54	0,65	3,51	0,05	0,0018
Mo	0,124	0,65	0,806	7,3	0,059
Ni	0,39	0,65	2,54	0,55	0,014
Pb	2,64	0,65	17,16	0,05	0,009
Sb	0,106	0,65	0,69	0,05	0,0003
Se	0,104	0,65	0,68	0,05	0,0003
Sn	0,386	0,65	2,51	0,05	0,0013
Sr	0,238	0,65	1,55	0,05	0,0008
V	0,6	0,65	3,90	0,05	0,002
Zn	11	0,65	71,5	0,05	0,036
Cl	40	0	0	13,85	0
F	0,045	54,89	24,7	0,15	0,37
S	46	0,6	276	2,95	8,142 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.1 en 5.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als SO₄

Vermeden emissies

Er wordt energie geproduceerd uit de oliefractie van o/w/s-mengsel (zie paragraaf 5.6), zodat emissies bij de winning en het transport van primaire (fossiele) brandstof worden vermeden. Deze vermeden emissies worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

6. OLIE-2; MEESTOKEN IN EEN CEMENTOVEN

6.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Transport van de oliefractie naar de verwerker vindt gewoonlijk plaats per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht).

B. Opslag

De aangevoerde olie wordt opgeslagen in een tank.

C. Meestoken in cementoven

De oliefractie van o/w/s-mengsels wordt als secundaire brandstof meegestookt in een cementoven. Cementovens produceren klinker door het sinteren van alkalische grondstoffen als krijt, klei, gips en/of kalksteen/mergel bij een zeer hoge temperatuur (1450 °C). De klinkeroven kan gezien worden als een lange draaitrommeloven (lengte 200 m), waarbij de vaste stoffen volgens een tegenstroomprincipe met de verbrandingsgassen gecirculeerd worden. De oven heeft een aanzienlijke lengte en de verbranding geschiedt bij een lager zuurstofgehalte dan in een AVI. De cementoven kan zowel hoog- als laagcalorische afvalstoffen verwerken. Door de hoge temperatuur worden organische stoffen met een zeer hoog rendement vernietigd. Zuurvormende stoffen worden grotendeels door de alkalische grondstoffen geneutraliseerd.

De oliefractie fungeert als brandstof en vervangt hiermee primaire brandstoffen, en ook de bijbehoudende emissies van winning en verbranding. In dit MER wordt als uitgangspunt uitgegaan van vervanging van zwavelhoudende kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt tevens gekeken naar de situatie waarin de oliefractie stookolie als brandstof zou vervangen. Voor de samenstelling van de vervangen brandstoffen wordt aansluiting gezocht bij de samenstellingen zoals deze zijn gehanteerd in het kader van het MER voor MJP-II, en wel de samenstellingen als vermeld onder de omschrijvingen "mixed coal (hoogzw.)" en "stookolie" in tabel B4.1 van (TNO, 1996).

Tevens zal bij de uitwerking expliciet aandacht wordt besteed aan de situatie waarin het uitsparen van primaire brandstoffen buiten beschouwing wordt gelaten. Dit laatste wordt niet gedaan omdat er geen sprake zou zijn van uitsparing van primair materiaal, maar om het belang van de keuze om hiervoor te corrigeren in beeld te brengen en om tevens een beeld te krijgen van de directe emissies door het verstroken in cementovens zonder hier de emissies van het verbranden van primair materiaal vanaf te trekken. Het betreft dan ook geen normale gevoeligheidsanalyse maar een aparte variant van de optie "cementoven".

De hele uitwerking van de vermeden emissies is samengebracht in een aparte paragraaf een het eind van dit hoofdstuk.

D. Rookgasreiniging

Vliegas in de rookgassen wordt met een electrofilter afgevangen. De vliegas wordt vervolgens toegevoegd aan de klinker. Er worden derhalve geen af te voeren reststoffen geproduceerd.

E. Malen en mengen

De klinker en de vliegas uit de rookgasreiniging worden gemengd en vermalen.

F. Transport cement

De geproduceerde cement wordt over de weg vervoerd naar de plaats van toepassing.

G. Toepassing cement

De geproduceerde cement wordt als bouwstof toegepast.

6.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval in een cementoven resulteert niet in vaste reststoffen (de vliegashoudende stof uit de electrofilter wordt aan de klinker toegevoegd en wordt dus als onderdeel van het product afgevoerd).

Ten aanzien van de bijdrage aan de klinker wordt er vanuit gegaan dat met het transport van met olie geproduceerd cement tegelijkertijd een vergelijkbaar transport van cement geproduceerd uit primaire grondstoffen wordt vermeden. Transport van klinker in geproduceerd cement wordt derhalve buiten beschouwing gelaten.

Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 6.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over het cement en de lucht. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Tabel 6.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de cementoven

	lucht (%)	cement (%)
As	0,05	99,95
Ba	0,05	99,95
Cd	0,5	99,5
Co	0,05	99,95
Cr	0,05	99,95
Cu	0,05	99,95
Hg	6	94
Mn	0,05	99,95
Mo	0,05	99,95
Ni	0,05	99,95
Pb	0,05	99,95
Sb	0,05	99,95
Se	0,05	99,95
Sn	0,05	99,95
Sr	0,05	99,95
V	0,05	99,95
Zn	0,05	99,95
Cl	0,6	99,4
F	1	99
S	3,6	96,4

Ruimtebeslag

De cementoven heeft als doel het produceren van cement en niet het verwerken van afval, zoals de oliefractie van o/w/s-mengsels. Het ruimtebeslag van de installatie hoeft derhalve niet toegerekend te worden aan het verwerken van de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel, aangezien met de productie van een ton cement met de oliefractie tegelijkertijd de productie van een ton cement met behulp van primaire grondstoffen wordt vermeden. Hieraan ligt de aanname ten grondslag dat het productieproces en dus ook de capaciteit van de installatie niet merkbaar wordt beïnvloed door de vervanging van primaire brandstoffen door de oliefractie van o/w/s.

Onduidelijk is in hoeverre het vervangen van primaire brandstoffen wel leidt tot een aanpassing van het ruimtebeslag tengevolge van opslagfaciliteiten. Voor de situatie dat de oliefractie van o/w/s-mengsels stookolie vervangt (1-op-1 vervanging) zal dit netto niet tot een ander ruimtebeslag luiden, maar voor de vervanging van kolen (de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel vervangt ongeveer 0,048 ton kolen) is dat niet zondermeer duidelijk. Wegens gebrek aan informatie op dit punt wordt dit buiten beschouwing gelaten en aangemerkt als een leemte in kennis.

6.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verbranding van de oliefractie van o/w/s in een cementoven bedraagt indicatief 120 Euro per ton, exclusief btw. Dit betekent voor de verbranding van de oliefractie van 1 ton o/w/s (20 kg) ongeveer 2,50 Euro.

6.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van de oliefractie van o/w/s-mengsels en van klinker.

Het aantal cementproductiebedrijven is beperkt (in Nederland slechts 1), zodat toepassing van tabel 4.1 zou neerkomen op een transportafstand voor de oliefractie van 150 km (heen en terug). De cementindustrie is echter decentraal gelegen, namelijk in Maastricht. Daarnaast geldt dat een groot gedeelte van de oliefractie van o/w/s in de Belgische of Duitse cementindustrie wordt verwerkt. Gezien het voorgaande wordt een afstand van 300 km gehanteerd.

In paragraaf 6.8 wordt tevens ingegaan op de vermeden transporten i.v.m. de vervanging van primaire brandstoffen. Het resultaat is wel in onderstaande tabel opgenomen. Transport van kalksteenmeel is buiten beschouwing gelaten omdat er vanuit wordt gegaan dat dat in de onmiddellijke nabijheid van de cementoven wordt gewonnen. Voor de gemiddelde belading van een vrachtauto wordt zowel voor de oliefractie als voor stookolie en kolen uitgegaan van circa 16 ton/vracht.

Tabel 6.2; Transport

MATERIAAL	TRANSPORT			
	Afstand (km)	normaal (tkm)	Gev. anal. uitsparing stookolie tkm)	variant geen uitsparing (tkm)
Oliefractie o/w/s	300	6	6	6
vermeden kolen (*)	200	9,6	0	0
vermeden stookolie (*)	200	0	4	0
kalksteenmeel (*)	0	0	0	0

(*) Zie ook paragraaf 6.8

6.5 Energie

Er wordt in het navolgende uitsluitend aandacht geschonken aan:

- het energieverbruik van het cementproductieproces;
- de vermeden hoeveelheid primaire brandstof door de inzet van de oliefractie van o/w/s als secundaire brandstof.

Geen aandacht wordt geschonken aan het energieverbruik bij het gebruik van cement, aangezien het verbranden van de oliefractie van o/w/s-mengsels geen bijdrage levert aan de vorming van vlieg-as en klinker.

Energieverbruik cementoven

Bij de cementproductie wordt elektriciteit verbruikt door de motoren en pompen voor onder andere het draaien van de klinkeroven en het verplaatsen van verbrandingslucht en rookgassen. Onder de aanname dat door de vervanging van primaire brandstof door de oliefractie van o/w/s-mengsels er geen verandering aan het productieproces en de capaciteit van de cementoven plaatsvindt hoeft geen elektriciteitsverbruik te worden toegerekend aan de verbrandde oliefractie. Het elektriciteitsverbruik is bij gebruik van een secundaire brandstof namelijk nagenoeg gelijk aan dat bij gebruik van een primaire brandstof.

Vermeden energieverbruik

Er wordt geen rekening gehouden met vermeden energiegebruik anders dan de vermeden energie die rechtstreeks samenhangt met het niet hoeven winnen van primair materiaal. voor een toelichting wordt verwezen naar paragraaf 6.8.

6.6 Bedrijfsmiddelen

Verbruik cementoven

De inrichting van Ciments d'Obourg verbruikt op zichzelf geen bedrijfsmiddelen. Het gebruik van grondstoffen (krijt, klei, gips en/of kalksteen/mergel) kan echter wel veranderen door het vervangen van kolen door de oliefractie. Voor een nadere uitwerking wordt verwezen naar paragraaf 6.8. Concreet betekent dit dat in de situatie waar kolen worden vervangen 0,0191 ton extra kalksteenmeel/mergel in rekening wordt gebracht, terwijl in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" en de variant "geen uitsparing" geen extra kalksteenmeel/mergel in rekening wordt gebracht.

Vermeden verbruik

Ook voor de besparing van primaire brandstoffen wordt verwezen naar paragraaf 6.8. Concreet betreft het vermeden gebruik van 0,048 ton kolen in de normale situatie en 0,020 ton stookolie in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie".

6.7 Emissies

Emissies cementoven

Emissies naar bodem

De inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar water

Bij de productie van cementklinker komt geen afvalwaterstroom vrij. De inrichting lost dus geen procesafvalwater op riool of oppervlaktewater.

Emissies naar lucht

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 6.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsels zijn weergegeven in tabel 6.3 resp. en 6.4.

Tabel 6.3; Berekende componentgebonden emissies naar lucht

Comp	input (g/ton)	Deel (%) dat in de gereinigde rookgassen komt	emissie naar lucht (mg/ton)
As	0,029	0,05	0,015
Ba	0,018	0,05	0,009
Cd	0,13	0,5	0,65
Co	0,66	0,05	0,33
Cr	2,26	0,05	1,13
Cu	2,12	0,05	1,06
Hg	0,000012	6	0,001
Mn	0,54	0,05	0,27
Mo	0,124	0,05	0,062
Ni	0,39	0,05	0,195
Pb	2,64	0,05	1,32
Sb	0,106	0,05	0,053
Se	0,104	0,05	0,052
Sn	0,386	0,05	0,193
Sr	0,238	0,05	0,119
V	0,6	0,05	0,3
Zn	11	0,05	5,5
Cl	40	0,6	240
F	0,045	1	0,45
S	46	3,6	3312
CO ₂			6,95*E7

1) In SO₂

2) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000)

Tabel 6.4; Procesgebonden emissies naar lucht

Component	emissie in kg per GJ input	Oliefraction van 1 ton o/w/s (20 kg) en 40,6 GJ/ton in kg
NO _x	0,48	0,389
CO	0,15	0,122
C _x H _y	0,04	0,032
Dioxines	3E-11	2,44E-11
fijn stof	0,009	0,0073

Emissies bij verwerking reststoffen

Bij het verwerken van de oliefraction van o/w/s-mengsel in de cementoven ontstaan geen vaste reststoffen.

Emissies bij gebruik cement

Naast emissies van de cementoven zou in theorie sprake kunnen zijn van emissies vanuit de cement naar de bodem wanneer deze cement wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloog gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten. Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloog worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als niet relevant beschouwd. In de normale beschrijving wordt dan ook uitgegaan van "geen uitloog". Dit wordt nog eens ondersteund door het gegeven dat met het gebruik van de oliefraction van o/w/s-mengsels als brandstof tevens primaire brandstoffen worden vermeden en daarmee ook de bijdrage van die primaire brandstoffen aan de uitloog.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse zal wel met een zekere bodembelasting worden gerekend gebaseerd op, de balans van tabel 6.1 en de proceskaart in achtergronddocument A1 bij MER-LAP. Een en ander is uitgewerkt in onderstaande tabel (tabel 6.5).

Tabel 6.5; Emissies naar de bodem t.b.v. gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

comp.	deel naar cement in g/ton (1)	fractie die uitloopt in procenten (2)	emissie naar bodem (mg/ton)
As	0,029	0,05	0,015
Ba	0,018	0,05	0,009
Cd	0,129	0,65	0,839
Co	0,660	0,05	0,33
Cr	2,259	0,05	1,130
Cu	2,119	0,05	1,060
Hg	0,000011	1,1	0,000121
Mn	0,540	0,05	0,27
Mo	0,124	0,05	0,062
Ni	0,390	0,05	0,195
Pb	2,639	0,05	1,320
Sb	0,106	0,05	0,053
Se	0,104	0,05	0,052
Sn	0,386	0,8	3,088
Sr	0,238	0,05	0,119
V	0,600	0,05	0,300
Zn	10,99	0,05	5,495
Cl	39,76	0,05	19,88
F	0,045	0,05	0,023
S ⁽³⁾	44,34	0,05	66,52

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 6.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als sulfaat

Vermeden emissies

De emissies die worden vermeden door het uitsparen van primaire brandstoffen worden uitgewerkt in paragraaf 6.8.

6.8 Effecten van het vermijden van primaire brandstoffen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van het in rekening brengen van de uitsparing van primaire brandstoffen. Zoals in paragraaf 6.1 reeds aangegeven wordt in de normale situatie uitgegaan van kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse worden tevens onderscheiden de situaties "uitsparing stookolie" en "geen uitsparing".

Uitgangspunt is de het bepalen van de omvang van de uitsparing op basis van de calorische waarde. De oliefractie vervangt immers brandstoffen die anders de energie voor het cementproductieproces zouden leveren. Uitgaande van een calorische waarden van 40,6 GJ/ton voor zowel de oliefractie als de stookolie en een calorische waarde van 17 GJ/ton voor kolen vervangt de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsels (0,02 ton) in de normale situatie 0,048 ton kolen en in het kader van de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" vervangt de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsels 0,02 ton stookolie.

transport

Exacte informatie omtrent de herkomst van de vermeden brandstoffen ontbreekt (leemte in kennis). Uitgegaan wordt van een afstand van 200 km op basis van het transport van een havenlocatie tot aan de cementoven. Opgemerkt wordt dat met name voor stookolie het de vraag is of dit niet met

binnenvaartschepen of via transportleidingen wordt aangevoerd. Verder wordt opgemerkt dat de proceskaart in SimaPro voor kolen ook het transport vanaf de plaats van winning tot aan een haven in Nederland omvat zodat de genoemde 200 km een redelijke inschatting lijkt.

Met de bovengenoemde verhoudingen betekent dit dat in de normale situatie het transport van 0,048 ton kolen wordt vermeden en in de situatie "uitsparing stookolie" 0,02 ton stookolie. Dit komt neer op 9,6 vermeden transportkilometers in de normale situatie en 4 vermeden transportkilometers voor de situatie "uitsparing stookolie".

energiegebruik

Door de vervanging van kolen door de oliefractie van o/w/s verandert in principe het voorbewerkingproces, en dus ook de bijbehorende energie. Veel cementovens, met name in België, gebruiken echter kolengruis en fijn kolenmengsel zodat het verkleinen van de kolen i.h.a. niet aan de orde is¹. In hoeverre het energiegebruik van het vermengen van grondstoffen met kolengruis afwijkt van het vermengen van grondstoffen met de oliefractie van o/w/s-mengsels is niet bekend (leemte in kennis).

Het vermeden energieverbruik bij de winning van deze hoeveelheid primaire brandstof wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. Het betrekken bij de LCA-berekeningen vindt plaats door in rekening brengen van de uitsparing van deze brandstoffen als bedrijfsmiddel via de database van SimaPro (zie hieronder).

bedrijfsmiddelen; brandstoffen en kalksteenmeel/mergel

Zoals hierboven aangegeven wordt er de vervanging van brandstoffen dat toegerekend op basis van de calorische waarde, hetgeen resulteert in vervanging van 0,048 ton kolen in de normale situatie in het kader van de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" vervanging van 0,02 ton stookolie voor de oliefractie van 1 ton o/w/s. Deze uitgespaarde primaire brandstoffen worden in rekening gebracht middels de betreffende processen in de database van SimaPro.

Op de effecten m.b.t. transport is hiervoor al ingegaan.

De verwerking van de oliefractie van o/w/s-mengsels in een cementoven resulteert door de asrest van 0,05 ton per ton olie in een vaste rest. Dit betekent voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel een vaste rest van 0,001 ton. De verwerking van de oliefractie levert dus een bijdrage aan de vorming van cement. Echter, door de vermeden inzet van kolen wordt ook een bijdrage aan de cementvorming vermeden. Hoogzwavelig kolen dragen op grond van de asrest (0,4 ton per ton) eveneens bij aan de vorming van cement. Door de vermeden inzet van 0,048 ton kolen wordt dus 0,0192 ton minder cement geproduceerd. Teneinde de te vergelijken systeem ook daadwerkelijk vergelijkbaar te maken (en dus even veel cement te laten produceren) wordt er vanuit gegaan dat de vervanging van 0,048 ton kolen door de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel tevens betekent dat ongeveer $0,0192 - 0,001 = 0,0182$ ton andere grondstoffen moet worden toegevoegd. In dit MER is gekozen om te rekenen met de toevoeging van mergel/kalksteenmeel. Opgemerkt wordt nog dat

- dit niet speelt in de situatie dat in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie", en dat
- er vanuit gegaan wordt dat mergel/kalksteenmeel i.h.a. in de onmiddellijke omgeving van cementovens wordt gewonnen doordat kan worden volstaan met het in rekening brengen van dit bedrijfsmiddel zelf en dit niet leidt tot extra transport.

1 Indien wel wordt verkleind wordt energie voor het verkleinen van 0,048 ton kolen vermeden.

vermeden componentgebonden emissies (excl. CO₂) naar de lucht

Door het vermijden van te verstoken primaire brandstoffen worden tevens emissies naar de lucht vermeden. In de "normale" uitwerking betreft het de emissie die horen bij de uitsparing van de 0,048 kolen en in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" de emissies die horen bij het verbranden van 0,02 ton stookolie. Beide situaties zijn uitgewerkt in tabel 6.6 met als kanttekeningen dat

- voor de samenstelling van de vermeden brandstoffen is aangesloten bij (TNO, 1996).
- voor de berekening van de bijbehorende emissies gebruik is gemaakt van dezelfde balansen als waarmee de emissies die horen bij de oliefractie van o/w/s-mengsels zijn berekend (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP)
- dat de samenstellingsgegevens van de vermeden brandstoffen meer componenten omvatten dan de data waar we voor de oliefractie van o/w/s over beschikken (vergelijk tabel 2.1).

Tabel 6.6; vermeden componentgebonden emissies naar de lucht

comp.	Normale situatie (uitsparing 0,048 ton kolen)			Gevoeligheidsanalyse (uitsparing 0,02 ton stookolie)		
	input in gram per ton kolen	Fractie naar lucht (%)	uitsparing in mg door de inzet van de oliefractie van 1 ton o/w/s	input in gram per ton stookolie	fractie naar lucht (%)	uitsparing in mg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s
Ag	0	0,05	0	0	0,05	0
As	4,05	0,05	0,097	0,8	0,05	0,008
Ba	320	0,05	7,68	0	0,05	0
Cd	1,17	0,5	0,28	0	0,5	0
Co	45,1	0,05	1,08	2	0,05	0,02
Cr	60	0,05	1,44	0,3	0,05	0,003
Cu	53	0,05	1,27	1	0,05	0,01
Hg	0,83	6	2,39	0,006	6	0,0072
Mn	845	0,05	20,28	0	0,05	0
Mo	4	0,05	0,096	0,5	0,05	0,005
Ni	88,3	0,05	2,12	30	0,05	0,30
Pb	67	0,05	1,61	9	0,05	0,09
Sb	15	0,05	0,36	0	0,05	0
Se	5	0,05	0,12	0,75	0,05	0,0075
Sn	15	0,05	0,36	0	0,05	0
Sr	220	0,05	5,28	0	0,05	0
V	399	0,05	9,58	60	0,05	0,60
W	0	0,05	0	0	0,05	0
Zn	264	0,05	6,34	3,5	0,05	0,035
Cl	1900	0,6	547,2	90	0,6	10,8
F	93	1	44,64	9	1	1,8
S (*)	17100	3,6	59098	9300	3,6	13392

*) Invoer als S maar emissie naar de lucht als SO₂

vermeden emissie van CO₂

De CO₂-emissie is berekend op basis van de energie-input en de aanname van een emissie van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000) 6,95*E7 mg/ton.

Tabel 6.7; vermeden emissie van CO₂

MATERIAAL	normaal (*) (mg/ton)	gevoeligheidsanalyse uitsparing stookolie (mg/ton)	variant geen uitsparing (mg/ton)
Vermeden CO ₂	6,95*E7	6,95*E7	0

Wat de procesgebonden emissies betreft, is evenals in voorgaande LCA-studies, aangenomen dat zij niet verschillen voor 1 MJ in de cementoven gebrachte kolen of afval. Dit betekent dat in beide situaties de omvang van de vermeden procesgebonden emissies overeen komen met die van de oliefractie van o/w/s zelf (zie tabel 6.8).

Tabel 6.8: Uitsparing procesgebonden emissies naar lucht

comp.	emissie in kg per GJ input	normale situatie (uitspa- ring kolen) in kg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s	gevoeligheidsanalyse (uit- sparing stookolie) in kg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s	variant geen uitsparing (mg/ton)
NOx	0,48	0,389	0,389	0
CO	0,15	0,122	0,122	0
CxHy	0,04	0,032	0,032	0
Dioxines	3E-11	2,44E-11	2,44E-11	0
fijn stof	0,009	0,0073	0,0073	0

6.9 Leemten in kennis

- Het effect van de opslag van de oliefractie van o/w/s bij de cementoven in plaats van de opslag van kolen op het ruimtebeslag van de inrichting.
- Het effect van de vervanging van kolen(gruis) door de oliefractie van o/w/s op het gebruik van energie in de voorbereiding (mengen van grondstoffen en brandstoffen).
- De exacte afstanden voor de vermeden kolen en stookolie

7. OLIE-3; MEESTOKEN IN EEN E-CENTRALE

7.1 Procesbeschrijving

A. Transport

De oliefractie van o/w/s-mengsels wordt per vrachtwagen vervoerd naar de elektriciteitscentrale (circa 16 ton per vracht).

B. Opslag

De aangevoerde olie wordt opgeslagen in een tank.

C. Meestoken

De oliefractie van o/w/s wordt meegestookt in de kolengestookte ketel van de E-centrale. Daarbij worden kolen als brandstof vervangen. Verbranding vindt plaats bij circa 1400 °C of meer gedurende 2-4 seconden. Bij het verbrandingsproces ontstaan bodemas en te reinigen rookgassen.

D. Rookgasreiniging

De rookgassen die ontstaan bij de verbranding van kolen en de oliefractie van o/w/s worden gereinigd. Hiertoe is een electrofilter voorzien om het stof (vliegias) te verwijderen. Vervolgens wordt in een rookgasontzwavelingsinstallatie (zwavelscrubber) de zwaveldioxide verwijderd.

Bij dit rookgasontzwavelingsproces wordt gips geproduceerd. De hoeveelheid toe te rekenen gips wordt primair bepaald door het zwavelgehalte in de afvalstof. Er van uitgaande dat het gips wordt gebruikt als grondstof voor bouwmaterialen, die niet met neerslag in aanraking komen, wordt evenmin rekening gehouden met emissies naar bodem of oppervlaktewater bij de nuttige toepassing van secundair gips.

De hoeveelheid te lozen water uit de zwavel-scrubber bedraagt circa 25 m³/uur (TNO, 1996). De emissies van metalen naar oppervlaktewater via deze afvalwaterstroom zijn door TNO als verwaarloosbaar klein gekenschetst, zodat aan deze afvalwaterstroom in de massabalans ten aanzien van zware metalen geen aandacht is geschonken. Ten aanzien van chloor is echter – gezien de grote oplosbaarheid van CaCl₂ – aangenomen dat dit via deze afvalwaterstroom geloosd.

E. Transport gips

De in de rookgasontzwavelingsinstallatie (ROI) geproduceerde gips wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van nuttige toepassing.

F. Toepassen gips

In de LCA wordt er van uitgegaan dat gips uit de rookgasontzwavelingsinstallatie wordt afgezet als grondstof voor de productie van gietvloeren ten behoeve van de (utiliteits)bouw.

G. Transport bodemas en vliegias

Bodemas en vliegias worden afgevoerd per vrachtwagen naar de plaats van nuttige toepassing. Aangezien zowel bodemas als vliegias in de cementindustrie worden ingezet worden beide assen gezamenlijk afgevoerd.

H. Toepassen bodemas en vliegias

Zowel vliegias en bodemas worden nuttig toegepast in de cementindustrie.

7.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 7.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over het gips en de lucht. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Tabel 7.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de E-centrale

	lucht (%)	Water (%)	As (%)	Gips (%)
Ag	0,1	0	98,9	1
As	0,1	0	98,9	1
Ba	0,1	0	98,9	1
Cd	1	0	89	10
Co	0,1	0	98,9	1
Cr	0,1	0	98,9	1
Cu	0,1	0	98,9	1
Hg	10	0	75	15
Mn	0,1	0	98,9	1
Mo	0,1	0	98,9	1
Ni	0,1	0	98,9	1
Pb	0,1	0	98,9	1
Sb	0,1	0	98,9	1
Se	0,1	0	98,9	1
Sn	0,1	0	98,9	1
Sr	0,1	0	98,9	1
V	0,1	0	98,9	1
W	0,1	0	98,9	1
Zn	0,1	0	98,9	1
Cl	5	70	25	0
F	15	0	35	50
S	10	0	25	65

De verbranding van de oliefractie van de o/w/s in een E-centrale resulteert in af te voeren gips uit de ROI, bodemas en vliegias. De hoeveelheid bodemas en vliegias is gebaseerd op de asrest van de oliefractie van 1 ton o/w/s en bedraagt 50 kg per ton. Dit betekent voor de oliefractie van 1 ton o/w/s een hoeveelheid assen van $50 \cdot 0,02 \text{ ton} = 1 \text{ kg}$. Tabel 7.2 bevat een overzicht van de hoeveelheden vaste producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel op een wijze zoals beschreven in paragraaf 7.1. Voor en toelichting op de hoeveelheid gips zoals die in tabel 7.2 staat genoemd wordt verwezen naar paragraaf 7.5

Tabel 7.2; Overzicht reststoffen

reststoffen	in kg per ton o/w/s
assen	1
gips	0,159

Ruimtebeslag

De E-centrale heeft als doel het produceren van elektriciteit en niet het verwerken van afval, zoals olie. Het ruimtebeslag van de installatie hoeft derhalve niet toegerekend te worden aan het verwerken van de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsels aangezien met de productie van hoeveelheid elektriciteit uit de oliefractie tegelijkertijd de productie van eenzelfde hoeveelheid elektriciteit uit primaire brandstoffen wordt vermeden. Hieraan ligt de aanname ten grondslag dat de werking en capaciteit van de centrale niet merkbaar wordt beïnvloed door de vervanging van primaire brandstoffen door de oliefractie van o/w/s.

Onduidelijk is in hoeverre het vervangen van primaire brandstoffen wel leidt tot een aanpassing van het ruimtebeslag tengevolge van opslagfaciliteiten. Het betreft hier in casu de vervanging van 0,029 ton kolen (stookwaarde circa 28,3 GJ/ton) voor de oliefractie van 1 ton o/w/s (stookwaarde 40,6 GJ/ton, 20 kg). Wegens gebrek aan informatie op dit punt wordt dit buiten beschouwing gehouden een aangemerkt als een leemte in kennis.

7.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verbranding van de oliefractie van o/w/s-mengsels in een E-centrale bedraagt indicatief 140 Euro oer ton, exclusief btw. Voor het verwerken van de oliefractie (20 kg) van 1 ton o/w/s betekent ongeveer 3 Euro.

7.4 Transport

In het beschouwde afvalverwerkingsalternatief vindt transport per as plaats van de oliefractie, gips en bedrijfsmiddelen (kalk, zie paragraaf 7.7).

Tabel 7.3; Hoeveelheden producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen

MATERIAAL	normaal (kg/ton)
Oliefractie o/w/s	20
Assen	1
Kalk (1)	0,098
Gips (1)	0,159
Vermeden gips (1)	0,78
Vermeden kalk (1)	0,34
Vermeden E-as (1)	7,25
Vermeden kolen (1)	29

1) Zie paragraaf 7.5 en 7.6

Het aantal E-centrales is beperkt (6-10), zodat op grond van tabel 4.1 de transportafstanden voor de aanvoer van de oliefractie worden bepaald op 50 km (heen en terug).

Voor kalk wordt, evenals in hoofdstuk 5, uitgegaan van 600 km per schip gecombineerd met 50 km over de weg. Gips kan regionaal worden afgezet zodat hier transportafstanden van 35 km worden aangehouden. Evenals in het kader van de cementovens wordt voor de (vermeden) aanvoer van kolen een afstand aangehouden van 200 km. De assen worden nuttig toegepast in de cementindustrie zodat daarvoor een afstand van 300 km wordt aangehouden.

De transportafstanden per ton olie zijn vermeld in tabel 7.3. Voor de olie en vermeden kolen wordt gerekend met 16 ton/vracht, voor E-as en gips met 10 ton/vracht en voor kalk met aanvoer per schip, en aanvullend transport per as met 10 ton/vracht.

Tabel 7.4; Transport

MATERIAAL	TRANSPORT	
	Afstand (km)	tkm
Oliefractie o/w/s	50	1
Kalk	600 (schip)	0,059
	50 (as)	0,005
Vermeden Kalk	600 (schip)	0,204
	50 (as)	0,017
Gips	35	0,006
Vermeden gips	35	0,027
Vermeden E-as	300	2,18
Vermeden kolen	200	5,8

7.5 Energie

In de LCA wordt rekening gehouden met:

- het energieverbruik van de E-centrale;
- de elektriciteitsproductie door het meestoken van olie;
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van reststoffen;
- het vermeden energieverbruik door vervanging van primaire grondstoffen.

Het energieverbruik van de E-centrale

In de E-centrale wordt elektriciteit verbruikt door diverse motoren en pompen voor onder andere het intern transport en het vermalen van kolen en het verplaatsen van verbrandingslucht en rookgassen. Het betreft hier een hoeveelheid elektriciteit van circa 70 kWh/ton verwerkte kolen.

Ook bij gebruik van de oliefractie van o/w/s wordt elektriciteit verbruikt, al zal dit verbruik per MJ olie geringer zijn dan het verbruik per MJ kolen (met name omdat geen vermalingsproces nodig is). In de LCA voor het MER-LAP wordt aangenomen dat het elektriciteitsverbruik voor 1 ton olie 50% bedraagt van het verbruik van 1 ton kolen, zodat in de LCA sprake is van een elektriciteitsverbruik van 35 kWh per ton olie. Voor de verwerking van 0,02 ton oliefractie (20 kg) betekent dit 0,7 kWh.

Elektriciteitsproductie door meestoken olie

Het elektrisch rendement van de E-centrale voor de opwekking van elektriciteit uit de oliefractie van o/w/s bedraagt 42,5%. Hierbij wordt uitgegaan van hetzelfde rendement als bij verstoken van alleen kolen. Uitgaande van een stookwaarde van de oliefractie van o/w/s van 40,6 MJ/kg, resulteert dit in een elektriciteitsproductie van 17255 MJ voor 1 ton olie. Voor de verwerking van de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel betekent dit 345,1 MJ.

Voor de totale energieproductie voor de oliefractie van 1 ton o/w/s moet uiteraard het verbruik van de installatie (zie boven) mede in rekening gebracht worden.

Het energieverbruik bij nuttige toepassing reststoffen

Bij de verbranding van kolen en de oliefractie van o/w/s in een kolencentrale komen diverse reststoffen (bodemas, vliegashoudend stof en gips) vrij, die nuttig worden toegepast.

Het gips uit de ROI wordt gebruikt als grondstof voor de productie van gietvloeren ten behoeve van de (utiliteits)bouw en vervangt de primaire grondstof anhydriet, waarbij een vervangingsverhouding van circa 1:1 geldt. Het energieverbruik per ton gips in de gipsverwerkende industrie is nagenoeg gelijk aan het vermeden energieverbruik (vermeden anhydriet), zodat hiermee geen rekening hoeft te worden gehouden in de LCA.

Het voorgaande geldt eveneens voor vliegashoudend stof en bodemas. Vliegashoudend stof wordt gebruikt in de cementindustrie, de betonmortel en betonwarenindustrie, de kunstgrindindustrie en de asfaltvulstofindustrie. De bodemas wordt toegepast als vervanging van licht funderingsmateriaal in de wegenbouw en als licht toeslagmateriaal in betonblokken.

Vermeden energieverbruik door vervanging van primaire grondstoffen.

De hoeveelheid gips wordt naast de asrest bepaald door de hoeveelheid kalk die wordt gebruikt voor met name het afvangen van zwavel en halogenen en is gebaseerd op een vochtgehalte van 25%. Met de samenstelling van tabel 2.1 en de verdeling van tabel 7.1 betekent dit dat 29,9 g zwavel voor de oliefractie van 1 ton o/w/s in de gipsfractie terecht komt. Uitgaande van de vorming van CaSO_4 (4,25 kg per kg afgevangen S) en een vochtgehalte van 25% geeft dat 0,158 kg gips voor de oliefractie van 1 ton o/w/s.

Door de inzet van de oliefractie van o/w/s wordt 0,029 ton kolen vermeden. Uitgaande van gehalten aan Chloor van 160 g/ton, Fluor van 93 g/ton en Zwavel van 7720 g/ton (TNO, 1996) leidt dit, met de balans van tabel 7.1 tot een vermeden afvangst van 1,4 gram Fluor en 125 g Zwavel per 0,029 ton kolen. Met een vochtgehalte van 25 % betekent vervanging van 0,029 ton kolen door de oliefractie van o/w/s-mengsel tot een vermeden gipsproductie van 0,78 kg/ton. Het energieverbruik van het uitgespaarde winning- en productieproces van de primaire grondstof anhydriet wordt als negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend.

De calorische waarde van de oliefractie van o/w/s is 40,6 MJ/kg, zodat een bijdrage wordt geleverd aan de brandstofvoorziening van het E-productieproces. Iedere MJ olie vervangt 1 MJ kolen. Voor de oliefractie per ton o/w/s wordt $40,6/28,3 = 1,43 \times 0,02 = 0,029$ kolen met een stookwaarde van 28,3 MJ/ton vervangen (TNO, 1996). De omvang van de hierdoor vermeden milieu-ingrepen wordt bepaald met de database van SimaPro.

Het vermijden van 0,029 ton kolen sprake betekent tevens een vermeden energie ten behoeve van het voorbereiden van de kolen van $0,029 \times 70 = 2,03$ kWh voor de oliefractie van 1 ton o/w/s.

7.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het bedrijfsmiddelenverbruik van de kolencentrale;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de nuttige toepassing van reststoffen (secundaire grondstoffen);
- het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik.

Bedrijfsmiddelenverbruik van de kolencentrale

Kolencentrales kennen een rookgasreiniging met een zwavelscrubber, waarbij kalk wordt gedoseerd, met voor het afvangen van zwavel en in mindere mate halogenen. Op basis van stochiometrische hoeveelheden betekent dit een kalkverbruik van 0,098 kg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s (20 kg). Evenals bij de productie van gips is er tevens sprake van het vermijden van kalkgebruik door de vervanging van kolen. Uitgaande van gehalten aan Chloor van 160 g/ton, Fluor van 93 g/ton en Zwavel van 7720 g/ton (TNO, 1996) leidt dit, met de balans van tabel 7.1 tot een vermeden kalkgebruik van 11,8 kg per ton kolen. Door het vermijden van 0,029 ton kolen betekent dit een vermeden kalkgebruik van 0,34 kg.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Bij de verbranding van kolen en de oliefractie van o/w/s in een kolencentrale komen diverse reststoffen (bodemas, vliegias en gips) vrij, die nuttig worden toegepast. De toepassingsgebieden van vliegias zijn de cementindustrie, de betonmortel en betonwarenindustrie, de kunstgrindindustrie en de asfaltvulstofindustrie. In MER-LAP wordt uitgegaan van toepassing in de cementindustrie. Het bedrijfsmiddelenverbruik per ton vliegias is nagenoeg gelijk aan het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik, waardoor hiermee geen rekening is gehouden in de LCA.

Het gips uit de ROI wordt gebruikt als grondstof voor de productie van gietvloeren ten behoeve van de (utiliteits)bouw en vervangt de primaire grondstof anhydriet, waarbij een vervangingsverhouding van circa 1:1 geldt. Het bedrijfsmiddelen verbruik per ton gips is dus nagenoeg gelijk aan het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik, zodat hiermee geen rekening behoeft te worden gehouden in de LCA.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Door het meestoken van de oliefractie van o/w/s behoeven er minder primaire (fossiele) brandstoffen te worden gebruikt voor het E-productieproces, zodat bedrijfsmiddelenverbruik bij de winning van primaire (fossiele) brandstof wordt vermeden. Dit vermeden verbruik wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

Er is ook sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van gips. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend.

Door het vervangen van kolen door de oliefractie van o/w/s neemt de hoeveelheid as van de E-centrale af, en daarmee de nuttige toepassing hiervan in cementovens. Uitgaande van een asrest 250 kg/ton kolen (TNO, 1996) betreft het hier $0,029 \cdot 250 = 7,25$ kg as dat niet ontstaat door de vervanging van kolen. Door het inzetten van de olie ontstaat, uitgaande van een asrest van 5% = 50 kg/ton, $0,02 \cdot 50 = 1$ kg as. Netto betekent dit dat door de vervanging van kolen door de oliefractie van 1 ton o/w/s 6,25 kg as niet ontstaat. Het vermeden transport naar de cementovens is in rekening

gebracht in paragraaf 7.4. Mogelijk moet door het vervallen van deze asproductie bij de cementproductie hierdoor meer primair materiaal worden gebruikt. Doordat echter onduidelijk is in hoeverre het meestoken van de oliefractie van o/w/s leidt tot toerekenbaar ander grondstoffengebruik bij de cementproductie is dit (theoretische effect) hier verder buiten beschouwing gelaten.

7.7 Emissies

Bij de LCA vergelijking moet rekening worden gehouden met:

- emissies van de kolencentrale;
- emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen;
- vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen.
- vermeden emissies door de vermeden productie/winning van primaire brandstoffen.

De emissies van de kolencentrale

Emissies naar bodem

De inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar lucht

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 7.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht voor de oliefractie van 1 ton o/w/s zijn weergegeven in tabel 7.5 en 7.6.

Tabel 7.5; Berekende componentgebonden emissies naar lucht

comp	input (g/ton)	deel (%) dat in de gereinigde rookgassen komt	emissie naar lucht (mg/ton)
As	0,029	0,1	0,03
Ba	0,018	0,1	0,02
Cd	0,129	1	1,3
Co	0,660	0,1	0,66
Cr	2,259	0,1	2,26
Cu	2,119	0,1	2,12
Hg	0,000011	10	0,0012
Mn	0,540	0,1	0,54
Mo	0,124	0,1	0,12
Ni	0,390	0,1	0,39
Pb	2,639	0,1	2,64
Sb	0,106	0,1	0,11
Se	0,104	0,1	0,1
Sn	0,386	0,1	0,39
Sr	0,238	0,1	0,24
V	0,600	0,1	0,6
Zn	10,99	0,1	11
Cl	39,76	5	2000
F	0,045	15	6,75
S	44,34	10	9200 (1)
CO ₂			6,95*E7 (2)

1) In SO₂

(2) Gebaseerd op 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996)

Tabel 7.6; Procesgebonden emissies naar lucht

component	emissie in kg per GJ input	Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s (40,6 GJ/ton) in kg/ton
NOx	0,06	0,049
NH3	0,0012	0,001
CO	0,006	0,005
CxHy	0,0015	0,001
Dioxines	6E-12	4,8E-12
fijn stof	0,003	0,0025

Emissies naar water

Bij een elektriciteitscentrale komt circa 25 m³ water per uur vrij. Er is echter gesteld dat de concentraties aan verontreinigingen bepaald zijn door het oplosbaarheidsproduct van het betreffende metaalsulfide. Dit levert zodanig lage vrachten op, dat de emissies van zware metalen zijn verwaarloosd (TNO, 1996). Gezien de grote oplosbaarheid van CaCl₂ zullen de chloriden voor een belangrijk deel met het afvalwater worden geloosd.

Tabel 7.7; emissies naar water

reststoffen	g/ton
Cl naar water	28,0

De emissies bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Het gips uit de ROI wordt gebruikt als grondstof voor de productie van gietvloeren ten behoeve van de (utiliteits)bouw en vervangt de primaire grondstof anhydriet, waarbij een vervangingsverhouding van circa 1:1 geldt. De emissies die vrijkomen bij het toepassen van anhydriet-vloeren zijn nihil. De kwaliteitsverschillen tussen primair en secundair gips zijn zeer gering, zodat de emissies bij de nuttige toepassing van gips uit de ROI in de LCA buiten beschouwing worden gelaten. Het voorgaande geldt eveneens voor het nuttig toepassen van vliegashoudend cement en bodemas.

Het meestoken van de oliefractie van o/w/s levert een bijdrage aan de vorming van bodemas en vliegashoudend cement. Het deel van de in de oliefractie van o/w/s aanwezige componenten dat terecht komt in de assen volgt uit de massabalansen op componentenniveau voor de E-centrale. Er vanuitgaande dat de assen worden verwerkt als vulstof in cement leidt de verontreiniging van de assen door de oliefractie van o/w/s daar tot emissies naar de lucht en eventueel naar de bodem (gevoeligheidsanalyse) conform de proceskaart in achtergronddocument A1 bij MER-LAP. De uitwerking is geconcretiseerd in onderstaande tabel.

Tabel 7.8; emissie ten gevolge van inzet van assen in cementovens

comp	deel naar as in mg/ton (1)	Deel (%) dat ontwijkt naar de lucht (2)	emissie naar de lucht (mg/ton)	Deel (%) dat ontwijkt naar de bodem (2) (3)	emissie naar de bodem in mg/ton (3)
As	28,68	0,05	0,014	0,05	0,014
Ba	17,80	0,05	0,009	0,05	0,009
Cd	115,7	0,05	0,058	0,65	0,752
Co	652,7	0,5	3,26	0,05	0,326
Cr	2235,1	0,05	1,12	0,05	1,12
Cu	2097	0,05	1,05	0,05	1,05
Hg	0,01	6	0,0006	1,1	0,00001
Mn	534,1	0,05	0,27	0,05	0,27
Mo	122,6	0,05	0,06	0,05	0,06
Ni	385,7	0,05	0,193	0,05	0,193
Pb	2611	0,05	1,31	0,05	1,31
Sb	104,8	0,05	0,052	0,05	0,052
Se	102,9	0,05	0,051	0,05	0,051
Sn	381,8	0,05	0,191	0,8	3,05
Sr	235,4	0,05	0,118	0,05	0,118
V	593,4	0,05	0,297	0,05	0,297
Zn	10879	0,05	5,44	0,05	5,44
Cl	10000	0,6	60	0,05	5
F	11,25	1,0	0,113	0,05	0,006
S (4)	11500	0,05	11,5	0,05	17,25

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 7.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Alleen in het kader van gevoeligheidsanalyse "wel uitloging"

(4) input als S, naar lucht als SO₂, naar bodem als SO₄

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen (assen en gips). De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend.

Door het meestoken van de oliefractie van o/w/s behoeven er minder primaire (fossiele) brandstoffen te worden gebruikt voor het E-productieproces, zodat de milieu-ingrepen bij de winning, het transport en het gebruik van primaire (fossiele) brandstof worden vermeden. Deze vermeden emissies worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

7.8 Leemten in kennis

Het effect van de opslag van de oliefractie van o/w/s bij de E-centrale in plaats van de opslag van kolen op het ruimtebeslag van de inrichting.

8. OLIE-4; DESTILLATIE EN NATRIUMBEHANDELING

8.1 Vooraf

In deze verwerkingsoptie ondergaat de oliefractie van het o/w/s-mengsel een chemische behandeling met Natrium (om Chloorverbindingen te verwijderen) en een fractiescheiding. Deze fractiescheiding vindt plaats d.m.v. destillatie en heeft als doel om uit de ingangsstromen marktconforme producten af te scheiden. De uitwerking van deze verwerkingsoptie is grotendeels gebaseerd op het MER (RUN, 1998) en de vergunningaanvraag (OAG, 2000) van de installatie² van North-Refinery te Delfzijl. Hierbij zijn de volgende opmerkingen van belang.

8.2 Procesbeschrijving

A. Transport

De oliefractie wordt per vrachtwagen vervoerd naar de verwerkingsinstallatie (circa 16 ton per vracht).

B. Voorbehandeling

Oliehoudende afvalstromen kunnen onzuiverheden bevatten in vaste vorm, zoals b.v. zand, roestdeeltjes, etc. Om de apparatuur te beschermen worden deze onzuiverheden middels filtratie verwijderd. De filtratie vindt plaats bij het verladen en intern verpompen van de olie. Er is in dit MER vanuit gegaan dat de oliefractie geen vaste verontreinigingen bevat en er ook geen significante vaste fractie wordt afgescheiden.

De oliefractie bevat altijd nog een hoeveelheid water. Door het verschil in soortelijk gewicht van het water en de olie kan zich in een opslagtank een waterlaag en olielaag vormen. De gevormde olielaag wordt afgezogen middels een tankdrain en verder behandeld. De snelheid van de waterafscheiding kan indien gewenst vergroot worden door de tanks te verwarmen. Onduidelijk is of ook voor de olie met een samenstelling van tabel 2.2 een substantiële waterafscheiding plaatsvindt en is er vanuit gegaan dat de olie als geheel de daarop volgende destillatiestap ondergaat waar het water wordt afgescheiden.

Om de sedimentfractie zo veel mogelijk te verwijderen wordt de olie vervolgens gecentrifugeerd. Het afgescheiden water wordt naar het olie/water systeem verpompt voor verdere behandeling. De oliefractie wordt naar de destillatie verpompt. De afgescheiden sedimentfractie wordt naar de thermische indamper gepompt, waar de fractie thermisch wordt ontwaterd. Met het verwijderen van de sedimenten wordt ook een groot deel van de metalen (waaronder de metaalhoudende additieven) verwijderd.

C. Destillatie

De oliefractie van o/w/s ondergaat een fractiescheiding door middel van destillatie³. Het principe van destillatie berust op scheiding op basis van kookpuntverschillen. De vloeibare topfase, bestaande uit water en nafta, en de niet-gecondenseerde gassen worden door middel van soortelijk

2 Deze installatie is gerealiseerd, maar na een calamiteit inmiddels weer verwijderd.

3 In specifieke gevallen is het mogelijk dat de olie niet eerst wordt gedestilleerd maar als geheel eerst de natriumbehandeling ondergaat en daarna een destillatiestap ondergaat. Het betreft hier echter bijvoorbeeld oliestromen met een zeer laag watergehalte (bron: aanvraag North-Refinery). In dit MER, waar wordt uitgegaan van een watergehalte van 15% in de oliefractie van ows en dat is ongeveer 90 keer het maximumgehalte dat na destillatie aanwezig zou mogen zijn. Er wordt dus uitgegaan van de route waarbij wel degelijk eerst destillatie plaatsvindt.

gewicht gescheiden in een nafta-fractie en een waterfractie. De waterfractie wordt in het olie/water-systeem verder behandeld. De naftafractie kan, afhankelijk van de verontreiniging, in de natrium-behandelingseenheid verder worden gezuiverd, maar wordt in de meeste gevallen als gevaarlijk afval afgevoerd. De bodemfractie wordt in de natriumbehandelingseenheid verder be-/verwerkt (zie processtap D).

In dit MER is er vanuit gegaan dat bij een atmosferische destillatie de omvang van de lichte fractie van de oliefractie van o/w/s nihil is. Deze verwachting wordt ondersteund door de massabalansen in MER van North-Refinery⁴. Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat het watergehalte in de bodemfractie maximaal 0,15% bedraagt (OAG, 2000) en er dus 2,97 liter water voor de oliefractie van 1 ton o/w/s wordt afgescheiden.

D. Natriumdispersie-eenheid

In de natriumdispersie-eenheid wordt vast natrium gesmolten en gedispergeerd in paraffinische olie of basisolie. De natriumdispersie wordt gemaakt door snel roeren met een speciale roerder, waardoor de natrium zeer fijn gedispergeerd wordt. Het gedispergeerd mengsel wordt naar de natriumbehandelingseenheid gevoerd.

E. Natriumbehandelingseenheid (dehalogenatie)

De natriumbehandeling vindt plaats bij atmosferische druk in de tweetrapsverdamer. De natriumdispersie wordt vanuit de dispersie-unit in een statische menger aan de bodemstroom uit de destillatie-unit toegevoegd. De hoeveelheid natrium die gedoseerd wordt, dient te worden bepaald op basis van het watergehalte, het zuurgehalte en het chloorgehalte. Bij deze reactie wordt waterstofgas, natriumchloride en natriumhydroxide gevormd. De in de olie aanwezige organische halogeenverbindingen reageren met het natrium onder vorming van zouten en zwaardere organische verbindingen (zware fractie). De gedehalogeneerde olie wordt middels een warmtewisselaar gekoeld.

F. Waterinjectie en centrifuge

In de gedehalogeneerde oliefractie wordt water geïnjecteerd, waardoor het eventueel niet gereageerde natrium wordt omgezet tot waterstofgas en natriumhydroxide. De in de dehalogenatiereactie gevormde zouten lossen ten dele in het geïnjecteerde water op. Vervolgens wordt de waterfractie afgescheiden middels een centrifugestap. Hiermee verdwijnt ook een deel van de zouten uit de oliefractie, maar niet alle zouten. De resterende zouten vormen uiteindelijk een groot deel van de residu-fractie bij de vacuümdestillatie van processtap G. In dit MER is gerekend met een injectie van 40 liter water per ton olie⁵. Voor de oliefractie van o/w/s zou dit 0,8 liter betekenen.

4 Zie MER North-Refinery (RUN, 1998) tabel 5.2a. Uit bijlage 5 van de vergunningaanvraag zou wel een maximale omvang van 1,5% volgen voor deze fractie, maar onduidelijk is waarom de aanvraag op dit onderdeel afwijkt van het MER.

5 Dit is gebaseerd op tabel 4 en 5 van de aanvraag van North-Refinery (OAG, 2000) waar sprake is van een waterfractie van 2158 kuub per jaar (tabel 5) op een voeding van 53800 ton per jaar voor dedehalogenatie. De bijlagen bij dezelfde aanvraag lijken tot iets hogere hoeveelheden water te leiden.

G. Vacuümdestillatie-eenheid

In de vacuümdestillatie-eenheid kan de gedehalogeneerde olie gescheiden worden in drie fracties: gasolie, stookolie en residu. Ten einde een diepere scheiding te bereiken zal de bodemstroom van de vacuümkolom eventueel middels een filmverdamer in een lichte fractie (stookolie) en residu worden gescheiden.

Bij de vacuümdestillatie ontstaan een topfractie, een bodemfractie en een (lichte en zware) middenfractie. De topfractie (gasolie) verlaat de kolom en wordt gecondenseerd. De middenfracties worden gecondenseerd en gemengd afgevoerd als stookolie. De bodemfractie (residu) wordt eventueel opnieuw gedestilleerd en eventueel middels een filmverdamer gescheiden in een lichte fractie, welke gemengd met de voornoemde middenfractie wordt afgevoerd als stookolie, en een residu dat als fluxolie worden afgezet.

H. Transport gasolie, stookolie en residu

De gasolie, stookolie en het residu worden per vrachtwagen getransporteerd naar de plaats van toepassing.

I. Toepassen gasolie

De gasolie wordt volledig als brandstof afgezet voor dieselmotoren binnen Nederlands grondgebied.

J. Toepassen stookolie

De stookolie wordt afgezet als lichte of zware stookolie.

K. Toepassen residu

Het residu kan als fluxolie worden afgezet in de asfaltindustrie, maar kan ook worden verbrand in cementovens. In dit MER wordt van deze laatste optie uitgegaan.

8.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

In de vacuümdestillatie wordt 20 kg olie (oliefractie van 1 ton o/w/s) gescheiden in een waterfractie van 2,975 kg en een oliefractie van 17,025 kg (incl. 25 g water). Na de natriumbehandeling van de oliefractie volgt vervolgens een nabehandeling met water en het afscheiden van de waterfractie middels centrifuge. Met de natriumbehandeling wordt de 25 g water omgezet in 2,8 g waterstofgas en 0,55 kg NaOH waarmee 17 kg olie resulteert. Verder wordt er vanuit gegaan dat de producten na dehalogenatie niet meer dan 50 mg Cl per kg bevatten (zie ook paragraaf 8.7; bedrijfsmiddelen). Met een input van 40 g Cl voor de oliefractie van 1 ton o/w/s betekent dit de consumptie van 39,15 g chloor. De resulterende oliefractie wordt naar de vacuümdestillatie en filmverdamping gevoerd waarmee de oliefractie wordt gescheiden in gasolie (5%), stookolie (83%) en residu (12%)⁶. Concreet betekent dit de vorming van respectievelijk 0,85 kg gasolie, 14,11 kg stookolie en 2,04 kg residu⁷.

6 percentages gebaseerd op tabel 4 van de aanvraag van North-Refinery (OAG, 2000). Op basis van bijlage 4 van diezelfde aanvraag zouden andere percentages volgen namelijk 2,3% (500/21348), 96,2% (20536/21348), en 1,5% (312/21538) zonder dat heel duidelijke verklaring. Met name het lage residupercentage uit de bijlage is aanleiding om de hoofdttekst van de aanvraag te volgen.

7 Totale hoeveelheid gecorrigeerd voor toegevoegde paraffineolie (1,98 kg, zie paragraaf 8.7). De getallen wijken hierdoor iets af van die uit bijlage 3 bij dit rapport.

Tabel 8.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van de oliefractie van 1 ton o/w/s door middel van destillatie en natriumbehandeling.

Tabel 8.1; balans op stroomniveau

Producten / reststoffen	hoeveelheid per ton verwerkte afvalolie (g/ton)
Waterfractie atm. dest.	2975
Waterstofgas	2,8
OH naar water (als NaOH)	24
Cl naar water (als NaCl)	39,15
Gasolie (max. 50 Cl mg/kg)	850
Stookolie (max. 50 Cl mg/kg)	14112
Residu	2040

Opgemerkt wordt dat niet geheel zeker is of alle gevormde NaOH en NaCl daadwerkelijk via de centrifuge wordt afgevoerd. De aanvraag van North-Refinery laat de mogelijkheid open dat een deel ervan in de vacuümdestillatie wordt gevoerd en dan terecht zou komen in het residu. Gelet op de omvang van de hoeveelheid zouten en het feit dat deze goed oplosbaar zijn en de bulk dus inderdaad via het water afgevoerd zal worden, is dit verder buiten beschouwing gelaten.

Voor een balans op componentniveau voor zowel de normale samenstelling als voor de verschillende gevoeligheidsanalyses wordt verwezen naar bijlage 1 van dit rapport. Hier is ook een toelichting opgenomen van de diverse keuzes die daar aan ten grondslag liggen.

Ruimtebeslag

De oppervlakte van de olielijn van North Refinery te Delfzijl met een totale verwerkingscapaciteit van 80.000 oliehoudende afvalstoffen en bedraagt 50000 m². Inclusief opslagen wordt deze ruimte voor het overgrote deel inderdaad voor olieverwerking gebruikt⁸. Uitgaande van een periode van 100 jaar kan het ruimtebeslag per ton olie dan als volgt worden berekend:

- 50000 m² x 100 j = 5000000 m²*j
- 80.000 t/j x 100 j = 8000000 ton
- 5000000 m²*j : 8000000 ton = 0,63 m²*j per ton olie. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s betekent dit 0,0126 m²jr.

8.4 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verwerking van de oliefractie van o/w/s d.m.v. destillatie met natriumbehandeling bedraagt indicatief 140 Euro per ton, exclusief btw. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s (20 kg) betekent dit ongeveer 3 Euro.

8 Mededeling Opdenkamp adviesgroep (ir. A.E. Klein), 27 september 2001.

8.5 Transport

In het beschouwde afvalverwerkingalternatief vindt transport per as plaats van de oliefractie van o/w/s, gasolie, stookolie, residuen, natrium en paraffineolie. De gemiddelde belading van een vrachtauto met genoemde materiaalstromen bedraagt circa 16 ton voor alle transporten, m.u.v. paraffineolie waar uitgegaan wordt van 8 ton/vracht⁹.

Tabel 8.2; Overzicht te vervoeren materialen

MATERIAAL	(kg/ton)
Oliefractie o/w/s	20
Gasolie	0,85
Stookolie	14,11
Residu	2,04
Natrium	0,058
Paraffineolie	0,191

Er wordt uitgegaan van één verwerkingsinstallatie zodat op grond van tabel 4.1 de transportafstanden voor de aanvoer van de oliefractie worden bepaald op 150 km (heen en terug). Daar de meest concrete plannen echter betrekking hebben op decentrale ligging (Groningen) wordt echter uitgegaan van een afstand van 200 km (heen en terug).

Voor de bedrijfsmiddelen worden op een beperkt aantal plaatsen (<5) in Nederland geproduceerd, zodat voor het transport 75 km wordt aangehouden.

Voor gasolie en stookolie wordt uitgegaan van regionale afzet zodat hier transportafstanden van 35 km worden aangehouden. Voor het residu wordt, voor afvoer naar cementovens en gelet op de decentrale ligging van de meest waarschijnlijke locatie voor een verwerkingsinstallatie (Groningen) uitgegaan van 500 km.

De transportafstanden voor de oliefractie van 1 ton o/w/s zijn vermeld in tabel 8.3

Tabel 8.3; Transport

MATERIAAL	afstand (km)	(tkm)
Oliefractie o/w/s	200	4
Gasolie	35	0,033
Stookolie	35	0,49
Residu	500	1,02
Natrium	75	0,004
Paraffineolie	75	0,014

⁹ Dit deels gebaseerd op de beoogde opslagcapaciteit van rond volgens de aanvraag van North-Refinery (een paar kuub), maar is wat hoger genomen omdat voor de olie waar in dit MER mee gerekend wordt het halogeengehalte en dus ook het Natrium- en paraffineolieverbruik hoger zal liggen.

8.6 Energie

In de LCA vergelijking wordt rekening gehouden met:

- het energieverbruik van de verwerkingsinstallatie;
- het energieverbruik bij de verwijdering/nuttige toepassing van reststoffen;
- het vermeden energieverbruik door vervanging van primaire brandstoffen;
- het vermeden energieverbruik door vervanging van primaire grondstoffen.

Het energieverbruik van de verwerkingsinstallatie.

Volgens het MER voor North-Refinery is het energiegebruik voor de verwerkingsroute "atmosferische destillatie" 650 MJ aan warmte en 53 + 71 MJ elektrisch. Het warmteverbruik omvat hierbij de atmosferische destillatie, decentrifuge/decanter, de ontwatering van de zware fractie en de tweetrapsverdamper, terwijl en het genoemde elektriciteitsgebruik de atmosferische destillatie, de centrifuge/decanter, de ontwatering zware fractie, tweetrapsverdamper, en de verwerking van reststoffen in de PEC bevat. Het energieverbruik zonder de verwerking in de PEC is voor olie per ton 650 MJ thermisch en 71 MJ elektrisch¹⁰.

Naast het wegvallen van het energiegebruik voor de PEC-stap uit het MER van North-Refinery komt daar het energieverbruik voor de natriumbehandeling bij. Deze bedraagt 473 MJ thermisch en 81 MJ elektrisch¹¹ per ton olie.

Tabel 8.4; Energiegebruik voor de oliefractie van 1 ton o/w/s

PROCES	(MJ/ton)
Divers (1)	13 (th)
	1,42 (e)
Dehalogenatie	9,46 (th)
	1,62 (e)

1) atmosferische destillatie, centrifuge/decanter, ontwatering zware fractie en tweetrapsverdamper.

Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van reststoffen

De geproduceerde gasolie en stookolie kunnen als nuttig worden toegepast als brandstof op de commerciële markt. Gelet op de samenstelling deze producten kan worden gesteld dat sprake is van "gelijkwaardigheid" met de vervangen primaire brand- en grondstof. Voor de verdere toepassing is geen sprake van energieverbruik anders dan zou zijn opgetreden bij het gebruik van primaire brandstoffen.

De zware residu-fractie wordt ingezet als secundaire brandstof in de cementovens. Voor de nadere uitwerking hiervan wordt verwezen naar paragraaf 8.9.

10 Memo Ir. A.E. Klein, OpdenKamp Adviesgroep, d.d. 7 september 2001

11 De aanvraag van North-Refinery vermeldt alleen 23 Wth en 3 We, dus J/s in plaats van per ton olie. Navraag (A. Klein, Opdenkamp) heeft duidelijk gemaakt dat het getal voor warmte ten eerste te hoog is omdat abusievelijk is gedeeld door 60.000 ton per jaar (correct is dus 17,5) en dat deze getallen zijn gebaseerd op een totaal van 1,4 MWth en 0,24 MWe per jaar. Met 7500 uren per jaar en 80.000 ton/jaar geeft dit 473 MJth ($1,4 \cdot 7500 \cdot 3600 / 80000$) en 81 MJe ($0,24 \cdot 7500 \cdot 3600 / 80000$) per ton olie

Het vermeden energieverbruik door vervanging van primaire grondstoffen (brandstoffen)

De gasolie en stookolie kunnen worden toegepast als secundaire brandstof en vervangen hiermee de inzet van primaire brandstoffen. Op deze wijze wordt het energieverbruik voor productie en winningsprocessen van primaire brandstoffen vermeden. Dit vermeden energieverbruik wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen, waarbij wordt uitgegaan van een 1-op-1 vervanging van primaire brandstoffen door de verkregen productfracties. In tabel 8.5 is aangegeven hoeveel primaire brandstof wordt vermeden middels de fracties gasolie en stookolie

Tabel 8.5; Vermeden primaire brandstoffen per ton olie

VERMEDEN BRANDSTOF	(kg/ton)
gasolie	0,85
stookolie	14,11

Voor het vermeden energieverbruik van de verwerking van het residu in een cementoven wordt verwezen naar paragraaf 8.9.

8.7 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het bedrijfsmiddelenverbruik van de verwerkingsinrichting;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de nuttige toepassing van reststoffen (secundaire grondstoffen);
- het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Het bedrijfsmiddelenverbruik van de verwerkingsinrichting

Bij de verwerking van de oliefractie van o/w/s wordt Natrium en paraffineolie gebruikt voor de dehalogenatiestap. Het hoeveelheid Natrium is primair afhankelijk van het Chloor (1 mol Na per mol Cl) en het watergehalte (1 mol Na per mol H₂O) van de te verwerken afvalstof. De aanwezigheid van (organische) zuren in de afvalstroom kan leiden tot extra Natriumgebruik, maar hierover is geen gedetailleerde informatie beschikbaar. Het effect van eventuele zuren in de olie op het verbruik van bedrijfsmiddelen in dan ook een leemte in kennis.

Volgens de aanvraag van North-Refinery wordt gewerkt met een ondermaat aan Natrium om te zorgen dat alle Natrium reageert. Dit betekent dat met name niet alle halogenen worden geconsumeerd. In dit MER is hiermee rekening gehouden door uit te gaan van een restconcentratie aan halogenen in de gedehalogeneerde olie van 50 ppm¹² en de hoeveelheid Natrium te baseren op de restant van de halogenen en het aanwezige water.

Verder is relevant dat Natrium wordt toegevoegd als 30%-dispersie (m/m) in olie, waarmee per gram natrium tevens 3,3 g paraffineolie wordt gebruikt.

¹² Volgens de aanvraag van North-Refinery wordt in normaal bedrijf uitgegaan van nog iets lagere restconcentraties, namelijk van rond de 30 ppm. Hiermee zou het natriumgebruik nog een fractie hoger uitkomen dan hier is bekend.

Tabel 8.6; Verbruik bedrijfsmiddelen

MATERIAAL	Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s (in kg)
Natrium	0,058
paraffineolie	0,191
water (injectie)	0,8

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Bij de nuttige toepassing van de reststoffen worden geen bedrijfsmiddelen verbruikt.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In de vorige paragraaf is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen.

8.8 Emissies

In de LCA wordt rekening gehouden met:

- de emissies van de destillatie-inrichting;
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen;
- vermeden emissies.

De emissies van de destillatie-inrichting

Emissies naar bodem

Emissies naar bodem vinden normaliter niet plaats. Door de aanwezige bodembeschermende maatregelen en voorzieningen wordt de kans op bodemverontreiniging verwaarloosbaar klein geacht.

Emissies naar lucht

De emissies naar de lucht zoals deze staan vermeld in het MER van North-Refinery (tabel 13.11b) worden vrijwel geheel veroorzaakt door de verwerking van verkregen producten/residueen in de PEC¹³. Door het vervangen van deze bewerkingsstap door de natriumbehandeling komen deze emissies derhalve allen te vervallen. De enige emissie die niet wordt veroorzaakt door de PEC-stap maar de verschillende voorbehandelings- en destillatiestappen is de in het MER genoemde emissie van CxHy naar de lucht. Deze emissie bedraagt volgens het MER van North-Refinery 62 gram per ton verwerkte olie. Voor de verwerking van de oliefractie van 1 ton o/w/s betekent dit 1,24 gram.

Emissies naar water

Bij de verwerking van olie uit o/w/s wordt afvalwater geloosd. In tabel 8.7 zijn de emissies naar water weergegeven. Deze gegevens zijn rechtstreeks ontleend aan de tabellen in bijlage 1 (som van de kolommen 3 en 6).

Tabel 8.7: Emissie naar water

INGEEP	(mg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s)
Cl	3,91E+04
As	5,92E-02
Co	1,35E+00
Cr	4,62E+00
Cu	4,33E+00
Hg	4,00E-02
Ni	7,97E-01
Pb	5,39E+00
Se	2,12E-01
V	1,23E+00
Zn	2,25E+01
CZV	2,96E+04
BZV	1,94E+03
CxHy	1,67E+01
PAK	5,60E-03
PCB	3,80E-04
fenol	8,20E-03
BTEX	2,20E-02
EOCl	8,16E+00
OH	2,41E+04
Na	5,79E+04

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

De emissies zijn voor de inzet van commercieel afzetbare brandstoffen als gasolie en stookolie vergelijkbaar met de vermeden emissies van de vervangen primaire brandstoffen en blijven daarmee buiten beschouwing. Voor de emissies van de toepassing van het residu als brandstof in de cementovens wordt verwezen naar paragraaf 8.9.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. Reeds aangegeven is welke primaire grondstoffen worden vervangen.

8.9 Verwerking residu in cementoven

In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van het nuttig toepassen van de residu-fractie in de cementovens. In tabel 8.8 is ten eerste samengevat om welke residuen het gaat en wat de samenstelling daarvan is.

- De hoeveelheden metalen en andere componenten zijn totalen en gelden voor de oliefractie van 1 ton o/w/s. Het zijn dus geen hoeveelheden per ton of per kilo residu.
- De hoeveelheden verontreiniging zijn rechtstreeks overgenomen uit bijlage 1.
- Voor de calorische waarde van het residu is een aanname gedaan, namelijk 50% van de calorische waarde van de oorspronkelijke olie. Achtergrond hiervan is dat de residu fractie een relatief grote asrest kent (1 kg van de 2,04; zie hieronder) en derhalve een relatief groot aandeel van de inerte verontreinigingen in de olie zal bevatten.

- De in de tabel vermelde hoeveelheden vermeden brandstoffen zijn gebaseerd op een calorische waarde. Het residu vervangt immers brandstoffen die anders de energie voor het cementproductieproces zouden leveren. Evenals in hoofdstuk 6 is uitgegaan van vervanging van kolen met een calorische waarde van 17 GJ/ton en stookolie met een calorische waarde van 40,6 GJ/ton. Dit laatste wordt alleen gedaan in het kader van de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie".

Tabel 8.8: Te verwerken residu voor de oliefractie van 1 ton o/w/s

	normaal
hoeveelheid	2040 g
calorische waarde (1)	41,4 MJ
vervangen kolen (kg)	2430 g
vervangen olie (kg) (2)	1020 g
SAMENSTELLING	(mg voor de oliefractie van 1 ton o/w/s)
Cl	102
S	0
As	28,999333
Co	659,98482
Cr	2259,94802
Cu	2119,95124
Hg	0,011999724
Ni	389,99103
Pb	2639,93928
Se	103,997608
V	599,9862
Zn	10999,747

(1) uitgegaan van 50% van de waarde van de oorspronkelijke olie

(2) alleen voor de gevoeligheidsanalyse "vervanging stookolie"

Transport

Het transport van het residu naar cementovens is reeds in rekening gebracht in paragraaf 8.3 (zie tabel 8.3). Net als in hoofdstuk 6 wordt hier voor de vermeden brandstoffen uitgegaan van een afstand van 200 km op basis van het transport van een havenlocatie tot aan de cementoven. Met de in tabel 8.8 vermelde hoeveelheden komen we hiermee op de in tabel 8.9 vermelde vermeden transporten.

Tabel 8.9; Vermeden transport

MATERIAAL	afstand (km)	(tkm)
kolen	200	0,486
stookolie	200	0,204

Ruimtebeslag

Het in rekening brengen van extra ruimtebeslag wordt achterwege gelaten. Voor de motivering wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

Energiegebruik / vermeden energieverbruik

Door de vervanging van kolen door olie verandert in principe het voorbereidingproces, en dus ook de bijbehorende energie. Veel cementovens, met name in België, gebruiken echter kolengruis en fijn kolenmengsel zodat het verkleinen van de kolen i.h.a. niet aan de orde is. In hoeverre het energiegebruik van het vermengen van grondstoffen met kolengruis afwijkt van het vermengen van grondstoffen met olie is niet bekend (leemte in kennis).

Het vermeden energieverbruik bij de winning van deze hoeveelheid primaire brandstof wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. Het betrekken bij de LCA-berekeningen vindt plaats door in rekening brengen van de uitsparing van deze brandstoffen als bedrijfsmiddel via de database van SimaPro (zie hieronder).

Bedrijfsmiddelen; brandstoffen en kalksteenmeel/mergel

Zoals hierboven aangegeven wordt er de vervanging van brandstoffen dat toegerekend op basis van de calorische waarde, hetgeen resulteert in de in tabel 8.8 vermeden hoeveelheden. Ook op de effecten m.b.t. transport is hiervoor al ingegaan.

Uitgaande van een asrest van 5% voor de oliefractie, en aannemende dat de asrest primair in het residu belandt, bestaat de 2,04 kg residu uit ongeveer 1 kg asrest. De verwerking van het residu in een cementoven resulteert dus in een vaste rest en levert dus een fysieke bijdrage aan de vorming van cement. Teneinde de te vergelijken systeem ook daadwerkelijk vergelijkbaar te maken (en dus even veel cement te laten produceren) betekent het verstoken van het residu in een cementoven dat ongeveer 1 kg minder aan primaire grondstoffen - in dit MER is gekozen om te rekenen met de toevoeging van mergel/kalksteenmeel - moet worden toegevoegd. Echter, door de vermeden inzet van kolen wordt ook een bijdrage aan de cementvorming vermeden want 2,43 kg hoogzwavelig kolen dragen op grond van de asrest (0,4 ton per ton) ook bij aan de vorming van cement, namelijk 0,97 kg. Netto wordt derhalve niet of nauwelijks een andere hoeveelheid cement geproduceerd bij de vervanging van kolen door het residu. In de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" is wel sprake van uitsparing van 1 kg kalksteenmeel. Tenslotte wordt opgemerkt dat er vanuit is gegaan dat mergel/kalksteenmeel i.h.a. in de onmiddellijke omgeving van cementovens wordt gewonnen zodat kan worden volstaan met het in rekening brengen van dit bedrijfsmiddel zelf en dit niet leidt tot extra transport.

Emissies

Emissies naar bodem

De inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar water

Bij de productie van cementklinker komt geen afvalwaterstroom vrij. De inrichting loost dus geen procesafvalwater op riool of oppervlaktewater.

Emissies naar lucht

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 6.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden voor de verwerking van het residu in hoeveelheid en samenstelling van tabel 8.8 is en procesgebonden emissies naar lucht voor de oliefractie van 1 ton o/w/s zijn weergegeven in tabel 8.11 resp. 8.12.

Tabel 8.11; Berekenende componentgebonden emissies naar lucht bij verwerking

comp	emissie naar lucht (mg/ton)
As	0,01
Co	0,33
Cr	1,13
Cu	1,06
Hg	0,00
Ni	0,19
Pb	1,32
Se	0,05
V	0,30
Zn	5,50
Cl	0,61
SO ₂	0,00
CO ₂	3509600 (1)

1) Gebaseerd op in kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996)

Tabel 8.12; Procesgebonden emissies naar lucht

comp	emissie naar lucht (g/ton)
NOx	19,68
CO	6,15
CxHy	1,64
Dioxines	1,23E-09
fijn stof	0,123

Emissies bij verwerking reststoffen

Bij het verwerken van het residu in de cementoven ontstaan geen vaste reststoffen.

Emissies bij gebruik cement

Naast emissies van de cementoven zou in theorie sprake kunnen zijn van emissies vanuit de cement naar de bodem wanneer deze cement wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloging gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten. Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloging worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als niet relevant beschouwd. In de normale beschrijving wordt dan ook uitgegaan van "geen uitloging". Dit wordt nog eens ondersteund door het gegeven dat met het gebruik van de oliefractie van o/w/s als brandstof tevens primaire brandstoffen worden vermeden en daarmee ook de bijdrage van die primaire brandstoffen aan de uitloging.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse zal wel met een zekere bodembelasting worden gerekend gebaseerd op, de balans van tabel 6.1 en de proceskaart in achtergronddocument A1 bij MER-LAP. Een en ander is uitgewerkt in onderstaande tabel (tabel 8.13).

Tabel 8.13; Emissies naar de bodem t.b.v. gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

comp.	deel naar cement in mg/ton (1)	fractie die uitloopt in procenten (2)	emissie naar bodem (mg/ton)
As	28,98	0,05	0,014
Co	659,65	0,05	0,330
Cr	2258,82	0,05	1,129
Cu	2118,89	0,05	1,059
Hg	0,01	1,1	0,000
Ni	389,80	0,05	0,195
Pb	2638,62	0,05	1,319
Se	103,95	0,05	0,052
V	599,69	0,05	0,300
Zn	10994,25	0,05	5,497
Cl	101,40	0,05	0,051
S (³)	0,00	0,05	0,000

(1) Berekend via een combinatie van tabel 8.8 en 6.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

Vermeden componentgebonden emissies (excl. CO₂) naar de lucht

Door het vermijden van te verstoken primaire brandstoffen worden tevens emissies naar de lucht vermeden. In de "normale" uitwerking betreft het de emissie die horen bij de uitsparing van 5,42 kg kolen en in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" de emissies die horen bij het verbranden van 2,27 kg stookolie. Beide situaties zijn uitgewerkt in tabel 8.14 met als kanttekeningen dat

- voor de samenstelling van de vermeden brandstoffen is aangesloten bij (TNO, 1996).
- voor de berekening van de bijbehorende emissies gebruik is gemaakt van dezelfde balansen als waarmee de emissies die horen bij de o/w/s-oliefractie zijn berekend (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP)
- dat de samenstellingsgegevens van de vermeden brandstoffen meer componenten omvatten dan de data waar we voor de oliefractie van o/w/s over beschikken (vergelijk tabel 8.8).

Tabel 8.14; Vermeden componentgebonden emissies naar de lucht

MATERIAAL	Normaal kg/ton	gevoeligheidsanalyse uitsparing stookolie
kolen	2,43	0
stookolie	0	1,02
Ag	0	0,000
As	0,00	0,000
Ba	0,39	0,000
Cd	0,01	0,000
Co	0,05	0,001
Cr	0,07	0,000
Cu	0,06	0,001
Hg	0,12	0,000
Mn	1,03	0,000
Mo	0,00	0,000
Ni	0,11	0,015
Pb	0,08	0,005
Sb	0,02	0,000
Se	0,01	0,000
Sn	0,02	0,000
Sr	0,27	0,000
V	0,48	0,031
W	0,00	0,000
Zn	0,32	0,002
Cl	27,70	0,551
F	2,26	0,092
SO2	8975,45	2049

vermeden emissie van CO₂

De CO₂-emissie is berekend op basis van de energie-input en de aanname van een emissie van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996).

Tabel 8.15; vermeden emissie van CO₂

component	emissie naar lucht (mg/ton)
CO ₂	3509600 (1)

1) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996)

Vermeden procesgebonden emissies

Wat de procesgebonden emissies betreft, is evenals in voorgaande LCA-studies, aangenomen dat zij niet verschillen voor 1 MJ in de cementoven gebrachte kolen of afval. Dit betekent dat in beide situaties de omvang van de vermeden procesgebonden emissies overeen komen met die van de olie zelf (zie tabel 8.16).

Tabel 8.16; Vermeden procesgebonden emissies naar lucht

component	emissie naar lucht (g/ton)
NOx	19,68
CO	6,15
CxHy	1,64
Dioxines	1,23E-09
fijn stof	0,123

8.10 Leemten in kennis

Onbekend is in hoeverre (organische) zuren in de olie aanwezig zijn en of dit leidt tot een substantieel extra Na-verbruik. In dit MER is dit bij gebrek aan kennis buiten beschouwing gelaten.

9. SLIB-1; VERBRANDEN IN EEN DRAAITROMMELOVEN

9.1 Procesbeschrijving

A. Transport

De slibfractie van o/w/s-mengsels wordt per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht) naar de verwerker getransporteerd.

B. Opslag afval

Ten behoeve van de opslag van gevaarlijk afval beschikt AVR Chemie over een tankpark, een vatenopslagplaats en bunkers.

C. Verbranden in DTO

AVR Chemie beschikt over 2 draaitrommelovens (DTO-8 en DTO-9) met een gezamenlijke verwerkingscapaciteit voor circa 100.000 ton afval per jaar. Het oliehoudende afval wordt met diverse andere (hoog- en laagcalorische) afvalstromen aan de oven toegevoerd. Daarbij hanteert AVR de volgende richtreceptuur:

- 17% verpakt afval (lijmen, harsen, katten, laboratoriumafval e.d.);
- 24% steekvast afval in bulk (filterkoek, niet reinigbare grond e.d.);
- 20% hoogcalorische vloeistof (olie, oplosmiddelenafval e.d.);
- 24% laagcalorische vloeistof (zuren, alkalisch afval e.d.);
- 15% sludge (bijvoorbeeld destillatieresidu).

De DTO bestaat uit een lichthellend opgestelde cilindervormige kamer met een doorsnede van 4,4 meter (inwendig), die met een snelheid van 5-15 omwentelingen/uur om zijn as draait. Het te verbranden afval en de verbrandingslucht worden aan dezelfde kant van de oven gedoseerd (gelijkstroomprincipe). Achter de DTO bevindt zich een naverbrandingskamer. Ook daar worden vloeibare afvalstoffen ingebracht en verbrand. De verbrandingsgassen blijven gedurende minstens 2 seconden op een temperatuur van 1000-1200 °C. Bij afkoeling van de rookgassen vindt zoveel mogelijk energierugwinning plaats door productie van stoom. De stoom wordt geleverd aan de AVI-Rijnmond, waar de stoom wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en gedestilleerd water.

D. Transport en verwerking van slakken

Bij het verbrandingsproces ontstaan slakken die worden gestort. In de LCA eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de slakken.

E. Rookgasreiniging

De bij de verbranding vrijkomende rookgassen worden gereinigd. De rookgasreiniging bestaat uit:

- een elektrostatisch filter voor het verwijderen van stof (vliegast);
- een natte rookgasreiniging met een tweetal stappen:
 - de zure wassectie voor het verwijderen van zoutzuur, fluor en zware metalen; en
 - een basische wassectie voor het verwijderen van SO₂.
- een actief koolfilter voor de verwijdering van restanten kwik, dioxinen, zoutzuur en zwavel-dioxide.

Het vrijkomende waswater wordt afgevoerd naar een eigen afvalwaterzuiveringsinstallatie.

F. Productie en transport van bedrijfsmiddelen rookgasreiniging

De bedrijfsmiddelen voor de rookgasreiniging worden per vrachtwagen aangevoerd. De productie van de bedrijfsmiddelen wordt eveneens in de LCA-vergelijking meegenomen.

G. Transport en verwerking van vliegias

Bij het verbrandingsproces ontstaat vliegias, dat in de rookgasreiniging wordt afgevangen. Het vliegias wordt geïmmobiliseerd en vervolgens gestort. In de LCA wordt eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de vliegias.

H. Zuivering afvalwater vrijkomend bij natte rookgasreiniging

De afvalwaterzuivering van AVR betreft een chemisch-fysische zuivering bestaande uit precipitatie-, coagulatie-, flocculatie-, sedimentatie- en zand- en koolfiltratieprocessen. Het afgescheiden slib wordt ontwaterd met behulp van een kamerfilterpers. Het filtraat wordt teruggevoerd naar de inlaat van de zuiveringsinstallatie. Het gezuiverde water wordt geloosd op oppervlaktewater.

I. Productie en transport bedrijfsmiddelen afvalwaterzuivering

De bedrijfsmiddelen voor de afvalwaterzuivering worden per vrachtwagen aangevoerd. De productie van de bedrijfsmiddelen wordt eveneens in de LCA-vergelijking meegenomen.

J. Transport en verwerking van filterkoek

De filterkoek uit de afvalwaterzuivering wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van verwerking. De filterkoek uit de afvalwaterzuivering is C2-afval en wordt na immobilisatie gestort. In de LCA wordt eveneens aandacht geschonken aan de emissies (uitloging) bij het storten van de filterkoek.

K. Transport en verwerking van beladen actiefkool

Verontreinigd (beladen) actiefkool wordt verbrand in DTO-9, waarbij de dioxinen en furanen volledig worden vernietigd. Het vrijkomende rookgas wordt teruggevoerd naar de oven en doorloopt de rookgasreinigingslijn opnieuw. Er vindt derhalve geen afvoer plaats van verontreinigd actief kool, waardoor hiervoor geen transport nodig is.

9.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval in een DTO resulteert in diverse reststoffen (vliegias, slakken en filterkoek). Hierbij wordt opgemerkt dat het beladen actief kool wat ontstaat wordt (grotendeels) verbrand. Er worden geen nuttig toepasbare vaste reststoffen geproduceerd. Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 9.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over de diverse productstromen. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Tabel 9.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de DTO

	lucht (%)	Water (%)	Slak (%)	Vliegas (%)	RgRR (%)
As	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Ba	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cd	0,75	2,1	25	67,5	4,65
Co	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cr	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cu	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Hg	3	2	0	5	90
Mn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Mo	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Ni	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Pb	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sb	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Se	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Sr	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
V	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Zn	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cl	0,03	69,97	5	25	0
F	0,11	0	10	35	54,89
S	0,45	58,95	10	30	0,6

Voor de verdeling van de asrest van een afvalstroom over de verschillende restfracties is bij de DTO in dit MER uitgegaan van een verdeling van op basis van droge stof van 80% naar de slak en 20% naar de vliegas. Dit betekent voor slib met een asrest van 32% een hoeveelheid van 256 kg slakken en 64 kg vliegas per ton olie. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel (300 kg) betekent dit dat 76,8 kg slakken en 19,2 kg vliegas ontstaan. Voor de hoeveelheid filterkoek die uit 1 ton olie wordt gevormd wordt uitgegaan van de vorming van 20 kg residu per ton (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). Per ton o/w/s-mengsel (300 kg slibfractie) betekent dit 6 kg residu.

Tabel 9.2; Overzicht reststoffen

Reststof	Hoeveelheid in kg/ton
Slakken	76,8
Vliegas	19,2
Filterkoek (40% d.s.)	6

Uitgaande van immobilisatie en storten betekent dit een hoeveelheid te storten afval van respectievelijk 76,8 kg slak (1000 kg per ton bodemas, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP), 22,56 kg vliegas (1175 kg per ton vliegas, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) en 6,6 kg residu (1100 kg per ton rgr, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) per ton o/w/s-mengsel.

Ruimtebeslag

De oppervlakte van de DTO-verbrandingsinrichting inclusief rookgasreiniging en afvalwaterzuivering bedraagt circa 40.000 m². De totale verwerkingscapaciteit bedraagt circa 100.000 t/j, waarvan circa 20% hoogcalorisch afval, zoals olie. Uitgaande van een periode van 100 jaar kan het ruimtebeslag per ton afval als volgt worden berekend:

- 40.000 m² x 100 j = 4 miljoen m²*j
- 0,20 x 4 miljoen m²*j = 0,8 miljoen m²*j
- 0,20 x 100.000 t/j x 100 j = 2 miljoen ton
- 0,8 miljoen m²*j : 2 miljoen ton = 0,4 m²*j per ton afval.

Per ton o/w/s-mengsel (300 kg slibfractie) betekent dit 0,12 m²*jr.

Verder dient rekening te worden gehouden met het ruimtebeslag van het storten van de vaste reststoffen (slakken en te immobiliseren filterkoek en vliegias). Voor het ruimtebeslag wordt verwezen naar de proceskaarten voor DTO-rookgasreinigingsresidu, DTO-bodemas, DTO-vliegias die zijn opgenomen in achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

- Voor het storten van de slakken als C3-afvalstof is een ruimtebeslag van 8 m²jaar per ton slakken nodig. Dit betekent in dit geval een ruimtebeslag van 0,614 m²*jr.
- Voor de verwerkingsoptie koude immobilisatie met cement en storten als C3-afval van rookgasreinigingsresidu (filterkoek) is een ruimtebeslag voor de installatie van 7,31 m²*jaar per ton filterkoek. In dit geval betekent dit 0,044 m²*jr.
- Voor het immobiliseren en het vervolgens storten van vliegias is het ruimtebeslag totaal 7,8 m²*jr per ton. Dit betekent in dit geval 0,150 m²*jr.

Het totale ruimtebeslag voor het bergen van de reststoffen komt hiermee op 0,808 m²*jr.

9.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verbranding van de slibfractie van het o/w/s-mengsel in een DTO bedraagt, afhankelijk van het gehalte aan halogenen en zwavel, indicatief 140 Euro per ton, exclusief btw. Voor de slibfractie van 1 ton o/w/s (300 kg) betekent dit 42 Euro.

9.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van de oliefractie, van hulpstoffen voor de rookgasreiniging en voor de afvalwaterzuivering, en van reststoffen van de DTO (zie tabel 9.3).

Tabel 9.3; Hoeveelheden producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen

MATERIAAL	normaal (kg/ton)
O/w/s-oliefractie	300
DTO-slak	76,8
DTO-vliegas	19,2
Rookgasreinigingsresidu	6
Kalk (1)	1,12
NaOH (20%) (1)	0,55
Overige bedrijfsmiddelen (2)	6,27
Cement (3)	2,42

(1) Zie paragraaf 9.6

(2) Dit is de som van de bedrijfsmiddelen ammoniak (tabel 5.6), Zoutzuur 20%, Natriumbisulfiet, Natrium-sulfide 13%, Poly-elektrolyt, Osmo Treatment 35 en actief kool uit tabel 9.7

(3) Ten behoeve van de immobilisatie van de filterkoek en vliegas (zie paragraaf 9.6)

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport, worden berekend m.b.v. de proceskaarten in de SimaPro-database. Daarbij wordt uitgegaan van de in tabel 5.4 vermelde transportafstanden (totaal km heen en terug). Tevens zijn per vracht de tonkilometers (tkm) weergegeven op basis van 1 ton o/w/s (300 kg slibfractie).

AVR Chemie is de enige in Nederland die DTO's exploiteert, zodat de transportafstand voor de oliefractie op grond van tabel 4.1 voor deze afvalstroom 150 km bedraagt. Hierbij wordt opgemerkt dat het grootste gedeelte van de oliefractie in de omgeving van Rotterdam vrijkomt waardoor de transportafstand kleiner zou zijn. Aangezien het echter moeilijk is om aan te geven hoe groot de transportafstand dan zou moeten zijn wordt gerekend met een transportafstand van 150 km (worst case).

Voor kalk is uitgegaan van aanvoer per binnenvaartschip over een afstand van 600 km, aangevuld met 50 km wegtransport. Voor de overige bedrijfsmiddelen, met name chemicaliën voor de waterzuivering is als gemiddelde uitgegaan van 75 km. Voor het benodigde cement wordt uitgegaan van een afstand van 300 km (heen en terug). Voor het transport van de oliefractie wordt uitgegaan van 16 ton/vracht en voor alle andere chemicaliën en rookgasreinigingsresidu van 10 ton/vracht en voor cement van 30 ton/vracht. Voor de aanvoer van kalk is, naast aanvoer per schip, voor de aanvullende aanvoer per as gerekend met 10 ton/vracht.

Tabel 9.4; Transport

MATERIAAL	TRANSPORT	
	Afstand (km)	tkm
o/w/s-oliefractie	150	45
Kalk (schip)	600	0,671
(as)	50	0,056
NaOH (20%)	75	0,041
Rookgasreinigingsresidu	50	0,3
DTO-vliegas	50	0,96
DTO-slak	50	3,84
Cement	300	0,726
Overige bedrijfsmiddelen (1)	75	0,022

(1) Dit is de som van de bedrijfsmiddelen ammoniak Zoutzuur 20%, Natriumbisulfiet, Natriumsulfide 13%, Poly-elektrolyt, Osmo Treatment 35 en actief kool uit tabel 9.6 en 9.7

Indien een nog uit voeren zwaartepuntanalyse daartoe aanleiding geeft, dient in een separate gevoeligheidsanalyse te worden gerekend met transportafstanden van + of - 50%.

9.5 Energie

Er wordt rekening gehouden met:

- het energieverbruik van de DTO;
- de energieproductie van de DTO;
- het energieverbruik bij zuivering van afvalwater;
- het energieverbruik bij het verwerken van de reststoffen;
- het vermeden energieverbruik.

Energieverbruik DTO

De draaitrommelovens van AVR, inclusief rookgasreiniging, koelen van slakken en afvalwaterzuivering, verbruiken energie, te weten:

Tabel 9.5; energieverbruik DTO (AVR, 1999)

Energie	totaal verbruik 2 DTO's	verbruik per ton afval	verbruik per ton o/w/s-slib (300 kg oliefractie)
Elektriciteit	20,8 miljoen kWh	219,4 kWh	65,8 kWh
Olie	2168 ton	22,87 kg	6,86 kg

Energieproductie DTO

De bij de afvalverbranding vrijkomende warmte wordt benut voor de productie van stoom. In 1999 is door de twee DTO's gezamenlijk 320.838 ton hoge-druk stoom geproduceerd. De twee DTO's hebben 1999 gezamenlijk 94789 ton afval verwerkt waarmee dit dus neerkomt op circa 3,38 ton stoom per ton verwerkt afval. Deze stoom wordt aan een turbine geleverd die het omzet in energie. Het totale stoomaanbod aan de E-centrale van de AVR (stoom DTO's en roosterovens) was in 1999 3,29 miljoen ton. Met deze hoeveelheid is totaal 597.729 MWh aan elektriciteit geproduceerd, waarvan 167.012 MWh intern is gebruikt, zodat 430.717 MWh aan het openbare net is geleverd.

Het aandeel van de DTO's in de productie van elektriciteit bedraagt $(320.838/3.290.000) * 430.717 = 42.003$ MWh/jaar oftewel 0,443 MWh per ton verwerkt afval.

Deze elektriciteitsproductie is gerealiseerd bij een gemiddelde stookwaarde van het afval van circa 15 MJ/kg. De stookwaarde van de slibfractie is 10,2 MJ/kg, zodat per ton o/w/s-mengsel een elektriciteitsproductie van $(10,2/15) \times 0,443 \text{ MWh} \times 0,3 \text{ ton} = 0,09 \text{ MWh}$ wordt aangehouden.

De stoom wordt op een laag drukniveau afgetapt uit de stoomturbine, hetgeen gepaard gaat met een beperkte vermindering van de elektriciteitsproductie. Dit betekent dus dat deze stoom voor een deel wordt gebruikt voor energieproductie omdat deze stoom op een laag drukniveau wordt afgetapt. Voor een deel wordt deze stoom dus nog gebruikt voor de waterfabriek voor de productie van gedestilleerd water. Volgens het jaarverslag van AVR is door de AVI's en DTO's samen in 1999 een hoeveelheid van 5,9 miljoen m³ gedestilleerd water geproduceerd. Er vanuit gaande dat de toerekening aan AVI's en DTO's ook hier op basis van de bijdrage aan de stroomproductie kan geschieden betekent dit voor de DTO's een productie van $5.900.000 \times 320.838 / 3.290.000 = 575.363 \text{ m}^3/\text{jaar}$. Zoals al eerder gesteld hebben de twee DTO's in 1999 gezamenlijk 94789 ton afval verwerkt. Per ton afval is derhalve 6,1 m³ gedestilleerd water geproduceerd. Ook hier geldt weer dat dit is geproduceerd door de verwerking van afval met een gemiddelde stookwaarde van het afval van circa 15 MJ/kg. De stookwaarde van de slibfractie is 10,2 MJ/kg zodat per ton o/w/s-mengsel een productie van $(10,2/15) \times 6,1 \times 0,3 = 1,24 \text{ m}^3$ gedestilleerd water wordt aangehouden.

Bovenstaande hoeveelheid energie die met de E-centrale wordt opgewekt hoeft dus niet m.b.v. primaire (fossiele) brandstoffen te worden geproduceerd. De vermeden milieu-ingrepen bij de winning, het transport en het gebruik van de primaire brandstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. De omvang wordt bepaald met de database van SimaPro. Ook het geproduceerde gedestilleerd water wordt als nevenproduct in rekening gebracht via de database van SimaPro.

Energieverbruik bij verwerking reststoffen

De geproduceerde reststoffen worden gestort. Voor het energiegebruik voor het storten van slakken en het immobiliseren en storten van vliegas en filterkoek wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

- Voor het storten van slakken is 60 MJ elektriciteit nodig per ton slakken. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel betekent dit een elektriciteitsverbruik van 4,61 MJ.
- Voor het immobiliseren en het storten van filterkoek is 90,8 MJ (66 MJ en 6,9 kWh) elektriciteit nodig per ton. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel is dit 0,545 MJ elektriciteit.
- Voor het immobiliseren en storten van vliegas is 86,5 MJ (71 MJ en 4,3 kWh) elektriciteit nodig per ton. Voor de oliefractie van 1 ton o/w/s-mengsel is dit 1,66 MJ elektriciteit.

9.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het bedrijfsmiddelenverbruik van de DTO, inclusief rookgasreiniging;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de zuivering van afvalwater;
- het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwerking van reststoffen;
- het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik.

Verbruik DTO

De toe te rekenen hoeveelheid natronloog en kalk hangt af van het halogeen- en zwavelgehalte van de afvalstof. Voor de wijze van berekenen wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP. Voor zowel de normale situatie als voor de gevoeligheidsanalyse is het resultaat weergegeven in tabel 9.6.

De hoeveelheid actief kool wordt is afhankelijk van de hoeveelheid kwik in de afvalstroom, alsmede van de afvang van SO₂ in DTO-8 (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). Bij gebrek aan informatie m.b.t. de exacte relatie tussen de zwavelvracht van een afvalstof en het bijbehorende gebruik aan actief kool (leemte) wordt in MER-LAP gerekend met het gemiddelde van 19,3 kg per ton afval. Voor 300 kg slib per ton o/w/s komt dit neer op 5790 gram actief kool.

Uit (AVR, 1999) is afgeleid dat het verbruik aan ammoniak voor de DTO's neerkomt op ongeveer 0,6 kg ton verwerkt afval. Voor de o/w/s (300 kg slib per ton) komt dit neer op een verbruik van 180 g per ton o/w/s.

Tabel 9.6; Bedrijfsmiddelen rookgasreiniging

MATERIAAL	Hoeveelheid (g/ton)
kalk	1118
natronloog (20%)	549
actief kool	5790
ammoniak	180

Verbruik afvalwaterzuivering

Het verbruik aan bedrijfsmiddelen van de afvalwaterbehandelingsinstallatie is ontleend aan (AVR, 1999) en weergegeven in tabel 9.7. Het verbruik aan bedrijfsmiddelen in de waterzuivering is gericht op neutralisatie van zure stromen en de verwijdering van zware metalen en zwavelhoudende stoffen. Bij gebrek aan exacte informatie omtrent de wijze van toerekenen aan de verschillende afvalstromen is voor de o/w/s (300 kg slib per ton) het gemiddelde verbruik per ton afval gehanteerd.

Tabel 9.7. Bedrijfsmiddelen afvalwaterbehandelingsinstallatie.

BEDRIJFSMIDDEL	VERBRUIK PER TON AFVAL	VERBRUIK PER TON O/W/S (300 KG SLIBFRACTIE)
Zoutzuur 20%	0,52 kg	156 g
Natriumbisulfiet	0,06 kg	18 g
Natriumsulfide 13%	0,37 kg	111 g
Poly-elektrolyt	0,01 kg	3 g
Osmo Treatment 35	0,03 kg	9 g

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegias en filterkoek worden gestort. Onder verwijzing naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP wordt voor de verwerking van dit residu per ton uitgegaan voor het immobiliseren van de filterkoek van 100 kg cement per ton filterkoek en voor het immobiliseren van vliegias van 95 kg cement nodig per ton vliegias. Dit betekent dat voor de oliefractie van o/w/s-mengsel $0,006 \cdot 100 + 0,0192 \cdot 95 = 2,42$ kg cement nodig is per ton o/w/s.

Vermeden verbruik

Er wordt energie geproduceerd uit de slibfractie van o/w/s-mengsel (zie paragraaf 9.6), zodat bedrijfsmiddelenverbruik bij de winning van primaire (fossiele) brandstof wordt vermeden. Dit vermeden verbruik wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

9.7 Emissies

Er moet rekening worden gehouden met:

- de emissies van de DTO;
- de emissies bij het zuiveren van afvalwater;
- de emissies bij de verwerking van reststoffen;
- de vermeden emissies.

Emissies DTO

Emissies naar bodem

De verbrandingsinrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar lucht

Bij de emissies naar lucht en water kan onderscheid worden gemaakt in

1. componentgebonden emissies; deze hangen af van de samenstelling van het afval en ook de emissie van CO₂ kan hiertoe gerekend worden
2. procesgebonden emissies; deze emissies zijn in principe niet direct afhankelijk van de samenstelling van het te verbranden afval, maar indirect wel van de calorische waarde daar van. Zij hangen echter primair af van het proces als zodanig en de toegepaste rookgasreiniging. Voorbeelden van procesgebonden emissies zijn CO, NO_x, C_xH_y en dioxinen.

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 9.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht voor de slibfractie van 1 ton o/w/s zijn weergegeven in tabel 9.7 resp. 9.8.

Tabel 9.7; Berekende componentgebonden emissies naar lucht

Comp.	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	Deel (%) dat in de gereinigde rookgassen komt	Emissie naar lucht (mg/ton)
As	5,4	0,07	3,78
Cd	0,36	0,75	2,70
Co	0,44	0,07	0,31
Cr	18,3	0,07	12,81
Cu	67,8	0,07	47,46
Hg	0,93	3	27,90
Mn	5,94	0,07	4,16
Ni	15,3	0,07	10,71
Pb	54,3	0,07	38,01
Sb	0,006	0,07	0,004
Se	0,018	0,07	0,013
Sn	2,73	0,07	1,91
V	21,9	0,07	15,33
Zn	287,7	0,07	201,4
Cl	1260	0,03	378
F	180	0,11	198
S	3660	0,45	32940 (1)
CO ₂			2,62*E8

1) In SO₂

2) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000)

Tabel 9.8; Procesgebonden emissies naar lucht

component	emissie in kg per GJ input	Voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel (10,2 GJ/ton) in kg/ton
NOx	0,12	0,367
CO	0,012	0,037
CxHy	0,003	0,009
Dioxines	3E-11	9,2E-11
fijn stof	0,0018	0,0059

Emissies naar water

De reeds genoemde balansen die in het kader van dit MER zijn opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 9.1. zijn gebaseerd op een natte rookgasreiniging en een emissie naar water. De op basis van deze massabalansen berekende emissies naar water voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel zijn weergegeven in tabel 9.9.

Tabel 9.9 emissies naar water

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	deel (%) dat in de gereinigde water komt	Emissie naar water (mg/ton)
As	5,4	0,06	3,24
Cd	0,36	2,1	7,56
Co	0,44	0,06	0,26
Cr	18,3	0,06	10,98
Cu	67,8	0,06	40,68
Hg	0,93	2	18,60
Mn	5,94	0,06	3,56
Ni	15,3	0,06	9,18
Pb	54,3	0,06	32,58
Sb	0,006	0,06	0,004
Se	0,018	0,06	0,011
Sn	2,73	0,06	1,64
V	21,9	0,06	13,14
Zn	287,7	0,06	172,6
Cl	1260	69,97	881622
F	180	0	0
S	3660	58,95	6472710 (1)

1) Als sulfaat

Emissies bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegias en filterkoek van de DTO worden gestort. De slibfractie van o/w/s-mengsel levert een bijdrage aan de verontreiniging van de in de DTO gevormde reststoffen waardoor ook een deel van de verdere verwerking toegerekend wordt. Het deel van de in de slibfractie aanwezige componenten dat terecht komt in slak, vliegias en filterkoek volgt uit de massabalansen op componentenniveau (zie tabel 9.1). Op basis hiervan is de emissie bij de verwerking van deze reststoffen te vertalen naar de slibfractie van o/w/s-mengsel, waarbij emissies als transport en dergelijke niet aan de slibfractie van o/w/s toegerekend kunnen worden (deze afvalstroom draagt qua volume niet of nauwelijks bij aan de vorming ervan) maar uitloging wel

Gebruik makend van de samenstelling van tabel 2.2, de balansen van tabel 9.1 en de proceskaarten van achtergronddocument A1 bij MER-LAP betekent dit voor de slib van 1 ton o/w/s-mengsel het volgende (zie tabel 9.10 t/m 9.12).

Tabel 9.10; Emissie naar de bodem voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-slak

comp	Input oliefractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar slak in procent	deel naar slak in g/ton (1)	Fractie die uitloopt in procent (2)	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	5,4	70,87	3,83	0,05	1,92
Cd	0,36	25	0,09	0,05	0,045
Co	0,44	70,87	0,31	0,05	0,155
Cr	18,3	70,87	12,97	1,35	175,1
Cu	67,8	70,87	48,05	0,05	24,0
Hg	0,93	0	0	0,05	0
Mn	5,94	70,87	4,21	0,05	2,11
Ni	15,3	70,87	10,84	0,25	27,1
Pb	54,3	70,87	38,48	0,05	19,2
Sb	0,006	70,87	0,004	0,20	0,008
Se	0,018	70,87	0,013	0,05	0,007
Sn	2,73	70,87	1,93	0,05	0,97
V	21,9	70,87	15,52	0,05	7,76
Zn	287,7	70,87	203,9	0,05	102
Cl	1260	5	63,0	28	17640
F	180	10	18,0	0,05	9
S	3660	10	366	3,35	12261 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 9.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als SO₄

Tabel 9.11; Emissie naar de bodem voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-vliegias

comp	Input slibfractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar vliegias in procent	Deel naar vliegias in g/ton (1)	Fractie die uitlooft in procent (2)	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	5,4	28,35	1,53	0,1	1,53
Cd	0,36	67,5	0,24	0,1	0,24
Co	0,44	28,35	0,12	0,1	0,12
Cr	18,3	28,35	5,19	0,1	5,19
Cu	67,8	28,35	19,2	0,1	19,2
Hg	0,93	5	0,047	0,1	0,047
Mn	5,94	28,35	1,68	0,1	1,68
Ni	15,3	28,35	4,34	0,1	4,34
Pb	54,3	28,35	15,39	0,1	15,39
Sb	0,006	28,35	0,002	0,1	0,002
Se	0,018	28,35	0,005	0,1	0,005
Sn	2,73	28,35	0,77	0,1	0,77
V	21,9	28,35	6,21	0,1	6,21
Zn	287,7	28,35	81,56	0,1	81,56
Cl	1260	25	315	3,2	10080
F	180	35	63	0,9	567
S	3660	30	1098	1,1	12078 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 9.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als SO₄

Tabel 9.12; Emissie naar de bodem voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel via DTO-rookgasreinigingsresidu

comp	Input slibfractie van 1 ton o/w/s (in g)	Fractie naar rgrr in procent	Deel naar rgrr in g/ton (1)	Fractie die uitlooft in procent (2)	Emissie naar bodem (mg/ton)
As	5,4	0,65	0,035	0,55	0,193
Cd	0,36	4,65	0,017	0,05	0,009
Co	0,44	0,65	0,003	0,20	0,006
Cr	18,3	0,65	0,119	0,60	0,714
Cu	67,8	0,65	0,441	0,05	0,221
Hg	0,93	90	0,837	0,05	0,419
Mn	5,94	0,65	0,039	0,05	0,020
Ni	15,3	0,65	0,099	0,55	0,545
Pb	54,3	0,65	0,353	0,05	0,177
Sb	0,006	0,65	0,00004	0,05	0,00002
Se	0,018	0,65	0,00012	0,05	0,00006
Sn	2,73	0,65	0,018	0,05	0,009
V	21,9	0,65	0,142	0,05	0,071
Zn	287,7	0,65	1,87	0,05	0,94
Cl	1260	0	0	13,85	0
F	180	54,89	98,8	0,15	148,2
S	3660	0,6	21,96	2,95	647,8 (3)

(4) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 9.1

(5) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(6) Als SO₄

Vermeden emissies

Er wordt energie geproduceerd uit de slibfractie van o/w/s-mengsel (zie paragraaf 9.6), zodat emissies bij de winning en het transport van primaire (fossiele) brandstof worden vermeden. Deze vermeden emissies worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

10. SLIB-2; MEESTOKEN IN EEN CEMENTOVEN

10.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Transport van de slibfractie naar de verwerker vindt gewoonlijk plaats per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht).

B. Opslag

De aangevoerde olie wordt opgeslagen.

C. Meestoken in cementoven

De slibfractie van o/w/s-mengsels wordt als secundaire brandstof meegestookt in een cementoven. Cementovens produceren klinker door het sinteren van alkalische grondstoffen als krijt, klei, gips en/of kalksteen/mergel bij een zeer hoge temperatuur (1450 °C). De klinkeroven kan gezien worden als een lange draaitrommeloven (lengte 200 m), waarbij de vaste stoffen volgens een tegenstroomprincipe met de verbrandingsgassen gecirculeerd worden. De oven heeft een aanzienlijke lengte en de verbranding geschiedt bij een lager zuurstofgehalte dan in een AVI. De cementoven kan zowel hoog- als laagcalorische afvalstoffen verwerken. Door de hoge temperatuur worden organische stoffen met een zeer hoog rendement vernietigd. Zuurvormende stoffen worden grotendeels door de alkalische grondstoffen geneutraliseerd.

De slibfractie fungeert als brandstof en vervangt hiermee primaire brandstoffen, en ook de bijbehoudende emissies van winning en verbranding. In dit MER wordt als uitgangspunt uitgegaan van vervanging van zwavelhoudende kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt tevens gekeken naar de situatie waarin de slibfractie stookolie als brandstof zou vervangen. Voor de samenstelling van de vervangen brandstoffen wordt aansluiting gezocht bij de samenstellingen zoals deze zijn gehanteerd in het kader van het MER voor MJP-II, en wel de samenstellingen als vermeld onder de omschrijvingen "mixed coal (hoogzw.)" en "stookolie" in tabel B4.1 van (TNO, 1996).

Tevens zal bij de uitwerking expliciet aandacht wordt besteed aan de situatie waarin het uitsparen van primaire brandstoffen buiten beschouwing wordt gelaten. Dit laatste wordt niet gedaan omdat er geen sprake zou zijn van uitsparing van primair materiaal, maar om het belang van de keuze om hiervoor te corrigeren in beeld te brengen en om tevens een beeld te krijgen van de directe emissies door het verstroken in cementovens zonder hier de emissies van het verbranden van primair materiaal vanaf te trekken. Het betreft dan ook geen normale gevoeligheidsanalyse maar een aparte variant van de optie "cementoven".

De hele uitwerking van de vermeden emissies is samengebracht in een aparte paragraaf een het eind van dit hoofdstuk.

D. Rookgasreiniging

Vliegas in de rookgassen wordt met een electrofilter afgevangen. De vliegas wordt vervolgens toegevoegd aan de klinker. Er worden derhalve geen af te voeren reststoffen geproduceerd.

E. Malen en mengen

De klinker en de vliegas uit de rookgasreiniging worden gemengd en vermalen.

F. Transport cement

De geproduceerde cement wordt over de weg vervoerd naar de plaats van toepassing.

G. Toepassing cement

De geproduceerde cement wordt als bouwstof toegepast.

10.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval in een cementoven resulteert niet in vaste reststoffen (de vliegashoudende stof uit de electrofilter wordt aan de klinker toegevoegd en wordt dus als onderdeel van het product afgevoerd).

Ten aanzien van de bijdrage aan de klinker wordt er vanuit gegaan dat met het transport van met olie geproduceerd cement tegelijkertijd een vergelijkbaar transport van cement geproduceerd uit primaire grondstoffen wordt vermeden. Transport van klinker in geproduceerd cement wordt derhalve buiten beschouwing gelaten.

Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 10.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over het cement en de lucht. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Tabel 10.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de cementoven

	lucht (%)	cement (%)
As	0,05	99,95
Ba	0,05	99,95
Cd	0,5	99,5
Co	0,05	99,95
Cr	0,05	99,95
Cu	0,05	99,95
Hg	6	94
Mn	0,05	99,95
Mo	0,05	99,95
Ni	0,05	99,95
Pb	0,05	99,95
Sb	0,05	99,95
Se	0,05	99,95
Sn	0,05	99,95
Sr	0,05	99,95
V	0,05	99,95
Zn	0,05	99,95
Cl	0,6	99,4
F	1	99
S	3,6	96,4

Ruimtebeslag

De cementoven heeft als doel het produceren van cement en niet het verwerken van afval, zoals de slibfractie van o/w/s-mengsels. Het ruimtebeslag van de installatie hoeft derhalve niet toegerekend te worden aan het verwerken van de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel, aangezien met de productie van een ton cement met de slibfractie tegelijkertijd de productie van een ton cement met behulp van primaire grondstoffen wordt vermeden. Hieraan ligt de aanname ten grondslag dat het productieproces en dus ook de capaciteit van de installatie niet merkbaar wordt beïnvloed door de vervanging van primaire brandstoffen door de slibfractie van o/w/s.

Onduidelijk is in hoeverre het vervangen van primaire brandstoffen wel leidt tot een aanpassing van het ruimtebeslag tengevolge van opslagfaciliteiten. Wegens gebrek aan informatie op dit punt wordt dit buiten beschouwing gelaten een aangemerkt als een leemte in kennis.

10.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verbranding van de slibfractie van o/w/s in een cementoven bedraagt indicatief 120 Euro per ton, exclusief btw. Dit betekent voor de verbranding van de slibfractie van 1 ton o/w/s (300 kg) ongeveer 36 Euro.

10.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van de slibfractie van o/w/s-mengsels en van klinker.

Het aantal cementproductiebedrijven is beperkt (in Nederland slechts 1), zodat toepassing van tabel 4.1 zou neerkomen op een transportafstand voor de oliefractie van 150 km (heen en terug). De cementindustrie is echter decentraal gelegen, namelijk in Maastricht. Daarnaast geldt dat een groot gedeelte van de oliefractie van o/w/s in de Belgische of Duitse cementindustrie wordt verwerkt. Gezien het voorgaande wordt een afstand van 300 km gehanteerd.

In paragraaf 10.8 wordt tevens ingegaan op de vermeden transporten i.v.m. de vervanging van primaire brandstoffen. Het resultaat is wel in onderstaande tabel opgenomen. Transport van kalksteenmeel is buiten beschouwing gelaten omdat er vanuit wordt gegaan dat dat in de onmiddellijke nabijheid van de cementoven wordt gewonnen. Voor de gemiddelde belading van een vrachtauto wordt zowel voor de oliefractie als voor stookolie en kolen uitgegaan van circa 16 ton/vracht.

Tabel 10.2; Transport

MATERIAAL	TRANSPORT			
	Afstand (km)	normaal (tkm)	Gev. anal. uitsparing stookolie tkm)	variant geen uitsparing (tkm)
Oliefractie o/w/s	300	90	90	90
vermeden kolen (*)	200	36	0	0
vermeden stookolie (*)	200	0	15	0
kalksteenmeel (*)	0	0	0	0

(*) Zie ook paragraaf 10.8

Voor de gemiddelde belading van een vrachtauto wordt zowel voor de slibfractie als voor stookolie en kolen uitgegaan van circa 16 ton/vracht.

10.5 Energie

Er wordt in het navolgende uitsluitend aandacht geschonken aan:

- het energieverbruik van het cementproductieproces;
- de vermeden hoeveelheid primaire brandstof door de inzet van de slibfractie van o/w/s als secundaire brandstof.

Geen aandacht wordt geschonken aan het energieverbruik bij het gebruik van cement, aangezien het verbranden van de slibfractie van o/w/s-mengsels geen bijdrage levert aan de vorming van vlieg-as en klinker.

Energieverbruik cementoven

Bij de cementproductie wordt elektriciteit verbruikt door de motoren en pompen voor onder andere het draaien van de klinkeroven en het verplaatsen van verbrandingslucht en rookgassen. Onder de aanname dat door de vervanging van primaire brandstof door de slibfractie van o/w/s-mengsels er geen verandering aan het productieproces en de capaciteit van de cementoven plaatsvindt hoeft geen elektriciteitsverbruik te worden toegerekend aan de verbrandde slibfractie. Het elektriciteitsverbruik is bij gebruik van een secundaire brandstof namelijk nagenoeg gelijk aan dat bij gebruik van een primaire brandstof.

Vermeden energieverbruik

Er wordt geen rekening gehouden met vermeden energiegebruik anders dan de vermeden energie die rechtstreeks samenhangt met het niet hoeven winnen van primair materiaal. voor een toelichting wordt verwezen naar paragraaf 10.8.

10.6 Bedrijfsmiddelen

Verbruik cementoven

De inrichting van Ciments d'Obourg verbruikt op zichzelf geen bedrijfsmiddelen. Het gebruik van grondstoffen (krijt, klei, gips en/of kalksteen/mergel) kan echter wel veranderen door het vervangen van kolen door de slibfractie. Voor een nadere uitwerking wordt verwezen naar paragraaf 10.8. Concreet betekent dit dat in de situatie waar kolen worden vervangen 0,024 ton kalksteenmeel/mergel wordt vermeden, terwijl in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" en de variant "geen uitsparing" 0,096 ton kalksteenmeel/mergel wordt vermeden.

Vermeden verbruik

Ook voor de besparing van primaire brandstoffen wordt verwezen naar paragraaf 10.8. Concreet betreft het vermeden gebruik van 0,18 ton kolen in de normale situatie en 0,075 ton stookolie in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie".

10.7 Emissies

Emissies cementoven

Emissies naar bodem

De inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen, zodat er normaliter geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar water

Bij de productie van cementklinker komt geen afvalwaterstroom vrij. De inrichting loost dus geen procesafvalwater op riool of oppervlaktewater.

Emissies naar lucht

In het kader van dit MER zijn balansen opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP en zie tabel 10.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsels zijn weergegeven in tabel 10.3 resp. en 10.4.

Tabel 10.3; Berekende componentgebonden emissies naar lucht

Comp	input (g/ton)	Deel (%) dat in de gereinigde rookgassen komt	emissie naar lucht (mg/ton)
As	5,4	0,05	2,70
Cd	0,36	0,5	1,80
Co	0,44	0,05	0,22
Cr	18,3	0,05	9,2
Cu	67,8	0,05	33,9
Hg	0,93	6	55,8
Mn	5,94	0,05	2,97
Ni	15,3	0,05	7,65
Pb	54,3	0,05	27,15
Sb	0,006	0,05	0,003
Se	0,018	0,05	0,010
Sn	2,73	0,05	1,37
V	21,9	0,05	10,95
Zn	287,7	0,05	143,9
Cl	1260	0,6	7560
F	180	1	1800
S	3660	3,6	263520 (1)
CO ₂			2,62*E8 (2)

1) In SO₂

2) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996)

Tabel 10.4; Procesgebonden emissies naar lucht

component	emissie in kg per GJ input	Slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel (10,2 GJ/ton) in kg/ton
NO _x	0,48	1,47
CO	0,15	0,459
C _x H _y	0,04	0,122
Dioxines	3E-11	9,18*E-12
fijn stof	0,009	0,028

Emissies bij verwerking reststoffen

Bij het verwerken van de slibfractie van o/w/s-mengsel in de cementoven ontstaan geen vaste reststoffen.

Emissies bij gebruik cement

Naast emissies van de cementoven zou in theorie sprake kunnen zijn van emissies vanuit de cement naar de bodem wanneer deze cement wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloging gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten. Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloging worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als niet relevant beschouwd. In de normale beschrijving wordt dan ook uitgegaan van "geen uitloging". Dit wordt nog eens ondersteund door het gegeven dat met het gebruik van de slibfractie van o/w/s-mengsels als brandstof tevens primaire brandstoffen worden vermeden en daarmee ook de bijdrage van die primaire brandstoffen aan de uitloging.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse zal wel met een zekere bodembelasting worden gerekend gebaseerd op, de balans van tabel 10.1 en de proceskaart in achtergronddocument A1 bij MER-LAP. Een en ander is uitgewerkt in onderstaande tabel (tabel 10.5).

Tabel 10.5; Emissies naar de bodem t.b.v. gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

comp.	deel naar cement in g/ton (1)	fractie die uitloogt in procenten (2)	emissie naar bodem (mg/ton)
As	5,40	0,05	2,7
Cd	0,36	0,65	2,34
Co	0,44	0,05	0,22
Cr	18,29	0,05	9,15
Cu	67,77	0,05	33,9
Hg	0,87	1,1	9,57
Mn	5,94	0,05	2,97
Ni	15,29	0,05	7,65
Pb	54,27	0,05	27,1
Sb	0,006	0,05	0,003
Se	0,018	0,05	0,009
Sn	2,73	0,8	21,8
V	21,89	0,05	11,0
Zn	287,6	0,05	143,8
Cl	1252,4	0,05	626,2
F	178,2	0,05	89,1
S	3528,2	0,05	5292,4 (3)

(1) Berekend via een combinatie van tabel 2.2 en 9.1

(2) Ontleend aan achtergronddocument A1 bij MER-LAP

(3) Als sulfaat

Vermeden emissies

De emissies die worden vermeden door het uitsparen van primaire brandstoffen worden uitgewerkt in paragraaf 10.8.

10.8 Effecten van het vermijden van primaire brandstoffen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van het in rekening brengen van de uitsparing van primaire brandstoffen. Zoals in paragraaf 10.1 reeds aangegeven wordt in de normale situatie uitgegaan van kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse worden tevens onderscheiden de situaties "uitsparing stookolie" en "geen uitsparing".

Uitgangspunt is de het bepalen van de omvang van de uitsparing op basis van de calorische waarde. De slibfractie vervangt immers brandstoffen die anders de energie voor het cementproductieproces zouden leveren. Uitgaande van een calorische waarden van 10,2 GJ/ton voor zowel de slibfractie, een calorische waarde van 40,6 GJ/ton voor de stookolie en een calorische waarde van 17 GJ/ton voor kolen vervangt de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsels in de normale situatie 0,18 ton kolen en in het kader van de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" vervangt de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsels 0,075 ton stookolie.

transport

Exacte informatie omtrent de herkomst van de vermeden brandstoffen ontbreekt (leemte in kennis). Uitgegaan wordt van een afstand van 200 km op basis van het transport van een havenlocatie tot aan de cementoven. Opgemerkt wordt dat met name voor stookolie het de vraag is of dit niet met binnenvaartschepen of via transportleidingen wordt aangevoerd. Verder wordt opgemerkt dat de proceskaart in SimaPro voor kolen ook het transport vanaf de plaats van winning tot aan een haven in Nederland omvat zodat de genoemde 200 km een redelijke inschatting lijkt.

Met de bovengenoemde verhoudingen betekent dit dat in de normale situatie het transport van 0,18 ton kolen wordt vermeden en in de situatie "uitsparing stookolie" 0,075 ton stookolie. Dit komt neer op 36 vermeden transportkilometers in de normale situatie en 15 vermeden transportkilometers voor de situatie "uitsparing stookolie".

energiegebruik

Door de vervanging van kolen door de slibfractie van o/w/s verandert in principe het voorbewerkingproces, en dus ook de bijbehorende energie. Veel cementovens, met name in België, gebruiken echter kolengruis en fijn kolenmengsel zodat het verkleinen van de kolen i.h.a. niet aan de orde is¹⁴. In hoeverre het energiegebruik van het vermengen van grondstoffen met kolengruis afwijkt van het vermengen van grondstoffen met de slibfractie van o/w/s-mengsels is niet bekend (leemte in kennis).

Het vermeden energieverbruik bij de winning van deze hoeveelheid primaire brandstof wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. Het betrekken bij de LCA-berekeningen vindt plaats door in rekening brengen van de uitsparing van deze brandstoffen als bedrijfsmiddel via de database van SimaPro (zie hieronder).

14 Indien wel wordt verkleind wordt energie voor het verkleinen van 0,18 ton kolen vermeden.

bedrijfsmiddelen; brandstoffen en kalksteenmeel/mergel

Zoals hierboven aangegeven wordt de vervanging van brandstoffen toegerekend op basis van de calorische waarde, hetgeen resulteert in vervanging van 0,18 ton kolen in de normale situatie in het kader van de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" vervanging van 0,075 ton stookolie voor de slibfractie van 1 ton o/w/s. Deze uitgespaarde primaire brandstoffen worden in rekening gebracht middels de betreffende processen in de database van SimaPro.

Op de effecten m.b.t. transport is hiervoor al ingegaan.

De verwerking van de slibfractie van o/w/s-mengsels in een cementoven resulteert door de asrest van 0,096 ton voor de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel in een vaste rest. De verwerking van de slibfractie levert dus een bijdrage aan de vorming van cement. Echter, door de vermeden inzet van kolen wordt ook een bijdrage aan de cementvorming vermeden. Hoogzwavelig kolen dragen op grond van de asrest (0,4 ton per ton) eveneens bij aan de vorming van cement. Door de vermeden inzet van 0,18 ton kolen wordt dus 0,072 ton minder cement geproduceerd. Totaal betekent dit dat 0,024 ton meer cement wordt geproduceerd.

Teneinde de te vergelijken systeem ook daadwerkelijk vergelijkbaar te maken (en dus even veel cement te laten produceren) wordt er vanuit gegaan dat de vervanging van 0,18 ton kolen door de slibfractie van 1 ton o/w/s-mengsel tevens betekent dat ongeveer 0,024 ton andere grondstoffen vermeden worden. In dit MER is gekozen om te rekenen met de vermindering van mer-
gel/kalksteenmeel.

Voor de inzet van stookolie geldt dat wordt uitgegaan van een asrest die nihil is. Door de inzet van de slibfractie 0,096 ton meer cement geproduceerd. Dit betekent de vervanging van 0,096 ton mer-
gel/kalksteenmeel. Opgemerkt wordt nog dat er vanuit gegaan wordt dat mergel/kalksteenmeel i.h.a. in de onmiddellijke omgeving van cementovens wordt gewonnen doordat kan worden volstaan met het in rekening brengen van dit bedrijfsmiddel zelf en dit niet leidt tot minder transport.

vermeden componentgebonden emissies (excl. CO₂) naar de lucht

Door het vermijden van te verstoken primaire brandstoffen worden tevens emissies naar de lucht vermeden. In de "normale" uitwerking betreft het de emissie die horen bij de uitsparing van de 0,18 kolen en in de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie" de emissies die horen bij het verbranden van 0,075 ton stookolie. Beide situaties zijn uitgewerkt in tabel 10.6 met als kanttekeningen dat

- voor de samenstelling van de vermeden brandstoffen is aangesloten bij (TNO, 1996).
- voor de berekening van de bijbehorende emissies gebruik is gemaakt van dezelfde balansen als waarmee de emissies die horen bij de slibfractie van o/w/s-mengsels zijn berekend (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP)
- dat de samenstellingsgegevens van de vermeden brandstoffen meer componenten omvatten dan de data waar we voor de slibfractie van o/w/s over beschikken (vergelijk tabel 2.1).

Tabel 10.6; vermeden componentgebonden emissies naar de lucht

comp	Normale situatie (uitsparing 0,18 ton kolen)			Gevoeligheidsanalyse (uitsparing 0,075 ton stookolie)		
	input in gram per ton kolen	Fractie naar lucht (%)	uitsparing in mg door de inzet 300 kg slib	input in gram per ton stookolie	fractie naar lucht (%)	uitsparing in mg door de inzet 300 kg slib
Ag	0	0,05	0	0	0,05	0
As	4,05	0,05	0,36	0,8	0,05	0,03
Ba	320	0,05	28,8	0	0,05	0
Cd	1,17	0,5	1,05	0	0,5	0
Co	45,1	0,05	4,06	2	0,05	0,075
Cr	60	0,05	5,40	0,3	0,05	0,011
Cu	53	0,05	4,77	1	0,05	0,038
Hg	0,83	6	8,96	0,006	6	0,027
Mn	845	0,05	76,1	0	0,05	0
Mo	4	0,05	0,36	0,5	0,05	0,019
Ni	88,3	0,05	7,95	30	0,05	1,125
Pb	67	0,05	6,03	9	0,05	0,338
Sb	15	0,05	1,35	0	0,05	0
Se	5	0,05	0,45	0,75	0,05	0,028
Sn	15	0,05	1,35	0	0,05	0
Sr	220	0,05	19,8	0	0,05	0
V	399	0,05	35,91	60	0,05	2,25
W	0	0,05	0	0	0,05	0
Zn	264	0,05	23,76	3,5	0,05	0,131
Cl	1900	0,6	2052	90	0,6	40,5
F	93	1	167,4	9	1	6,75
S (*)	17100	3,6	221616	9300	3,6	50220

*) Invoer als S maar emissie naar de lucht als SO₂

vermeden emissie van CO₂

De CO₂-emissie is berekend op basis van de energie-input en de aanname van een emissie van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 1996). Zowel bij de uitsparing van kolen als bij de uitsparing van stookolie betekent dit een vermeden emissie van 2,62*E8 mg/ton.

Tabel 10.7; vermeden emissie van CO₂

MATERIAAL	normaal (mg/ton)	gevoeligheidsanalyse uitsparing stookolie (mg/ton)	variant geen uitsparing (mg/ton)
vermeden CO ₂	2,62*E8	2,62*E8	0

Wat de procesgebonden emissies betreft, is evenals in voorgaande LCA-studies, aangenomen dat zij niet verschillen voor 1 MJ in de cementoven gebrachte kolen of afval. Dit betekent dat in beide situaties de omvang van de vermeden procesgebonden emissies overeen komen met die van de slibfractie van o/w/s zelf (zie tabel 10.8).

Tabel 10.8: Uitsparing procesgebonden emissies naar lucht

comp.	emissie in kg per GJ input	normale situatie (uitspa- ring kolen) in kg voor de slibfractie van 1 ton o/w/s	gevoeligheidsanalyse (uitsparing stookolie) in kg voor de slibfractie van 1 ton o/w/s	variant geen uitsparing (mg/ton)
NOx	0,48	1,47	1,47	0
CO	0,15	0,459	0,459	0
CxHy	0,04	0,122	0,122	0
Dioxines	3E-11	9,18*E-12	9,18*E-12	0
fijn stof	0,009	0,028	0,028	0

10.9 Leemten in kennis

- Het effect van de opslag van de slibfractie van o/w/s bij de cementoven in plaats van de opslag van kolen op het ruimtebeslag van de inrichting.
- Het effect van de vervanging van kolen(gruis) door de slibfractie van o/w/s op het gebruik van energie in de voorbereiding (mengen van grondstoffen en brandstoffen).
- De exacte afstanden voor de vermeden kolen en stookolie.

11. SLIB-3; THERMISCHE GRONDREINIGINGSINSTALLATIE

11.1 Procesbeschrijving

A. Transport en opslag slibfractie

De slibfractie van o/w/s-mengsels wordt per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht) naar de verwerker getransporteerd, waar het in vaten wordt opgeslagen.

B. Drogen

Voorafgaand aan het thermisch reinigingsproces wordt het oliehoudende slib eerst gedroogd. Het materiaal wordt in een roterende droogtrommel gebracht en verwarmd tot circa 100 °C door middel van hete gassen. Door de verhitting verdampt een deel van de aanwezige waterfractie.

C. Thermisch reinigen

Het gedroogde materiaal wordt gezeefd en, na eventueel mengen met verontreinigde grond, vervolgens ingevoerd in een roterende buisoven. Hier wordt het materiaal verhit tot boven het kookpunt van de aanwezige verontreinigingen (circa 450°C). Door verhitting in deze buisoven gedurende 15-30 minuten worden de aanwezige verontreinigingen uitgedampt. De gasstroom met de uitgedampte verontreinigingen wordt via een keramisch filter naar de thermische naverbrander (850 °C, 2 seconden) geleid. Als brandstof voor dit proces wordt aardgas en/of stookolie gebruikt.

D. Transport slib/grond

De gereinigde slib/grond wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van nuttige toepassing.

E. Nuttig toepassen slib/grond

De thermisch gereinigde slib/grond is van goede kwaliteit en wordt nuttig toegepast.

11.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van de oliehoudende slibfractie resulteert in gereinigde grond en rookgasreinigingsresidu. Tabel 11.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van 0,3 ton slibfractie door middel van behandelen in een thermische grondreinigingsinstallatie. Hierbij is als uitgangspunt is gehanteerd dat, betrokken op de slibfractie, er circa 50 gew.-% aan vochtverlies vrijkomt en het resterende materiaal wordt omgezet in gereinigde grond.

Tabel 11.1: Overzicht reststoffen verwerking slibfractie (kg)

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID (KG) PER TON OLIE/SLIBFRACTIE
Gereinigde grond	230
rookgasreinigingsresidu	2,04

11.3 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag van de thermische grondreinigingsinstallatie van ATM te Moerdijk bedraagt circa 5.000 m². De jaarlijkse doorzet aan verontreinigde grond bedraagt circa 340.000 t/j en de jaarlijkse doorzet aan de slibfractie bedraagt circa 3.000 t/j (0,88%). Het fysiek ruimtebeslag bedraagt hierdoor:

$$5.000 \text{ m}^2 \times 100 \text{ jr.} = 500.000 \text{ m}^2 \text{ jr}$$

$$0,0088 \times 500.000 \text{ m}^2 \text{ jr} = 4400 \text{ m}^2 \text{ jr}$$

$$\underline{0,0088 \times 340.000 \text{ t/jr} \times 100 \text{ jr.} = 300000 \text{ ton}}$$

$$4400 \text{ m}^2 \text{ jr} : 300000 \text{ ton} = 0,015 \text{ m}^2 \text{ *j per ton slib.}$$

Per ton o/w/s-mengsel (300 kg slibfractie) betekent dit 0,0045 m²*jr.

Verder dient rekening te worden gehouden met het ruimtebeslag van het storten van de vaste reststoffen (rookgasreinigingsresidu). Hierbij wordt uitgegaan dat het rookgasreinigingsresidu op dezelfde wijze wordt gestort als rookgasreinigingsresidu afkomstig van een AVI, namelijk storten in bigbags. Voor het ruimtebeslag is derhalve uitgegaan van de proceskaart voor AVI-rookgasreinigingsresidu, welke is opgenomen in achtergronddocument A1 bij MER-LAP.

Voor het storten van 1 ton rookgasreinigingsresidu in bigbags is een ruimtebeslag van 14 m² jr nodig. Voor het storten van 2,04 kg is een ruimtebeslag van 0,029 m² jr. nodig.

11.4 Verwerkingskosten

Het tarief voor de behandeling van een oliehoudende slibfractie in een TGI bedraagt indicatief 140 Euro per ton, exclusief btw. Dit betekent voor de slibfractie van 1 ton o/w/s (300 kg) 42 Euro.

11.5 Transport

In het beschouwde afvalverwerkingalternatief vindt transport per as plaats van de slibfractie, bedrijfsmiddelen, gereinigde grond en rookgasreinigingsresidu. De aanvoer van de slibfractie en grondstoffen vindt plaats in vrachtauto's met een gemiddelde belading per vrachtautocombinatie van circa 25 ton. De afvoer van de gereinigde grond vindt plaats in vrachtauto's met een gemiddelde belading van 25 ton.

Het aantal TGI's is beperkt (in Nederland mogelijkheden voor 3-5) zodat de transportafstanden voor de slibfractie op 75 km (heen en terug) worden vastgesteld. De gereinigde grond kan worden toegepast in de eigen regio, zodat hier een transportafstand van 35 km is aangehouden. Voor het transport van rookgasreinigingsresidu wordt uitgegaan van de transportafstand zoals vermeld in de proceskaart van AVI-rookgasreinigingsresidu, namelijk 50 km. Daarnaast is voor het afdekken van rookgasreinigingsresidu big-bags, PE-folie en zand nodig. Voor de aanvoer van afdek materiaal (750 kg per ton rookgasreinigingsresidu, dus hier 1,53 kg) is gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land. Voor kalk wordt uitgegaan van 600 km per schip, gecombineerd met 50 km over de weg en voor actief kool van een afstand van 75 km.

Tabel 11.2: Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	TRANSPORT	
	Afstand (km)	Tonkilometer (tkm)
Slibfractie	75	22,5
Gereinigde grond	35	8,05
Rookgasreinigingsresidu	50	0,102
Afdek materiaal	35 (land)	0,054
	50 (water)	0,077
Kalk (0,36 kg)	600 (w)	0,216
	50 (as)	0,018
Actief kool (12 g)	75	0,001

11.6 Energie

Rekening wordt gehouden met de volgende aspecten:

- het energieverbruik van de TGI;
- het energieverbruik voor verwerking van reststoffen;
- het vermeden energieverbruik.

Energieverbruik van de thermische grondreinigingsinstallatie

In de grondreinigingsinstallatie wordt energie verbruikt bij het mengen van soorten afval, het drogen van het afval en bij het uitdampen van de verontreinigingen uit het slib. Een overzicht van het energieverbruik is opgenomen in tabel 11.3.

Tabel 11.3; Energieverbruik thermische grondreinigingsinstallatie

	VERBRUIK	
	kWh/jaar	MJ/jaar
Stookolie	216.776.000	780.393.600
Gas	720.300	2.593.080
Elektriciteit	10.633.000	38.278.800

Op basis van de gegevens uit tabel 11.3 wordt het totale energieverbruik geraamd op (gerelateerd aan een jaardoorzet verontreinigde grond inclusief slibfractie van 343.000 ton/jaar):

- stookolie: 2.275 MJ per ton slibfractie = 682,6 MJ/ton o/w/s;
- gas: 7,6 MJ per ton slibfractie = 2,3 MJ/ton o/w/s;
- elektriciteit: 111,6 MJ per ton slibfractie = 33,5 MJ/ton o/w/s.

Energieverbruik verwerking reststoffen

Uitgegaan is dat het bij de verwerking van de slibfractie in een thermische grondreinigingsinstallatie ontstane rookgasreinigingsresidu in big bags wordt gestort. Voor het energieverbruik bij het storten in big bags wordt uitgegaan van de proceskaart van AVI rookgasreinigingsresidu. Hierin is vermeld dat per ton rookgasreinigingsresidu 60 MJ energie nodig is voor het opbrengen van het residu en 45 MJ voor het aanbrengen van de afdeklagen. Dit betekent in het geval van 2,04 kg een totaal energieverbruik van 0,21 MJ.

Energieverbruik bij de nuttige toepassing van grond

Voor de uit te voeren LCA's wordt er van uitgegaan dat de gereinigde grond weer nuttig wordt toegepast. Daar er vanuit wordt gegaan dat de hoeveelheid nuttig toegepaste gereinigde grond een gelijke hoeveelheid primair grond vervangt, bedraagt het netto energieverbruik nul.

11.7 Bedrijfsmiddelen

Bij de thermische reiniging van verontreinigde grond of de slibfractie worden de volgende bijzondere bedrijfsmiddelen verbruikt. Voor het reduceren van bepaalde emissies uit de rookgasreinigingsinstallatie wordt kalk, en bij aanwezigheid van kwik actief kool, gebruikt. Het gemiddelde verbruik per ton verontreinigde grond of slibfractie is:

- Kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$): 1,2 kg per ton slibfractie = 0,36 kg per ton o/w/s.
- Actief kool: 0,04 kg per ton slibfractie = 0,012 kg per ton o/w/s.

Voor het bedrijfsmiddelengebruik voor het storten van het rookgasreinigingsresidu naar achtergronddocument A1 (proceskaart AVI-rookgasreinigingsresidu). Voor 2,04 kg rookgasreinigingsresidu komt het neer op 6,7 g big-bag, 2,65 g PE-hoes en 1530 g zand.

11.8 Emissies

Er moet rekening worden gehouden met:

- de emissies van de thermische grondreinigingsinstallatie;
- de emissies bij stort van reststoffen;
- de emissies bij de nuttige toepassing van de grond;
- de vermeden emissies door de productie van grond.

Emissies van de thermische grondreinigingsinstallatie

Emissies naar bodem

De grondreinigingsinstallatie is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen: vloeistofdichte vloer op afschot gelegd naar het percolaatopvangsysteem. Op deze wijze kunnen er geen emissies naar de bodem optreden.

Emissies naar water

Bij het thermisch reinigen van verontreinigde grond of oliehoudend slib worden geen afvalwaterstromen geloosd.

Emissies naar lucht

Het betreft hier met name de emissies die via de rookgasreinigingsinstallatie naar de lucht worden afgegeven. De emissies naar de lucht per ton slibfractie is in tabel 7.9. Onbekend is in hoeverre deze ook representatief zijn voor de slibfractie met een samenstelling van tabel 2.2, maar bij gebrek aan betere gegevens wordt met deze "gemiddelde" cijfers gerekend. Verder is niet bekend in hoeverre nog emissies van metalen naar de lucht een rol kunnen spelen, maar gelet op de reactietemperatuur (450 °C) is aangenomen dat vervluchtigen en emissie van metalen beperkt is.

Tabel 11.4; Emissies naar lucht.

Component	g/ton slibfractie	g/ton o/w/s
CO ₂	184.000	55.200
CO	80	24
C _x H _y	4,2	1,26
NO _x	340	102
SO ₂	37	11,1
Stof	3,2	0,96
PAK's	0,05	0,015
HCl	5,3	1,59
HCN	3,2	0,96

Emissies bij nuttige toepassing grond

Emissies naar bodem

De verwerkingsmethode is er op gericht om het slib zodanig te reinigen dat deze daarna als schone grond kan worden afgezet. Dit betekent dat de toepassing uiteindelijk niet of nauwelijks zal leiden tot aantasting van de kwaliteit van de bodem. Om die reden is er vanaf gezien om emissies naar de bodem in rekening te brengen.

In een gevoeligheidsanalyse wordt, op basis van een verwachte samenstelling van de grond zoals die ontstaat uit het slib waarmee in MER-LAP wordt gerekend, gezien in hoeverre deze aanname de vergelijking beïnvloedt. Voor metalen is er voor gekozen om daarbij alleen emissies toe te rekenen voor zover deze de streefwaarde voor schone grond overschrijden. De effecten van het opbrengen van verontreinigingen zijn immers alleen nadelig wanneer deze de normale samenstelling van de bestaande bodem overschrijden. Uitgaande van de samenstelling van tabel 2.2 en aannemende dat alle metalen uiteindelijk terecht komen in de gereinigde grond is bepaald welke concentraties aan metalen de grond uiteindelijk zou krijgen. Voor de betreffende streefwaarden is voor de metalen As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb en Zn aangesloten bij de circulaire streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering (Stcrt. 2000, 39). Hierbij is uitgegaan van een organisch stofgehalte van en een lutum-gehalte van nul en een resterend vochtgehalte van 24%. Voor Mn is de emissie naar de bodem geheel buiten beschouwing gelaten (dit komt in zo hoge concentraties in de natuur voor dat zelfs besloten is om voorlopig geen voorstel voor een interventiewaarde af te leiden; Stcrt. 2000, 39). Voor de overige metalen is de bijdrage van de gereinigde grond ongecorrigeerd in beeld gebracht (feitelijk is gekozen voor een streefwaarde van 0).

Tabel 11.6; Emissie naar de bodem door toepassing van de gereinigde grond

	gereinigde grond (in mg/kg d.s.)	gehanteerde correctiewaarde	resulterende emissie in mg per ton o/w/s
As	30,892	15	2778
Ba	0	30,97	0
Cd	2,059	0,41	288,74
Co	2,517	2	90,4
Cr	104,691	50	9560
Cu	387,872	15	65178
Hg	5,320	0,2	895,27
Mn	33,982	alles	0
Mo	0	3	0
Ni	87,529	10	13552
Pb	310,641	50	45560
Sb	0,034	3	0
Se	0,103	0	18
Sn	15,618	4,21	1994
Sr	0	0	0
V	125,286	0	21900
W	0	0	0
Zn	1645,881	50	278960
Cl	7208,238	0	1260000
F	1029,748	0	180000
SO ₄	20938,215	0	3660000

Daarnaast worden in het kader van deze gevoeligheidsanalyse tevens de emissies naar de bodem van enkele andere componenten meegenomen. Het betreft hier de emissies naar de bodem door resterende verontreinigingen aanwezig in de gereinigde grond. De samenstelling van de gereinigde grond en de emissies naar bodem per ton slibfractie zijn weergegeven in tabel 11.5. Hierbij is uitgegaan van 230 kg gereinigde grond per ton o/w/s met een resterend vochtgehalte van 24%. Dit betekent dat per ton o/w/s 175 kg droge stof wordt afgezet.

Tabel 11.5: Samenstelling gereinigde grond/slib en emissies naar bodem.

samenstelling gereinigde grond		emissies naar bodem
component	concentratie (mg/kg d.s.)	emissie slibfractie (mg) van 1 ton o/w/s (175 kg)
minerale olie	100	17500
PAK's	8	1400
aromaten	1	175
fenolen	0,25	43,8
EOX	0,3	52,5
cyaniden	10	1750

Emissie bij verwerking reststoffen

Bij het storten van rookgasreinigingsresidu in big bags vinden geen emissies plaats naar lucht, water of bodem, aangezien door de afgesloten big bags en het afsluiten met een extra hoes voorkomt dat water bij het materiaal kan komen.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies als gevolg van de toepassing van de gereinigde grond. Wordt er van uitgegaan dat de grond als grondvervanger dient, dan worden de emissies van grondwinning en -toepassing vermeden. Deze vermeden emissies worden als een negatieve milieu-ingreep toegerekend in de LCA-berekeningen.

Per ton o/w/s-mengsel is sprake van 0,23 ton uitgespaarde grond.

11.9 Leemten in kennis

- De mate waarin de emissies naar de lucht ook representatief zijn voor de samenstelling van slib waarmee in MER-LAP wordt gerekend
- De eventuele emissies van zware metalen naar de lucht

12. SLIB-4; VERBRANDEN IN EEN AVI

12.1 Procesbeschrijving

A. Transport

De slibfractie van o/w/s-mengsels wordt per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht) naar de verwerker getransporteerd.

B. Opslag afval

Ten behoeve van de opslag van gevaarlijk afval beschikt AVR Chemie over een tankpark, een vatenopslagplaats en bunkers. In het tankpark vindt de opslag plaats van vloeibare afvalstoffen en steekvaste afvalstoffen, zoals de slibfractie van o/w/s-mengsels.

C. Verbranding in een AVI

In een AVI wordt het afval gehomogeniseerd en daarna in een roosteroven gebracht. Hierin bewegen roosters onder een hellend vlak, waarbij het afval op een zodanige snelheid wordt getransporteerd dat een zo volledig mogelijke verbranding plaatsvindt. Aan het eind van het rooster blijven slakken over die worden opgewerkt, zodat ze voor nuttige toepassing geschikt zijn. De rookgassen worden gereinigd en gekoeld, waarbij energie wordt teruggewonnen in de vorm van elektriciteit en nuttig toepasbare stoom. Bij de reiniging ontstaat vlieggas en rookgasreinigingsresidu.

D. Transport en nuttige toepassing van slak

De AVI-slak wordt nuttig toegepast als ophoogmateriaal.

E. Transport en stort van vlieggas en rookgasreinigingsresidu van AVI

AVI-vlieggas wordt geïmmobiliseerd bij de VBM en het immobilisaat wordt gestort. AVI-rookgasreinigingsresidu wordt in big-bags gestort.

12.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval in een AVI resulteert in diverse reststoffen (vliegassen, slakken en rookgasreinigingsresidu). De AVI-slakken worden nuttig toegepast als ophoogmateriaal. De vliegassen worden geïmmobiliseerd en vervolgens gestort. Het rookgasreinigingsresidu wordt in big bags gestort.

Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 12.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over de diverse productstromen. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar achtergronddocument A1 bij MER-LAP

Tabel 12.1; Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de AVI

	lucht (%)	water (%)	slak (%)	vliegas (%)	RgRR (%)
As	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Ba	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Cd	0,5	0	50	45	4,5
Co	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Cr	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Cu	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Hg	3	0	0	5	92
Mn	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Mo	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Ni	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Pb	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Sb	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Se	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Sn	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Sr	0,07	0	85,53	13,7	0,7
V	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Zn	0,07	0	85,53	13,7	0,7
Cl	0,2	0	10	20	69,8
F	5	0	60	15	20
S	0,3	0	59,7	20	20

Voor de hoeveelheden AVI-reststoffen die ontstaan wordt de volgende afleiding aangehouden:

1. Rookgasreinigingsresidu bestaat primair uit de afgevangen Zwavel, afgevangen Fluor en Chloor en verder uit de som van de afgevangen metalen. Op basis van de samenstelling van het slib (zie tabel 2.2) en de voor de AVI afgeleidde balans wordt dat per ton slib 4,64 kg rookgasreinigingsresidu.
2. De aanwezige asrest zal zich verdelen over AVI-slakken en AVI-vliegas in de verhouding 92,6% van het asrest naar de slakken en 7,4% naar het vliegas. Voor 300 kg slib met een asrest van 32% (tabel 2.2) betekent dit 96 kg assen, verdeelt over 88,9 kg slak en 7,1 kg vliegas.

In tabel 12.2 is een overzicht opgenomen van de hoeveelheden reststoffen die ontstaan bij de verwerking van 1 ton o/w/s-mengsel (300 kg slibfractie) in een AVI.

Tabel 12.2; Overzicht reststoffen

reststoffen	in kg/ton
Slakken	88,9
Vliegas	7,1
Rookgasreinigings-residu	4,64

Uitgaande van immobilisatie en storten betekent dit een hoeveelheid te storten afval van respectievelijk 10,3 kg vliegas (1450 kg per ton vliegas, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) en 4,64 kg per ton o/w/s-mengsel (1000 kg per ton rgrr, zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP).

Ruimtebeslag

Verbranding in een AVI (oppervlak 2 ha, doorzet 450.000 ton per jaar) leidt per ton afval tot een fysiek ruimtebeslag van 0,044 m²jr. De hoeveelheid te verwerken slib is 0,3 ton voor 1 ton o/w/s, hetgeen resulteert in een ruimtebeslag van 0,0132 m²jr per ton o/w/s.

Voor het ruimtebeslag van de verwerking van de reststoffen uit een AVI wordt uitgegaan van de proceskaarten hiervan (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) en de hoeveelheden reststoffen.

- Er ontstaat per ton o/w/s dus 0,0889 ton slak. AVI-slak wordt nuttig toegepast als ophoogmateriaal. Aangenomen is dat dit geen extra ruimte kost ten opzichte van het gebruik van regulier ophoogmateriaal (zand). Het ruimtebeslag is dus op nul gesteld
- Er ontstaat 0,0071 ton vliegias. Het ruimtebeslag komt op 9,71 m²jr per ton vliegias, ofwel voor 7,1 kg vliegias op 0,069 m²jr.
- Voor rookgasreinigingsresidu komt het ruimtebeslag op 14 m²jr per ton. Voor 4,64 kg betekent dit dus een ruimtebeslag van 0,065 m²jr.

12.3 Verwerkingskosten

Het tarief voor de verwerking van een oliehoudende slibfractie in een AVI bedraagt indicatief 100 Euro per ton, exclusief btw. Dit betekent voor de slibfractie van 1 ton o/w/s (300 kg) circa 30 Euro.

12.4 Transport

In het beschouwde verwerkingsalternatief vindt transport per as plaats van de aanvoer van slibfractie van o/w/s, de afvoer van reststoffen naar de plaats van storten of nuttige toepassing en aanvoer van hulpstoffen.

Voor het transport van de slibfractie van o/w/s naar een AVI wordt uitgegaan van 11-15 AVI's in Nederland, en is de gemiddelde transportafstand, zoals weergegeven in tabel 4.1, heen en terug 40 km.

Voor het transport van AVI-vliegias, AVI-slakken en AVI-rgr en het vermeden transport van zand vanwege de nuttige toepassing van AVI-slak wordt uitgegaan van de proceskaarten hiervan (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) en de hoeveelheden reststoffen (zie paragraaf 12.2). Voor het transport van AVI-vliegias wordt uitgegaan van 130 km (inclusief aanvoer van cement voor immobilisatie). Voor het transport van AVI-slakken ten behoeve van nuttige toepassing van AVI-slakken is uitgegaan van 75 km. Voor het vermeden transport van zand door toepassing van AVI-slakken als ophoogmateriaal wordt uitgegaan van 35 km over land en 50 km over water. Voor het transport van AVI-rgr wordt uitgegaan van 50 km voor het transport van het residu.

Voor het transport van bedrijfsmiddelen voor verwerking in de AVI (kalk, natronloog, ammoniak) wordt er vanuit gegaan dat deze bedrijfsmiddelen in de directe omgeving te verkrijgen zijn. Derhalve wordt een transportafstand van 75 km (heen en terug) aangehouden.

In tabel 12.3 staan de transportafstanden en het aantal tonkilometers weergegeven.

Tabel 12.2 Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	GEMIDDELD TRANSPORTAFSTAND	
	Afstand heen en terug (km)	Tonkilometers (tkm per ton)
Aanvoer slibfractie o/w/s	40	12
Afvoer AVI-slakken	75	6,67
Afvoer AVI-vliegass	130	0,92
Afvoer AVI-residu	50	0,23
Zand (afdek rgrr)	35 (land)	0,122
	50 (water)	0,174
Aanvoer kalk	600 (water)	0,596
	50 (as)	0,05
Natronloog (20%) en ammonia (25%)	75	0,70
Vermeden transport zand	35 km land	3,11
	50 km water	4,45

12.5 Energie

Rekening wordt gehouden met de volgende aspecten:

- het energieverbruik/productie in een AVI;
- het energieverbruik voor verwerking van reststoffen;
- het vermeden energieverbruik.

Energieverbruik/productie in een AVI

Een gemiddelde AVI verbruikt ongeveer 100 kWh elektrische energie per ton afval. Daarnaast kan bij een gemiddelde stookwaarde van 10,5 MJ/kg circa 750 kWh elektrische energie per ton afval worden teruggewonnen (ongeveer 26%). De netto elektriciteitsproductie bedraagt gemiddeld 22% van de calorische waarde.

Bij gebrek aan specifieke kennis op dit punt wordt aangenomen dat voor het slib het verbruik voor het voeden van de AVI (mengen en handling) niet zal afwijken van het verbruik dat geldt voor de gemiddelde AVI-voeding. Op basis van de iets lagere calorische waarde zal verbranden van het slib wel tot minder rookgassen leiden waardoor het toe te rekenen energieverbruik van de rookgasreiniging onder het gemiddelde zal liggen. Samengevat wordt het energieverbruik per ton slib als geheel dus lager ingeschat dan de 100 kWh per ton die geldt voor de gemiddelde AVI-voeding en gerekend wordt met 75 kWh per ton slib. Per een ton o/w/s (0,3 ton slib) betekent dit een toe te rekenen verbruik van 22,5 kWh.

De exacte toerekening van de geproduceerde energie dient plaats te vinden op basis van de calorische waarde van het te verstoffen afval. Voor het residu wordt de calorische waarde geschat op ongeveer 10,2 MJ/kg (Aerts, 2000). Uitgaande van een deze calorische waarde, 0,3 ton slib per ton o/w/s en een bruto elektrisch rendement van 26% levert dit netto 221 kWh elektriciteit per ton o/w/s.

Met behulp van de proceskaarten voor reststoffen in achtergronddocument A1 bij MER-LAP en de hoeveelheden geproduceerde AVI-reststoffen (zie paragraaf 12.3) zijn de energieverbruiken voor de verwerking van de reststoffen bepaald. Deze staan in tabel 12.3 weergegeven.

Tabel 5.3; Energieverbruik verwerking AVI-reststoffen

Verwerking	omvang in kg per ton o/w/s	Verbruik per ton reststof	Verbruik per ton o/w/s
Immobilisatie vliegias: elektriciteit	7,1	5,2 kWh	0,037 kWh
Stort vliegias: diesel	7,1	87 MJ	0,618 MJ
Stort rookgasreinigingsresidu: diesel	4,64	105 MJ	0,487 MJ

Energieverbruik nuttige toepassing

Voor de nuttige toepassing van AVI-slak wordt aangenomen dat dit geen extra energie kost ten opzichte van het aanbrengen van regulier ophoogmateriaal.

Vermeden energieverbruik

De onder "energieverbruik/productie in een AVI" genoemde hoeveelheden energie behoeven niet met behulp van primaire (fossiele) brandstoffen te worden geproduceerd. De vermeden milieu-ingrepen bij de winning, het transport en het gebruik van de primaire brandstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

Door AVI-slakken als ophoogmateriaal toe te passen wordt het energieverbruik voor de winning van zand vermeden. Deze vermeden milieu-ingrepen worden als negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen.

12.6 Bedrijfsmiddelen

Verwerking slibfractie in een AVI

De rookgasreiniging van een AVI verbruikt NaOH (20%), Ca(OH)₂ en ammoniak (25% NH₄OH). De hoeveelheden natronloog en kalk hangen af van het halogeen- en zwavelgehalte van de afvalstof. Uitgaande van de samenstelling van het slib (zie tabel 2.2) en het gebruikte AVI-model (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) is het verbruik van natronloog en kalk te berekenen en dit komt op 9,15 kg respectievelijk 0,99 kg per ton o/w/s.

Naast kalk en natronloog wordt ook gebruik gemaakt van ammoniak ter reductie van de NO_x-emissies. Uitgaande van een verwijderingrendement van 50% door de SNCR en de hoeveelheid residu (300 kg) en een calorische waarde van 10,2 GJ/ton van het residu is er sprake van de verwijdering van 110 gram NO_x door de SNCR, hetgeen betekent een verbruik aan NH₄OH (25%) van 190 gram per ton o/w/s.

De geproduceerde vliegias wordt na immobilisatie gestort, en daarvoor is cement nodig en wel 100 kg per ton. Het rookgasreinigingsresidu wordt gestort in big-bags met een extra PE-afdekhoes en zand. Uitgaande van de proceskaarten in achtergronddocument A1 bij MER-LAP is voor het storten van rookgasreinigingsresidu per ton 3,3 kg big-bag, 1,3 kg PE-hoes en 750 kg zand nodig. Dit is voor 7,1 kg vliegias en 4,44 kg rookgasreinigingsresidu verder uitgewerkt in tabel 12.4.

Tabel 12.4; Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking reststoffen AVI

Verwerking	omvang reststroom in kg per ton o/w/s	Hoeveelheid in kg per ton reststof	Hoeveelheid per ton o/w/s (kg)
Immobilisatie vliegias - cement	7,1	100	0,71
Storten rookgasreinigingsresidu - big-bags - PE - zand	4,64	3,3 1,3 750	15,3 g 6 g 3,48 kg

12.7 Emissies naar lucht

Verwerking van de oliehoudende slibfractie van o/w/s leidt tot emissies naar lucht. Op basis van de hoeveelheid slib, de samenstelling van het slib (hoofdstuk 2) en de massabalans voor een AVI (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP van dit MER) zijn de emissies bij de verbranding vastgesteld. De componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht bij verbranding van de slibfractie in een AVI staan weergegeven in tabel 12.5 en 12.6.

Tabel 12.5: Componentgebonden emissies naar lucht bij verbranding slibfractie van o/w/s in een AVI

Comp.	Input (g/ton o/w/s)	Percentage van input naar lucht	Emissie naar lucht mg/ton o/w/s
As	5,4	0,07	3,8
Cd	0,36	0,5	1,8
Co	4,38	0,07	3,1
Cr	18,3	0,07	12,8
Cu	67,8	0,07	47,4
Hg	0,93	3	27,9
Mn	59,4	0,07	41,6
Ni	15,3	0,07	10,7
Pb	54,3	0,07	38,0
Sb	0,06	0,07	0,04
Se	0,18	0,07	0,13
Sn	2,73	0,07	1,9
V	21,9	0,07	15,3
Zn	287,7	0,07	201,4
Cl	1260	0,2	2520
F	180	5	9000
S	3660	0,6	21960 (1)
CO ₂			2,62*E8 (2)

1) In SO₂

2) Gebaseerd op het kental van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000)

Tabel 12.6 Procesgebonden emissies naar lucht bij verbranding slibfractie van o/w/s in een AVI

Component	Emissie per GJ input (kg)	Emissie slibfractie van 1 ton o/w/s (kg)
NO _x	0,37	0,11
NH ₃	0,018	0,0055
CO	0,122	0,037
C _x H _y	0,031	0,009
Dioxines (TEQ)	3E-10	9E-11
Fijn stof	0,018	0,0059

12.8 Emissies naar water

De verwerking van de oliehoudende slibfractie van o/w/s in een AVI leidt niet tot emissies naar water, omdat uit is gegaan van een droge rookgasreiniging.

12.9 Emissies naar bodem

Bij de stort van AVI-vliegas en bij de nuttige toepassing van AVI-slakken kunnen emissies naar de bodem optreden. Voor AVI-rgrrr wordt aangenomen dat geen uitloging plaatsvindt vanwege het storten in big-bags met extra afdekhoes waardoor water niet bij het materiaal kan komen. Op basis van de massabalans voor een AVI (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP van dit MER en paragraaf 12.2) is per component bepaald welk deel van de input terecht komt in slak, vliegas en rookgasreinigingsresidu (rgrrr). Op basis van de proceskaarten voor de reststoffen (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) is de uitloging naar bodem bepaald. De emissies naar de bodem zijn weergegeven in tabel 12.7 tot en met 12.9.

Tabel 12.7; Emissies naar bodem uit AVI-slak

Comp.	Percentage in slak (g/ton o/w/s)	Percentage emissie naar bodem (%)	Emissie naar bodem (mg/ton o/w/s)
As	4,62	0,05	2,31
Cd	0,18	0,05	0,09
Co	3,75	0,05	1,88
Cr	15,65	0,05	7,82
Cu	57,99	0,05	29,00
Hg	0	0,05	0
Mn	50,80	0,05	25,40
Ni	13,09	0,05	6,55
Pb	46,44	0,05	23,22
Sb	0,05	0,55	0,28
Se	0,15	0,05	0,08
Sn	2,33	0,05	1,17
V	18,73	0,05	9,37
Zn	246	0,05	123
Cl	126	27,95	35217
F	108	0,05	54
S	2185	3,35	73197,5 (1)

(1) In SO₄

Tabel 12.8 Emissies naar bodem uit AVI-vliegas

Comp.	Percentage in vliegas (g/ton o/w/s)	Percentage emissie naar bodem (%)	Emissie naar bodem (mg/ton o/w/s)
As	0,74	0,1	1,48
Cd	0,16	0,1	0,16
Co	0,06	0,2	0,12
Cr	2,51	0,1	2,51
Cu	9,29	0,1	9,29
Hg	0,05	0,1	0,047
Mn	0,81	0,1	0,81
Ni	2,10	0,1	2,10
Pb	7,44	0,1	7,44
Sb	0,00	0,1	0,00
Se	0,00	0,8	0,02
Sn	0,37	0,1	0,37
V	3,00	0,3	9,00
Zn	39,41	0,1	39,41
Cl	252,00	3,2	8064
F	27,00	0,9	243
S	732,00	1,1	8052 (1)

(1) In SO₄

12.10 Finaal afval

In tabel 12.10 staan de hoeveelheden finaal, te storten afval weergegeven. In de proceskaarten voor de AVI-reststoffen (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP) zijn de hoeveelheden te storten afval gegeven per ton reststof. Op basis van de hoeveelheden reststoffen zijn voor de slibfractie van 1 ton o/w/s de te storten hoeveelheden afval bepaald.

Tabel 12.10; Hoeveelheden te storten afval

Te storten afval	Hoeveelheid voor slibfractie van 1 ton o/w/s (kg)
AVI-vliegas	10,3
AVI-rookgasreinigingsresidu	4,64

Bijlage 1

Balans natriumbehandeling

In tabel B1 is de balans op componentniveau opgenomen waarmee in dit MER is gerekend. Ter toelichting op de totstandkoming hiervan het volgende

- kolom 2 bevat de samenstelling van de 20 kg oliehoudende fractie van o/w/s , welke is overgenomen van tabel 2.2
- kolommen 3 en 4 zijn tot stand gekomen na overleg met Ir. A. Klein van Opdenkamp adviesgroep¹⁵. Wat feitelijk is gebeurd is dat de data uit tabel 13.11b van het MER van North-Refinery (de kolom atmosferische destillatie) zijn gecorrigeerd voor de emissies die behoren bij de PEC-verwerking van reststromen. Die verwerkingsstap blijft immers nu buiten beschouwing. Met name voor de emissies naar lucht valt hierdoor bijna alles weg omdat deze bijna geheel door de PEC-stap werden veroorzaakt.
 - Hierbij is er vanuit gegaan dat van de verschillende metalen $2,3 \cdot 10^{-3}$ procent van de input in de waterlaag komt. Dit gebaseerd op het gegeven dat in het MER van North-Refinery en het memo van Ir. A. Klein een aantal metalen als verzamelcategorie is gegeven, dat de totale input voor deze metalen daar 94,85 g/ton is, en dat de emissie naar water is volgens opgave van Opdenkamp 2,1 mg/ton bedraagt (inclusief PEC was dit 38 mg/ton). 2,1 mg op 94850 mg geeft deze factor van $2,3 \cdot 10^{-3}$ procent.
 - Daarnaast zijn de waarden voor CZV t/m EOCl gecorrigeerd met een factor 0,02 daar we hier spreken over 20 kg olie per ton o/w/s en de geleverde cijfers betrekking hadden op een ton olie.
- kolom 5 is de resultante van kolom 2 minus de kolommen 3 en 4 en geeft een beeld van de olie die na de atmosferische destillatie de Natriumbehandeling in gaat.
- De waterfractie van kolom 6 is de fractie die ontstaat door de injectie van water in de gedehalogeneerde oliefractie en het afscheiden daarvan via centrifuge, gecombineerd met het eventueel extra drogen van de zware fractie na vacuümdestillatie via filmverdamping (zie de procesbeschrijving stappen F en G).
 - Voor de omvang (40 liter per ton) is aangesloten bij het gemiddelde waterverbruik per ton olie zoals aangegeven in de procesbeschrijving onder F (zie ook bijbehorende voetnoot) en de samenstelling is afgeleid van tabel 5 van de aanvraag van North-Refinery. In dit concrete geval (20 liter olie per ton o/w/s) is dus gerekend met 0,8 liter water en zijn de waarden voor CZV, BZV, CxHy en EOCl ook hier gecorrigeerd met een factor 0,02.
 - Verder is voor de verzamelcategorie "overige metalen", waar de tabel uit de aanvraag van North-Refinery een totale emissieconcentratie van 1 mg/l noemt (m.u.v. kwik want daar noemt de aanvraag van North-Refinery wel een expliciete emissieconcentratie), uitgerekend hoeveel aan metalen er in totaal in de te behandelen oliefractie zitten (kolom van onderstaande tabel) en is op basis van de emissie van 1 mg/l voor de som bepaald wat dat per metaal betekent.
 - Daarnaast is voor het halogeengehalte uitgegaan van een restconcentratie van 50 ppm in de resterende oliefractie (d.w.z. in de kolommen 7 t/m 9), en is alle overblijvende Chloor (d.w.z. kolom 5 min de kolommen 7 t/m 9) toegerekend aan de waterfractie (als NaCl)
 - De hoeveelheid OH is gebaseerd op omzetting van alle water in kolom 5 in natriumhydroxide en waterstof
 - De hoeveelheid Natrium tenslotte is gebaseerd op de hoeveelheid gevormd NaCl en de hoeveelheid gevormd NaOH.

- Voor de kolommen 7 t/m 9 zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.
 - Zoals hiervoor aangegeven is voor Chloor uitgegaan van een maximale concentratie van 50 ppm, na dehalogenatie.
 - Voor de verdeling van zwavel is uitgegaan van een maximale concentratie van 0,2% in de gasoliefractie en een maximale concentratie van 0,7% in de stookoliefractie. Hiermee voldoet het initiatief voor deze stromen aan de doelstelling om te komen toe commercieel afzetbare brandstoffen. De rest van de zwavel komt in de zware residu-fractie. Met de vracht aan zwavel in deze afvalstroom bleek na aftrek van 0,2% voor de gasolie dat er dat voor stookolie geen 0,7% zwavel meer resteerde. Het restant is aan stookolie toegerekend, waarna het zwavelgehalte in het residu op nul is gezet.
 - Voor de metalen is aangenomen dat deze bij de vacuümdestillatie allen terechtkomen in de zware residu-fractie

Tabel B1; balans op componentniveau voor olie met de normale samenstelling

1	2	3	4	5	6	7	8	9
aspect	samenstelling (mg/ton)	naar water bij atm. dest. (mg/ton)	naar lucht bij atm. dest. (mg/ton)	naar de ontwa- terde olie (mg/ton)	water	gasolie	stookolie	residu
omvang	20000000	2974500	0	17025500	800000	850125	14112075	2040300
water	3000000	2974500	0	25500	800000	0	0	0
Cl	40000	0	0	40000	39150	43	706	102
S	46000	0	0	46000	0	1700	44300	0
As	29	0,000667	0	28,999333	0,06	0,00	0,00	28,999333
Co	660	0,01518	0	659,98482	1,33	0,00	0,00	659,98482
Cr	2260	0,05198	0	2259,94802	4,56	0,00	0,00	2259,94802
Cu	2120	0,04876	0	2119,95124	4,28	0,00	0,00	2119,95124
Hg	0,012	0,000000276	0	0,011999724	0,04	0,00	0,00	0,011999724
Ni	390	0,00897	0	389,99103	0,79	0,00	0,00	389,99103
Pb	2640	0,06072	0	2639,93928	5,33	0,00	0,00	2639,93928
Se	104	0,002392	0	103,997608	0,21	0,00	0,00	103,997608
V	600	0,0138	0	599,9862	1,21	0,00	0,00	599,9862
Zn	11000	0,253	0	10999,747	22,22	0,00	0,00	10999,747
CZV	-	1600	0	-	28000	-	-	-
BZV	-	64	0	-	1880	-	-	-
CxHy	-	0,6962	1,24	-	16	-	-	-
PAK	-	0,0056	0	-	0	-	-	-
PCB	-	0,00038	0	-	0	-	-	-
fenol	-	0,0082	0	-	0	-	-	-
BTEX	-	0,022	0	-	0	-	-	-
EOCl	-	0,162	0	-	8	-	-	-
OH	-	0	0	-	24083	-	-	-
Na	-	0	0	-	57948	-	-	-

Bijlage 2:

Overzichten milieu-ingrepen

Verwerkingstechniek: OLIE-1 (DTO)			
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie stort reststoffen	0,008 0,0109
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	olie NaOH (20%) kalk (as) (per schip) filterkoek vliegass slak bedrijfsm. ov. cement	9 (16) 0,001 (75) 0,001 (10) 0,018 (-) 0,02 (10) 0,01 (10) 0,04 (10) 0,001 (10) 0,018 (30)
3.	Energiegebruik	installatie stort filterkoek stort slak stort vliegass	4,39 kWh 0,036 MJ 0,048 MJ 0,017 MJ
4.	Bedrijfsmiddelen	NaOH (20%) kalk ammoniak actief kool HCl (20%) Na-bisulfiet Na ₂ S (13%) electrolyt osmo-treatment cement	7 g 29 g 12 g 386 g 10,4 g 1,2 g 7,4 g 0,2 g 0,6 g 59 g
5.	Emissie lucht (mg)	As Ba Cd Co Cr Cu Hg Mn Mo Ni Pb Sb Se Sn Sr V Zn Cl F S CO ₂ NO _x (kg) CO (kg) CxHy (kg) Dioxines (kg) fijn stof (kg)	0,02 0,013 0,98 0,46 1,58 1,48 0,00036 0,38 0,087 0,27 1,85 0,07 0,07 0,27 0,17 0,42 7,7 12 0,05 414 6,95*E7 0,097 0,0097 0,0024 2,44E-11 0,0015

Verwerkingstechniek: OLIE-1 (DTO)			
ASPECT	(specificatie)		INGREEP
6.	Emissie water	As	0,017
		Ba	0,011
		Cd	2,73
		Co	0,396
		Cr	1,36
		Cu	1,27
		Hg	0,00024
		Mn	0,32
		Mo	0,07
		Ni	0,23
		Pb	1,58
		Sb	0,06
		Se	0,06
		Sn	0,23
		Sr	0,14
		V	0,36
		Zn	6,6
Cl	27988		
SO ₄	81351		
7.	Emissie bodem (mg) totaal van emissies via slak, vliegashouding en rgr	As	0,020
		Ba	0,032
		Cd	0,107
		Co	0,430
		Cr	22,351
		Cu	1,359
		Hg	0,000
		Mn	0,346
		Mo	1,447
		Ni	0,815
		Pb	1,693
		Sb	0,181
		Se	0,067
		Sn	0,247
		Sr	0,153
		V	0,385
		Zn	7,052
Cl	879		
F	0,181		
SO ₄	314,042		
8.	Finaal afval / te storten rest	geïmm. filterkoek	440 g
		slak	800 g
		vliegashouding	235 g
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-
10.	Vermeden energie	levering aan net	0,024 MWh
11.	Vermeden emissie lucht		-
12.	Vermeden emissie water		-
13.	Vermeden emissie bodem		-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	demi-water	0,325 m ³
15.	Overig		-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek: OLIE-2 (cementoven)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
				1 (b)	2 (c)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	-	geen	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	halo-olie	6 (16)	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	-	-	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	kalksteen	18,2 kg	0	als normaal
5.	Emissie lucht (mg)	As	0,015	als normaal	als normaal
		Ba	0,009		
		Cd	0,65		
		Co	0,33		
		Cr	1,13		
		Cu	1,06		
		Hg	0,001		
		Mn	0,27		
		Mo	0,062		
		Ni	0,195		
		Pb	1,32		
		Sb	0,053		
		Se	0,052		
		Sn	0,193		
		Sr	0,119		
		V	0,3		
		Zn	5,5		
		Cl	240		
		F	0,45		
		S	3312		
		CO ₂	6,95*E7		
		NO _x (kg)	0,389		
		CO (kg)	0,122		
		CxHy (kg)	0,032		
		Dioxines (kg)	2,44 ^E -11		
		fijn stof (kg)	0,0073		
6.	Emissie water	-	geen	als normaal	als normaal
7.	Emissie bodem (mg)	As	0	als normaal	0,015
		Ba	0		0,009
		Cd	0		0,839
		Co	0		0,33
		Cr	0		1,130
		Cu	0		1,060
		Hg	0		0,000121
		Mn	0		0,27
		Mo	0		0,062
		Ni	0		0,195
		Pb	0		1,320
		Sb	0		0,053
		Se	0		0,052
		Sn	0		3,088
		Sr	0		0,119
		V	0		0,300
		Zn	0		5,495
		Cl	0	19,88	
		F	0	0,023	
		SO ₄	0	66,52	
8.	Finaal afval / te storten rest	-	-	als normaal	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	kolen	9,6 (16)	0	als normaal
		stookolie	0 (16)	4	

Verwerkingstechniek: OLIE-2 (cementoven)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
				1 (b)	2 (c)
10.	Vermeden energie	-	-	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	Ag	0	0	als normaal
		As	0,097	0,008	
		Ba	7,68	0	
		Cd	0,28	0	
		Co	1,08	0,02	
		Cr	1,44	0,003	
		Cu	1,27	0,01	
		Hg	2,39	0,0072	
		Mn	20,28	0	
		Mo	0,096	0,005	
		Ni	2,12	0,30	
		Pb	1,61	0,09	
		Sb	0,36	0	
		Se	0,12	0,0075	
		Sn	0,36	0	
		Sr	5,28	0	
		V	9,58	0,60	
		W	0	0	
		Zn	6,34	0,035	
		Cl	547,2	10,8	
		F	44,64	1,8	
		SO ₂	59098	13392	
		CO ₂	6,95*E7	6,95*E7	
		NOx (kg)	0,389	0,389	
		CO (kg)	0,122	0,122	
		CxHy (kg)	0,032	0,032	
		Dioxines (kg)	2,44 ^E -11	2,44E-11	
		fijn stof (kg)	0,0073	0,0073	
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	kolen	0,048 ton	0	als normaal
		stookolie	0 ton	0,020	
15.	Overig	-	-	als normaal	als normaal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "vermeden stookolie"
- (c) Gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

Verwerkingstechniek: OLIE-2b (cementoven zonder vermeden emissies)				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse (a)
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	-	geen	als normaal
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	-	-	als normaal
15.	Overig	-	-	als normaal

- (a) Gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"
- (b) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek: OLIE-3 (E-centrale)				
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	-	-	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht) (b)	halo-olie kalk (water) (weg) gips	1 (16) 0,059 (-) 0,005 (10) 0,006 (10)	als normaal
3.	Energiegebruik	voorbewerking	0,7 kWh	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	kalk	0,098 kg	als normaal
5.	Emissie lucht (mg, tenzij <i>Dit betreft de som van de directe emissie van de cen- trale en de emissie t.g.v. de toepassing van de assen</i>)	As Ba Cd Co Cr Cu Hg Mn Mo Ni Pb Sb Se Sn Sr V W Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NOx (g) NH3 (g) CO (g) CxHy (g) Dioxines (g) fijn stof (g)	0,043 0,027 1,879 0,986 3,378 3,168 0,002 0,807 0,185 0,583 3,945 0,158 0,155 0,577 0,356 0,897 0,000 16,440 2060 6,908 9211,5 6,95*E7 48,7 0,97 4,87 1,22 4,8 E-9 2,46	als normaal
6.	Emissie water (mg)	Cl	28000	als normaal
7.	Emissie bodem (mg)	As Ba Cd Co Cr Cu Hg Mn Mo Ni Pb Sb Se Sn Sr V Zn Cl F SO ₄	0 0	0,014 0,009 0,752 0,326 1,12 1,05 0,00001 0,27 0,06 0,193 1,31 0,052 0,051 3,05 0,118 0,297 5,44 5 0,006 17,25

Verwerkingstechniek: OLIE-3 (E-centrale)				
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
8.	Finaal afval / te storten rest	-	-	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	E-as kolen kalk (water) (weg) gips	2,18 (10) 5,8 (16) 0,204 (-) 0,017 (10) 0,027 (10)	als normaal
10.	Vermeden energie	voorbewerking productie	2,03 kWh 345,1 MJ	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht	-	-	als normaal
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsm.	kalk	0,34 kg	als normaal
15.	Overig	secund. gips vermeden gips	0,159 kg 0,78 kg	als normaal

- (a) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging"
- (b) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek OLIE-4 (destillatie en natriumbehandeling)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse (a)	
				1 (b)	1 (c)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie	0,0126	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	Halo-olie Gasolie Stookolie Residu Natrium Paraffineolie	4 (16) 0,033 (16) 0,49 (16) 1,02 (16) 0,004 (rail) 0,014 (8)	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	dehalogenatie overige stappen	13 MJ _{th} 1,42 MJ _e 9,46 MJ _{th} 1,62 MJ _e	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	Natrium paraffine water	58 g 191 g 800 g	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht (mg)	CxHy As Co Cr Cu Hg Ni Pb Se V Zn Cl SO ₂ CO ₂ NO _x (g) CO (g) C _x H _y (g) Dioxines(g) fijn stof (g)	1240 0,01 0,33 1,13 1,06 0,00 0,19 1,32 0,05 0,30 5,50 0,61 0,00 3509600 19,68 6,15 1,64 1,23E-09 0,123	als normaal	als normaal
6.	Emissie water	Cl As Co Cr Cu Hg Ni Pb Se V Zn CZV BZV C _x H _y PAK PCB fenol BTEX EOCl OH Na	3,91E+04 5,92E-02 1,35E+00 4,62E+00 4,33E+00 4,00E-02 7,97E-01 5,39E+00 2,12E-01 1,23E+00 2,25E+01 2,96E+04 1,94E+03 1,67E+01 5,60E-03 3,80E-04 8,20E-03 2,20E-02 8,16E+00 2,41E+04 5,79E+04	als normaal	als normaal

Verwerkingstechniek OLIE-4 (destillatie en natriumbehandeling)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse (a)	
				1 (b)	1 (c)
7.	Emissie bodem (mg)	As	0	als normaal	0,014
		Co	0		0,330
		Cr	0		1,129
		Cu	0		1,059
		Hg	0		0,000
		Ni	0		0,195
		Pb	0		1,319
		Se	0		0,052
		V	0		0,300
		Zn	0		5,497
		Cl	0		0,051
		SO4	0		0,000
		8.	Finaal afval / te storten rest		-
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	kolen	0,486 (16)	0	als normaal
		stookolie	0 (16)	0,204	
10.	Vermeden energie	-	-	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	Ag	0	0	als normaal
		As	0	0	
		Ba	0,39	0	
		Cd	0,01	0	
		Co	0,05	0,001	
		Cr	0,07	0	
		Cu	0,06	0,001	
		Hg	0,12	0	
		Mn	1,03	0	
		Mo	0	0	
		Ni	0,11	0,015	
		Pb	0,08	0,005	
		Sb	0,02	0	
		Se	0,01	0	
		Sn	0,02	0	
		Sr	0,27	0	
		V	0,48	0,031	
		W	0	0	
		Zn	0,32	0,002	
		Cl	27,70	0,551	
		F	2,26	0,092	
SO2	8975,45	2049			
CO2	3509600	3509600			
NOx (g)	19,68	19,68			
CO (g)	6,15	6,15			
CxHy (g)	1,64	1,64			
Dioxines(g)	1,23E-09	1,23E-09			
fijn stof (g)	0,123	0,123			
12.	Vermeden emissie water		geen	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		geen	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	gasolie	0,85 kg	0,85	als normaal
		stookolie	14,11 kg	14,11	
		kolen cem.-oven	2,43 kg	0	
		olie cem.-oven	0 kg	1,02	
		kalksteenmeel	0 kg	1 kg	
15.	Overig		-		als normaal

(a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses

"meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "uitsparing stookolie"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

Verwerkingstechniek: SLIB-1 (DTO)			
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie stort reststoffen	0,12 0,808
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	slib NaOH (20%) kalk (as) (per schip) filterkoek vliegass slak bedrijfsm. ov. cement	45 (16) 0,041 (75) 0,671 (10) 0,056 (-) 0,3 (10) 0,96 (10) 3,84 (10) 0,022 (10) 0,762 (30)
3.	Energiegebruik	installatie stort filterkoek stort slak stort vliegass	65,8 kWh 6,86 kg olie 0,545 MJ 4,61 MJ 1,66 MJ
4.	Bedrijfsmiddelen	NaOH (20%) kalk ammoniak actief kool HCl (20%) Na-bisulfiet Na ₂ S (13%) electrolyt osmo-treatment cement	549 g 1118 g 180 g 5790 g 156 g 18 g 111 g 3 g 9 g 2420 g
5.	Emissie lucht (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NOx (kg) CO (kg) CxHy (kg) Dioxines (kg) fijn stof (kg)	3,78 2,70 0,31 12,81 47,46 27,90 4,16 10,71 38,01 0,004 0,013 1,91 15,33 201,4 378 198 32940 2,62 E8 0,367 0,037 0,009 9,2 ^E -11 0,0059

Verwerkingstechniek: SLIB-1 (DTO)			
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	
6.	Emissie water	As	3,24
		Cd	7,56
		Co	0,26
		Cr	10,98
		Cu	40,68
		Hg	18,60
		Mn	3,56
		Ni	9,18
		Pb	32,58
		Sb	0,004
		Se	0,011
		Sn	1,64
		V	13,14
		Zn	172,6
		Cl	881622
F	0		
SO4	6672710		
7.	Emissie bodem (mg) <i>totaal van emissies via slak, vliegashouding en rgr</i>	As	3,637
		Ba	0,000
		Cd	0,296
		Co	0,286
		Cr	180,986
		Cu	43,467
		Hg	0,465
		Mn	3,808
		Mo	0,000
		Ni	31,992
		Pb	34,812
		Sb	0,010
		Se	0,012
		Sn	1,750
		Sr	0,000
V	14,040		
W	0,000		
Zn	184,4		
Cl	27688,5		
F	724,2		
SO4	24986,8		
8.	Finaal afval / te storten rest	geïmm. filterkoek	76,8 kg
		slak	22,56 kg
		vliegashouding	6,6 kg
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-
10.	Vermeden energie	levering aan net	0,09 MWh
11.	Vermeden emissie lucht		-
12.	Vermeden emissie water		-
13.	Vermeden emissie bodem		-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	demi-water	1,24 m ³
15.	Overig		-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek: SLIB-2 (cementoven)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
				1 (b)	2 (c)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	-	geen	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	halo-olie	90 (16)	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	-	-	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	-	-	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NOx (kg) CO (kg) CxHy (kg) Dioxines (kg) fijn stof (kg)	2,70 1,80 0,22 9,2 33,9 55,8 2,97 7,65 27,15 0,003 0,010 1,37 10,95 143,9 7560 1800 263520 2,62*E8 1,47 0,459 0,122 9,18*E-12 0,028	als normaal	als normaal
6.	Emissie water	-	geen	als normaal	als normaal
7.	Emissie bodem (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₄	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	als normaal	2,7 2,34 0,22 9,15 33,9 9,57 2,97 7,65 27,1 0,003 0,009 21,8 11,0 143,8 626,2 89,1 5292,4
8.	Finaal afval / te storten rest	-	geen	als normaal	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	kolen stookolie	36 (16) 0 (16)	0 15	als normaal
10.	Vermeden energie	-	geen	als normaal	als normaal

Verwerkingstechniek: SLIB-2 (cementoven)					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)	
				1 (b)	2 (c)
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	Ag	0	0	als normaal
		As	0,36	0,03	
		Ba	28,8	0	
		Cd	1,05	0	
		Co	4,06	0,075	
		Cr	5,40	0,011	
		Cu	4,77	0,038	
		Hg	8,96	0,027	
		Mn	76,1	0	
		Mo	0,36	0,019	
		Ni	7,95	1,125	
		Pb	6,03	0,338	
		Sb	1,35	0	
		Se	0,45	0,028	
		Sn	1,35	0	
		Sr	19,8	0	
		V	35,91	2,25	
		W	0	0	
		Zn	23,76	0,131	
		Cl	2052	40,5	
		F	167,4	6,75	
SO ₂	221616	50220			
CO ₂	2,62*E8	2,62*E8			
NOx (kg)	1,47	1,47			
CO (kg)	0,459	0,459			
CxHy (kg)	0,122	0,122			
Dioxines (kg)	9,18*E-12	9,18*E-12			
fijn stof (kg)	0,028	0,028			
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	kolen	180 kg	0	als normaal
		stookolie	0 kg	75	
		kalksteenmeel	24 kg	96	
15.	Overig	-	-	als normaal	als normaal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "vermeden stookolie"
- (c) Gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

Verwerkingstechniek: slib-2b (cementoven zonder vermeden emissies)				
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse (a)	
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	-	geen	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	halo-olie	90 (16) (b)	als normaal
3.	Energiegebruik	-	-	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	-	-	als normaal
5.	Emissie lucht (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NO _x (kg) CO (kg) C _x H _y (kg) Dioxines (kg) fijn stof (kg)	2,70 1,80 0,22 9,2 33,9 55,8 2,97 7,65 27,15 0,003 0,010 1,37 10,95 143,9 7560 1800 263520 2,62*E8 1,47 0,459 0,122 9,18*E-12 0,028	als normaal
6.	Emissie water	-	geen	als normaal
7.	Emissie bodem (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₄	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	2,7 2,34 0,22 9,15 33,9 9,57 2,97 7,65 27,1 0,003 0,009 21,8 11,0 143,8 626,2 89,1 5292,4
8.	Finaal afval / te storten rest	-	geen	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	-	geen	als normaal
10.	Vermeden energie	-	geen	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	-	geen	als normaal
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	kalksteenmeel	96 kg	als normaal
15.	Overig	-	-	als normaal

(a) Gevoeligheidsanalyse "toch uitloging"

- (b) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek: SLIB-3 (TGI)				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	gevoeligheidsanalyse (a)
8.	Finaal afval / te storten rest	rookgasreinigingsresidu	2,04 kg	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	-	geen	als normaal
10.	Vermeden energie	-	geen	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	-	geen	als normaal
12.	Vermeden emissie water	-	-	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	-	-	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	grond	230 kg	als normaal
15.	Overig	-	-	als normaal

- (a) Gevoeligheidsanalyse "toch emissie naar bodem"
- (b) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Verwerkingstechniek: SLIB-4 (AVI)		
ASPECT	(specificatie)	INGREEP
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie stort vliegass stort rgr 0,0132 0,069 0,065
2.	Transport in tkm (ton/vracht) (a)	Slibfractie AVI-slak Rookgasreinigingsresidu Vliegass Afdek materiaal (as) (water) Kalk (water) (as) Bedrijfsm. AVI 12 (16) 6,67 (10) 0,23 (10) 0,92 (10) 0,122 (20) 0,174 (-) 0,569 (-) 0,05 (10) 0,70 (10)
3.	Energiegebruik	installatie immob. vliegass stort vliegass berging rgr 22,5 kWh 0,037 kWh 0,618 MJ 0,487 MJ
4.	Bedrijfsmiddelen	Kalk (Ca(OH) ₂) Natronloog (20%) NH ₄ OH (25%) big-bag PE-hoes afdekkand cement 0,99 kg 9,15 kg 190 g 15,3 g 6 g 3479 g 0,71 kg
5.	Emissie lucht (mg)	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NOx (kg) NH ₃ (kg) CO (kg) CxHy (kg) Dioxines (kg) fijn stof (kg) 3,8 1,8 3,1 12,8 47,4 27,9 41,6 10,7 38,0 0,04 0,13 1,9 15,3 201,4 2520 9000 21960 2,62*E8 0,11 0,0055 0,037 0,009 9E-11 0,0059
6.	Emissie water	- geen

Verwerkingstechniek: SLIB-4 (AVI)			
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	
7.	Emissie bodem (mg) <i>Dit betreft de som van emissie via de slak en via het vliegias</i>	As Cd Co Cr Cu Hg Mn Ni Pb Sb Se Sn V Zn Cl F SO4	3,789 0,252 0,309 10,333 38,283 0,047 3,354 8,639 30,66 0,029 0,027 1,541 18,366 162,45 43281 297 81250,2
8.	Finaal afval / te storten rest	vliegias-immobilisaat rookgasreiningsresidu	10,3 kg 4,64 kg
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	zand (as) (water)	3,11 4,45
10.	Vermeden energie	geleverde stroom	221 kWh
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	-	geen
12.	Vermeden emissie water	-	geen
13.	Vermeden emissie bodem	-	geen
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	zand	88,9 kg
15.	Overig	-	-

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.

Bijlage 3:

Literatuur

ATF, 1998

Wm-vergunningsaanvraag (inclusief MER) van ATF Chemie te Drachten, 1998.

AVR, 1999

Milieujaarverslagen 1999, AVR-bedrijven

OAG, 2000

Recycling & Utilities North, Vergunningaanvraag Wet Milieubeheer, natriumbehandeling afge-
werkte olie en halogeenhoudende olie, Opdenkamp Adviesgroep B.V., maart 2000.

RUN, 1998

Milieu-effectrapport Recycling and Utilities North, *MERlijn* / OAG, juli 1998

TNO, 1996

Milieu-effectrapport ten behoeve van het Meerjarenplan Gevaarlijke Afvalstoffen II, TNO-STB, april
1996 (inclusief bijbehorend bijlagenrapport)

TNO, 2000

TNO-rapport STB-00-06; "Emissieprofielen Verwijderingstechnologieën Gevaarlijk Afval"

VROM, 2000

Basisdocument gevaarlijk afval 1996-1998, Publicatiereeks afvalstoffen 2000/53, Distributiecen-
trum VROM, april 2000

Watco, 2000

Milieu effect rapport wervelbedverbrandingsinstallatie Watco Roosendaal, Iwaco B.V. West, Rot-
terdam, 16 juni 2000.