

**MILIEUEFFECTRAPPORT
LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN**

**Achtergronddocument A24
Uitwerking “teermastiek”**

Afval Overleg Orgaan
2002

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	5
2. SAMENSTELLING TEERMASTIEK	7
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	9
4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN	11
5. ALTERNATIEF MEESTOKEN IN EEN AVI	13
5.1 Procesbeschrijving	13
5.2 Massabalans en ruimtebeslag	14
5.3 Transport	16
5.4 Energie	17
5.5 Bedrijfsmiddelen	18
5.6 Emissies	19
6. ALTERNATIEF VERBRANDEN IN DRAAITROMMELOVEN	23
6.1 Procesbeschrijving	23
6.2 Massabalans en ruimtebeslag	24
6.3 Transport	26
6.4 Energie	26
6.5 Bedrijfsmiddelen	28
6.6 Emissies	29
7. ALTERNATIEF VERBRANDEN IN CEMENTOVEN	33
7.1 Procesbeschrijving	33
7.2 Massabalans en ruimtebeslag	33
7.3 Transport	34
7.4 Energie	35
7.5 Bedrijfsmiddelen	35
7.6 Emissies	36
8. ALTERNATIEF CIRCULEREND WERVELBEDOVEN	39
8.1 Procesbeschrijving	39
8.2 Massabalans en ruimtebeslag	41
8.3 Transport	41
8.4 Energie	42
8.5 Bedrijfsmiddelen	43
8.6 Emissies	44
9. ALTERNATIEF STORTEN	47
9.1 Procesbeschrijving	47
9.2 Massabalans en ruimtebeslag	47
9.3 Transport	47
9.4 Energie	48
9.5 Bedrijfsmiddelen	48
9.6 Emissies	48

BIJLAGEN

1. Overzicht milieu-ingrepen
2. Literatuurlijst

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 rookgasen van een verbrandingsinstallatie of het milieucompartiment “bodem” via uitloging bij het storten of nuttig toepassen van reststoffen na 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 worden 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 “**teermastiek**”. Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij het bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

2. SAMENSTELLING TEERMASTIEK

Teermastiek is dakbedekkingsmateriaal dat geproduceerd is op basis van een steenkooldestillaat en bevat gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Producten op basis van steenkoolteer worden in Nederland niet meer toegepast voor dakbedekkingsdoeleinden. Teermastiekhoudend afval ontstaat dan ook met name bij het slopen en renoveren van daken.

Puur teermastiek komt zeer weinig vrij. Zo wordt bij lekkages van teermastiekdaken, het teermastiek veelal niet verwijderd, maar door verhitting gevlakt en verkleefd met bitumen. Bij sloop of renovatie wordt veelal een mengsel van teermastiek, bitumen, grind, resten isolatiemateriaal en houtfracties afgevoerd. De globale samenstelling (een aantal componenten) van dit mengsel is vermeld in tabel 2.1 (WATCO, 2000) Deze globale samenstelling is niet volledig 'sluitend'. Aannemende dat de zware metalen een onderdeel vormen van de inerte fractie en het PAK al opgenomen is in de aangegeven koolstof en waterstof dan wordt er ongeveer 10% gemist (om volledig een ton teermastiek te krijgen). Onduidelijk is waar deze resterende 10% uit bestaat (leemte in kennis). Een deel hiervan zal in ieder geval zuurstof zijn. De ingrepen zullen (bij gebrek aan andere informatie) voor alle alternatieven bepaald worden op de in tabel 2.1 aangegeven componenten.

Uit (Watco, 2000) blijkt dat de gemiddelde samenstelling van teermastiek een grote variatie kent. In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" worden de milieukritische componenten alsook de componenten met een relatief grote variatie op hun maximum beschouwd. Concreet betekend dit dat alle zware metalen en de concentratie aan PAK gevarieerd worden. Mogelijke variaties in stookwaarde, asgehalte, koolstof en waterstof zijn niet doorgerekend omdat deze variaties niet los van elkaar te bezien zijn.

Tabel 2.1 Samenstelling teermastiek

Component	Gemiddelde samenstelling (kg/ton)	
	Normale situatie	Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
Asgehalte	400	400
Koolstof	429	429
Waterstof	41	41
Chloride	5	5
Zwavel	14	14
Stikstof	7,1	7,1
PAK	44,2	94,6
Arseen	0,005	0,010
Cadmium	0,0003	0,0013
Chroom	0,015	0,025
Koper	0,023	0,045
Kwik	0,0002	0,0004
Lood	0,032	0,047
Nikkel	0,015	0,024
Vanadium	0,056	0,105
Zink	0,136	0,207
Stookwaarde (MJ/kg)	23,1	23,1

3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

De huidige verwerkingsmethode voor teermastiek is storten. Gezien de calorische waarde van teermastiek wordt echter gezocht naar een zodanige (thermische) verwerking, dat gebruik wordt gemaakt van de energie-inhoud van teermastiek.

Verwerking van puur teermastiek is in het algemeen eerst mogelijk na een voorbewerking, aangezien de afmetingen van teermastiek dakbedekkingsmateriaal in het algemeen groot zijn (lappen). Veelal wordt het teermastiek verkleind voorafgaand aan een thermische verwerking. Een belangrijk aandachtspunt bij thermische verwerking is ook dat teermastiek bij relatief lage temperaturen reeds begint te verweken (90°C).

Thermische verwerkingsmogelijkheden voor teermastiek zijn het verbranden op een roosteroven (AVI), het verbranden in een draaitrommeloven (DTO), het verbranden in een cementoven en het verbranden in een circulerend wervelbedoven.

In tabel 3.1 zijn de verschillende verwerkingsalternatieven voor teermastiek weergegeven, alsook de referentie-installaties die daarbij gehanteerd zijn.

Tabel 3.1 Verwerkingsalternatieven voor teermastiek

Verwerkingstechniek	Referentie-installatie
Verbranden in roosteroven (AVI)	HVC Alkmaar
Verbranden in draaitrommeloven (DTO)	AVR Chemie
Verbranden in cementoven	Ciments d’Obourg
Verbranden in circulerend wervelbedoven	WATCO-Rosendaal
Storten	Stortplaats ARN

De in tabel 3.1 aangegeven referentie-installaties zijn om de onderstaande redenen gekozen.

HVC Alkmaar

De HVC is gekozen, omdat deze moderne “state of the art” AVI ook in andere studies als referentie-installatie is gekozen en een goede weergave is van de gemiddelde AVI in Nederland. Het bij de HVC gekozen principe van rookgasreiniging (RGR) wordt op vele plaatsen toegepast en kan derhalve als representatief worden aangemerkt. Er is echter een groot scala aan rookgasreinigingssystemen te onderscheiden, bijvoorbeeld met een SNCR-DeNO_x, wel of geen afvalwaterlozing, et cetera. Meer in detail beschouwd blijkt dat er geen enkele AVI in Nederland dezelfde RGR bedrijft: er bestaan steeds geringe verschillen in de toegepaste schakelingen, de soort en de hoeveelheid hulpstoffen die gebruikt worden en de soort en hoeveelheid reststoffen die ontstaat. HVC kan echter gezien worden als een zeer representatieve AVI-installatie.

DTO AVR Chemie

AVR Chemie is de enige draaitrommeloven in Nederland voor de verwerking van gevaarlijk afval.

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.

Circulerend wervelbedoven WATCO

De door WATCO te realiseren inrichting in Roosendaal zal de eerste circulerend wervelbedoven in Nederland zijn, waarin teermastiek wordt verwerkt.

Stortplaats ARN

Het betreft hier een reguliere stortplaats die voldoet aan de IBC-criteria (Isoleren, Beheersen en Controleren).

4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN

In het totale afvalbeheerstraject voor teermastiek 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 verwerkingsprocessen ontstaan diverse producten en reststoffen, waarvan enkele nuttig kunnen worden toegepast. Er is dus 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.

Transportafstanden

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-installatie 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 reststromen, etc. Per geval worden daar aanleiding voor is, specifieke uitzonderingen van deze tabel expliciet gemotiveerd.

Tabel 4.1 Gestandaardiseerde transportafstanden

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

Emissies naar water

Voor het verwerken van waterstromen zoals percolaatstromen of waterstromen van het reinigen van apparatuur, wordt voor de ingrepen als ruimtebeslag, energiegebruik, chemicaliëngebruik, etc. gewerkt met een speciaal daartoe ontwikkelde proceskaart in SimaPro. In deze proceskaart zijn dergelijke ingrepen per kuub water opgenomen op basis van de gemiddelde cijfers van een reeks RWZI's. Aangezien de resulterende lozing naar het water te sterk afhangt van de karakteristieken van de afvalstroom om ook hiervoor standaardwaarden te hanteren wordt deze aanpak dus uitsluitend gehanteerd gedaan voor ingrepen als energiegebruik, ruimtebeslag en dergelijke. Voor de uiteindelijk resterende lozingen is dus wel een relatie gelegd met de samenstelling van de vrijkomende waterstroom (en is dus geen standaard ingreep pakket gehanteerd) en zijn de in tabel 4.2 gehanteerde zuiveringsrendementen gebruikt.

Tabel 4.2 Zuiveringsrendementen voor resulterende waterstromen¹

Kenmerk	Waarde
Zuiveringsrendement CZV	90%
Zuiveringsrendement BZV	97%
Zuiveringsrendement Kj-N	89%
Zuiveringsrendement totaal-N	66%
Zuiveringsrendement totaal-P	77%
Ag	75%
As	80%
Ba	75%
Cd	72%
Co	75%
Cr	89%
Cu	92%
Hg	91%
Mo	75%
Ni	46%
Pb	91%
Sb	75%
Se	75%
Sn	75%
V	75%
W	-
Zn	75%

¹ (Zuiveringsschap Limburg, 1998) en eigen aannames voor Ba, Co, Mo, Sb, Se, Sn en V)

5. ALTERNATIEF MEESTOKEN IN EEN AVI

De verwerkingskosten voor het meestoken in een AVI worden geschat op ongeveer 100,- euro per ton teermastiek.

5.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Teermastiek wordt per vrachtwagen vervoerd naar de voorberekingsinrichting. Aangenomen wordt dat de voorberekingsinrichting gesitueerd is naast de AVI.

B. Voorbereking

Het aangevoerde materiaal wordt verkleind tot deeltjes van circa 80 mm en goed met het overige afval in de bunker gemengd. De bunker wordt geventileerd en de afgezogen lucht wordt als verbrandingslucht toegepast in de verbrandingsoven.

C. Verbranden afval

Het afval uit de opslagbunker wordt met een kraan in een trechter gedeponerd. Aan de onderzijde van de trechter bevindt zich een doseerschuij die het afval op een rooster schuift.

Het afvalverbrandingsproces speelt zich af op het rooster, dat bestaat uit bewegende delen. De roosters staan hellend opgesteld en transporteren het brandende afval door de oven. De snelheid van het rooster is zodanig dat een zo volledig mogelijke verbranding wordt bereikt. Het verbrande afval (de slakken) worden aan het einde van het rooster opgevangen en met water gkoeld. De ontslakkers werken afvalwatervrij.

De hete rookgassen die ontstaan bij verbranding worden door een ketel geleid om stoom te produceren. Met de stoom en een turbinegenerator wordt vervolgens elektriciteit geproduceerd. Ook wordt de stoom gebruikt voor warmtelevering.

D. Rookgasreiniging

De rookgasreiniging van de referentie-installatie bestaat uit een E-filter (verwijdering vliegias), een sproeidroger (indampen effluent van ABI), een tweede E-filter (afvangen zouten uit indamping), een meertraps natte wasser (afschieden zure componenten), een doekfilter met injectie van actieve kool (afschieden dioxines, kwik) en een DeNOx-installatie. Het afvalwater uit de wasser wordt in een fysisch-chemische ABI behandeld. De rookgasreiniging produceert dus geen afvalwater. Het afvalwater uit de meertraps natte wasser wordt, na de ABI, verwerkt in de sproeidroger.

Dit principe van rookgasreiniging wordt op vele plaatsen toegepast en kan derhalve als representatief worden aangemerkt. Er zijn vele alternatieven voorhanden, met relatief geringe verschillen ten opzichte van de configuratie bij de referentie-installatie. De totale milieuscore van de diverse RGR's bij de AVI's in Nederland zal onderling echter erg weinig verschil vertonen.

E. Bewerking slakken

De verbrandingslakken worden bewerkt (zeven, ontijzeren, non-ferro-afschieding).

F. Transport bewerkte slakken

De bewerkte slakken worden per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van nuttige toepassing.

G. Nuttig toepassen slakken

De bewerkte verbrandingslakken worden nuttig toegepast.

H. Transport metalen

De in het verwerkingsproces afgescheiden metalen worden per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van nuttige toepassing. Het verwerkte teermastiek levert geen bijdrage aan deze materiaalstroom en de stroom wordt in deze studie derhalve niet verder beschouwd.

I. Recycling metalen

De metalen worden toegepast als secundaire grondstof voor staalproductieprocessen. Het verwerkte teermastiek levert geen bijdrage aan deze materiaalstroom en de stroom wordt in deze studie derhalve niet verder beschouwd.

J. Transport/verwerken vliegas

De in het rookgasreinigingsproces afgescheiden vliegas wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de VBM en wordt geïmmobiliseerd.

K. Transport rookgasreinigingsresidu

De residuen uit het rookgasreinigingsproces worden per vrachtwagen afgevoerd naar de stortplaats.

L. Storten residu van de rookgasreiniging

Er kunnen twee soorten rookgasreinigingsresiduen worden onderscheiden. Het afvalwater uit de natte rookgasreiniging wordt eerst behandeld (neutralisatie met kalk, bezinking), waarbij een mengsel van slecht oplosbare zouten (vooral sulfaten, in de vorm van gips), verontreinigd met zware metalen wordt gevormd: de filterkoek. Het resterende waswater wordt middels de sproei-droger in de rookgasstroom verdampt. De gevormde, merendeels goed oplosbare zouten (chloriden) worden in het tweede E-filter afgescheiden. Ook deze zouten zijn licht verontreinigd met zware metalen. Beide soorten RGR-residu dienen te worden gestort als gevaarlijk afval.

M. Verwerken actieve kool

Voor de verwerking van het met kwik beladen actieve kool zijn verschillende mogelijkheden voorhanden. In het MER-LAP wordt uitgegaan van storten.

5.2 Massabalans en ruimtebeslag

Masabalans

De verwerking van afval in een AVI resulteert in diverse reststoffen (vliegassen, slakken en RGR-residu). Voor het meestoken van teermastiek is in dit MER uitgegaan van de in tabel 5.1 aangegeven verdeling voor de verschillende componenten over de diverse productstromen. Voor de totstandkoming van deze tabel wordt verwezen naar het achtergronddocument A1 bij het MER-LAP.

Tabel 5.1 Overzicht verdeling van componenten voor de AVI

Component	Lucht (%)	Slakken (%)	Vliegas (%)	RGR-residu (%)
As	0,07	85,53	13,7	0,7
Cd	0,5	50	45	4,5
Cr	0,07	85,53	13,7	0,7
Cu	0,07	85,53	13,7	0,7
Hg	3	0	5	92
Ni	0,07	85,53	13,7	0,7
Pb	0,07	85,53	13,7	0,7
V	0,07	85,53	13,7	0,7
Zn	0,07	85,53	13,7	0,7
Cl	0,2	10	20	69,8
S	0,3	59,7	20	20

De in het achtergronddocument A1 van het MER-LAP afgeleide componentenbalans voor een AVI geeft het gemiddelde beeld weer van de verwerking van afvalstoffen in een gemiddelde AVI.

De hoeveelheid RGR-residu wordt specifiek bepaald op basis van die samenstelling. Daarmee is de verwachting dat het aanwezige asrest zich volledig zal verdelen over AVI-slakken en AVI-vliegas in de verhouding 92,6% (slakken) staat tot 7,4% (vliegas), ofwel 370,4 kg slakken en 29,6 kg vliegas.

Voor het bepalen van de hoeveelheid RGR-residu wordt aangenomen dat deze hoeveelheid met name bepaald wordt door de afgevangen hoeveelheden chloor (3.490 gram) en zwavel (2.800 gram). Ten aanzien van de rookgasreiniging is aangenomen dat deze componenten als calciumzouten zullen neerslaan. Op basis hiervan wordt een hoeveelheid van 17,65 kg RGR-residu verwacht. Deze hoeveelheid wordt ook verwacht in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Verder is er nog een hoeveelheid actief kool nodig voor het afvangen van de kwikemissie naar de lucht. In het MER-LAP is aangenomen dat per kg actief kool ongeveer 1.200 mg Hg afgevangen kan worden. Op basis hiervan is voor het meestoken van 1 ton teermastiek met de samenstelling van tabel 2.1 in totaal 153 gram actief kool nodig.

In tabel 5.2 is een overzicht gegeven van de producten en reststoffen die ontstaan bij het verbranden van 1 ton teermastiek. Tevens wordt de uiteindelijke bestemming dan wel toepassing in kaart gebracht.

Tabel 5.2 Overzicht producten en reststoffen door het meestoken teermastiek

Producten en reststoffen	Hoeveelheid reststof per ton teermastiek (kg)	Toepassing / verwijdering
Slakken	370,4	nuttige toepassing
Vliegas	29,6	immobiliseren en storten
RGR-residu	17,65	storten (in big bags)
Beladen actieve kool	0,153	storten

Ruimtebeslag

Het netto ruimtebeslag van de HVC te Alkmaar met een totale verwerkingscapaciteit van ongeveer 450.000 ton afval per jaar bedraagt circa 20.000 m². Het ruimtebeslag per ton afval is derhalve 0,044 m².jr.

Voor de verdere verwerking of het toepassen van de reststoffen van de AVI zijn in achtergronddocument A1 bij het MER-LAP proceskaarten opgesteld. Op basis van deze kaarten is duidelijk dat het ruimtebeslag voor het nuttig toepassen van de AVI-slakken even groot is als het vermeden ruimtebeslag t.g.v. het niet toepassen van het zand. Voor AVI-vliegas is aangenomen dat dit geïmmobiliseerd wordt bij de VBM onder toevoeging van cement. Per ton geïmmobiliseerd AVI-vliegas is het ruimtebeslag gelijk aan 9,71 m².jr. Per ton verwerkt teermastiek komt dit dus overeen met 0,287 m².jr.

Van het RGR-residu is aangenomen dat het gestort wordt in big bags met een bijbehorend ruimtebeslag van 14 m².jr. Per ton teermastiek komt dit dus overeen met 0,247 m².jr.

Het ruimtebeslag t.g.v. het storten van de 153 gram actief kool is, gezien de relatief geringe omvang ervan, verder buiten beschouwing gelaten.

5.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per vrachtwagen plaats van teermastiek en van producten en reststoffen van de afvalverwerkingsinrichting. De te vervoeren producten en reststoffen zijn: teermastiek, bedrijfsmiddelen (zie paragraaf 5.5), slakken, vliegas en rookgasreinigingsresidu.

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport van teermastiek, slakken, vliegas en rookgasreinigingsresidu (inclusief de geringe hoeveelheden actief kool) worden berekend m.b.v. de SimaPro-database. Daarbij wordt tevens uitgegaan van de in tabel 5.3 vermelde transportafstanden (totaal heen en terug), alsmede de beladingen en tkm.

Tabel 5.3 Overzicht hoeveelheden en transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid (kg/ton teermastiek)	Beladingsgraad (ton/vracht)	Afstand	
			(km)	(tkm)
Teermastiek	1000	20	50	50
Slakken	370,4	20	75	27,8
Vliegas	29,6	20	100	3,0
Cement (voor immob.)	2,96	30	300	0,9
RGR-residu	17,65	10	50	0,9
Zand (afdeklaag)	13,24	-	50 (water)	0,7
	13,24	20	35 (weg)	0,5
Kalk	3,66	-	600 (water)	2,20
	3,66	10	50 (weg)	0,18
Bedrijfsmiddelen	36,58	10	75	2,7 ¹⁾
Vermeden zand	370,4	20	35 (land)	13,0
	370,4	-	50 (water)	18,5

1) In de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 36,74 kg bedrijfsmiddelen, ofwel 2,8 tkm.

Voor de verbranding van het teermastiek in een AVI wordt aangenomen dat ongeveer 6 tot 10 AVI's geschikt zijn voor deze bewerking, ofwel 50 km. Conform de proceskaarten van de AVI-reststoffen (achtergronddocument A1) wordt uitgegaan van 75 km voor de slakken, 100 km voor het vliegas en 50 km voor het RGR-residu. Voor de bedrijfsmiddelen is aangenomen dat deze op 3-5 locaties in Nederland voorhanden zijn. Voor de aanvoer van het vermeden ophoozand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer, en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land.

5.4 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik (of productie) van de afvalverwerkingsinrichting
- het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- het vermeden energieverbruik.

Een gemiddelde AVI verbruikt ongeveer 100 kWh elektrische energie per ton afval. Daarnaast kan circa 750 kWh elektrische energie per ton afval worden teruggewonnen. Netto komt dit dus overeen met 650 kWh per ton afval, ofwel een netto rendement van 22% bij een ingaande stookwaarde van 10,5 MJ/kg (en dus een brutorendement van 26%).

De exacte toerekening dient plaats te vinden op basis van de calorische waarde van het hier te verstoken teermastiek. Er wordt, gelet op de samenstelling en de aard van het afval vanuit gegaan dat het energieverbruik voor het voeden van de AVI hoger zal zijn dan voor de gemiddelde AVI-voeding (het teermastiek moet immers verkleind worden). Verder zal doordat de calorische waarde ruim 100% hoger ligt dan die van de gemiddelde AVI-voeding ook aanzienlijk meer rookgassen ontstaan waardoor het toe te rekenen energieverbruik van de rookgasreiniging vermoedelijk (ver) boven het gemiddelde zal liggen. Aangenomen wordt dat het energieverbruik per ton teermastiek ongeveer 220 kWh zal bedragen (evenredig met de hogere stookwaarde van teermastiek).

Voor de toerekening van de geproduceerde energie wordt voor de kunststoffractie uitgegaan van een calorische waarde van 23,1 MJ/kg. Bij een bruto elektrisch rendement van 26% levert dit bruto ongeveer 1.670 kWh elektriciteit per ton teermastiek op.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Voor het energieverbruik bij het verwijderen van de reststoffen wordt uitgegaan van de kentallen opgenomen in achtergronddocument A1 bij het MER-LAP. Voor het vliegias gaat het om 5,2 kWh (voor de menger) en 87 MJ (voor het opbrengen van het immobilisaat) per ton vliegias, ofwel 0,15 kWh en 2,6 MJ per ton teermastiek. Voor het RGR-residu gaat het om 60 MJ (voor het opbrengen van het residu) en 45 MJ (voor aanbrengen afdeklaag) per ton RGR-residu. Per ton teermastiek is dit gelijk aan 1,1 MJ en 0,79 MJ.

Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

De geproduceerde slakken worden nuttig toegepast als secundaire grondstoffen en vervangen de primaire grondstof zand (in de wegenbouw). De samenstelling en daarmee de toepassing van de slakken verandert niet noemenswaardig door de daarin opgenomen hoeveelheden verbrandingsgas van het verwerkte teermastiek. De slakken kunnen zonder verdere bewerking worden gebruikt en het energieverbruik voor het opbrengen van de slakken zal gelijk zijn aan het vermeden energieverbruik voor het opbrengen van zand.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. De slakken vervangen de primaire grondstof zand. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van zand wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegekend. De omvang wordt bepaald door gebruik te maken van een standaard database in SimaPro.

Door de installatie opgewekte hoeveelheid elektriciteit hoeft niet via primaire (fossiele) brandstoffen te worden geproduceerd. Het vermeden energieverbruik bij de winning en het transport van primaire brandstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. De omvang wordt bepaald met de SimaPro-database.

5.5 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van de afvalverwerkingsinrichting
- het verbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het verbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik afvalverwerkingsinrichting

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. Op basis van de samenstelling van teermastiek zoals gegeven in tabel 2.1 is voor het meestoken in een AVI 3,66 kg kalk nodig en 35 kg natronloog.

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 een calorische waarde van 23,1 GJ/ton komt het verbruik aan NH₄OH (25%) op 1,43 kg per ton teermastiek.

Verder is voor het afvangen van het kwik nog 0,153 kg actief kool nodig. Voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" gaat het om 0,307 kg actief kool.

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Zie voor het bedrijfsmiddelenverbruik bij het storten van het vliegias en het RGR-residu ook achtergronddocument A1 bij het MER-LAP. Voor het immobiliseren van het vliegias is 100 kg cement per ton vliegias nodig. Ofwel er is 2,96 kg cement per ton teermastiek nodig.

Voor het storten van het RGR-residu zijn big bags (3,3 kg/ton RGR-residu), PE-hoezen (1,3 kg/ton RGR-residu) en zand (750 kg/ton RGR-residu) nodig. Voor de 17,56 kg RGR-residu zijn dus 0,058 kg big bag, 0,023 kg PE-hoes en 13,24 kg zand nodig.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Bij het gebruik van slakken in de wegenbouw treedt geen gewijzigd verbruik van bedrijfsmiddelen op.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van de primaire grondstof zand wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De effecten van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt bepaald door gebruik te maken van de SimaPro-database.

5.6 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van de afvalverwerkingsinrichting
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen
- de emissies bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- de vermeden emissies.

De emissies van de afvalverwerkingsinrichting

Emissies naar lucht

De emissies naar lucht zoals weergegeven in tabel 5.4 zijn bepaald aan de hand van tabel 5.1 en achtergronddocument A1. Ten aanzien van de CO₂-emissie is aangenomen dat deze afkomstig is van de totale C-input minus de C-output via de procesgebonden emissies CO en C_xH_y.

Tabel 5.4 Emissies naar de lucht voor het meestoken van teermastiek in een AVI

Component	Emissies naar lucht in de normale situatie	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoelig- heidsanalyse "andere samenstelling"
(gram/ton teermastiek)		
Stof	41,92	41,92
CO ₂	1.572.000	1.572.000
CO	277,20	277,20
NO _x	831,60	831,60
NH ₃	41,58	41,58
C _x H _y	69,30	69,30
SO ₂	84,0	84,0
HCl	10,0	10,0
(mg/ton teermastiek)		
As	3,5	7
Cd	1,5	6,5
Cr	10,5	17,5
Cu	16,1	31,5
Hg	6	12
Ni	10,5	16,8
Pb	22,4	32,9
V	39,2	73,5
Zn	95,2	144,9
(µg/ton teermastiek)		
PCDD/F	0,693	0,693

Emissies naar oppervlaktewater

In de balansen is aangenomen dat het gaat om een droge rookgasreiniging waardoor er geen emissies naar water zullen optreden.

Emissies naar bodem

De emissies bij de verwijdering van reststoffen

Voor de emissies bij de verwijdering van het vliegias en het rookgasreinigingsresidu wordt gebruik gemaakt van achtergronddocument A1. Ten aanzien van het RGR-residu is aangenomen dat dit gestort wordt in big bags inclusief PE-hoes en dat van daaruit geen uitloging naar de bodem zal plaatsvinden.

Het bij de VBM geïmmobiliseerde vlieggas zal wel leiden tot enige emissies naar de bodem. In tabel 5.5 is op basis van de balansen aangegeven welk deel van de component uiteindelijk zal uitlogen (zie achtergronddocument A1), wat de samenstelling zal zijn van het vlieggas, en de feitelijke emissies naar de bodem (voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling").

Tabel 5.5 Emissies naar de bodem t.g.v. het uitlogen van vlieggas

Comp.	Percentage uitloging naar de bodem (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid in vlieggas (gram/ton teermastiek)	Emissie naar de bodem (mg/ton teermastiek)	Hoeveelheid in vlieggas (gram/ton teermastiek)	Emissie naar de bodem (mg/ton teermastiek)
As	0,10	0,69	0,69	1,37	1,37
Cd	0,10	0,14	0,14	0,59	0,59
Cr	0,10	2,06	2,06	3,43	3,43
Cu	0,10	3,15	3,15	6,17	6,17
Hg	0,10	0,01	0,01	0,02	0,02
Ni	0,10	2,06	2,06	3,29	3,29
Pb	0,10	4,38	4,38	6,44	6,44
V	0,30	7,67	23,02	14,39	43,16
Zn	0,10	18,63	18,63	28,36	28,36
Cl	3,20	1000,00	32000	1000,00	32000
S	1,10	2800,00	30800	2800,00	30800

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

De emissies bij nuttige toepassing van secundaire grondstoffen dienen in de LCA te worden betrokken, tenzij de samenstelling en kwaliteit van (de producten van) de secundaire grondstoffen gelijkwaardig is aan die van (de producten van) uitgespaarde primaire grondstoffen.

De uitloging van de slakken zal anders zijn dan die van het zand dat uitgespaard wordt. De emissies naar de bodem van de slakken worden gegeven in tabel 5.6 en zijn opnieuw gebaseerd op de aangegeven balans van de AVI en achtergronddocument A1.

Tabel 5.6 Emissies naar de bodem t.g.v. het uitlogen van slakken

Comp.	Percentage uitloging naar de bodem (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Hoeveelheid in slakken (gram/ton teermastiek)	Emissie naar de bodem (mg/ton teermastiek)	Hoeveelheid in slakken (gram/ton teermastiek)	Emissie naar de bodem (mg/ton teermastiek)
As	0,05	4,28	2,14	8,55	4,28
Cd	0,05	0,15	0,08	0,65	0,33
Cr	0,05	12,83	6,41	21,38	10,69
Cu	0,05	19,67	9,84	38,49	19,24
Hg	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	0,05	12,83	6,41	20,53	10,26
Pb	0,05	27,37	13,68	40,20	20,10
V	0,05	47,90	23,95	89,81	44,90
Zn	0,05	116,32	58,16	177,05	88,52
Cl	27,95	500,00	139750	500,00	139750
S	3,35	8358,00	279993	8358,00	279993

Vermeden emissies

De geproduceerde slakken worden nuttig toegepast in de wegenbouw en vervangen daarbij de primaire grondstof zand (concreet betreft het hier 370,4 kg). De uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt bepaald door gebruik te maken van een SimaPro-database.

Door het verbranden van het teermastiek wordt elektriciteit geproduceerd (zie paragraaf 5.4), waardoor er minder primaire (fossiele) brandstoffen behoeven 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.

6. ALTERNATIEF VERBRANDEN IN DRAAITROMMELOVEN

De verwerkingskosten voor het meestoken in een DTO worden geschat op ongeveer 140,- euro per ton teermastiek.

6.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Teermastiek wordt per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht) naar de verwerker getransporteerd.

B. Voorbewerking

Het aangevoerde materiaal wordt verkleind tot deeltjes van circa 80 mm. Aangenomen wordt dat de voorbewerking bij de DTO-installatie mogelijk is.

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. Teermastiek 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 m (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 gedistilleerd water.

D. Transport en verwerking van slakken

Bij het verbrandingsproces ontstaan slakken die bij de VBM gestort worden.

E. Rookgasreiniging

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

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

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 DTO-vliegias wordt naar de VBM getransporteerd en aldaar na immobilisatie gestort.

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.

K. Transport en verwerking van beladen actiefkool

Verontreinigd (beladen) actiefkool wordt grotendeels 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 geen transport nodig is.

6.2 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 verbrand. Er worden geen nuttig toepasbare vaste reststoffen geproduceerd. Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 6.1 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 6.1 Overzicht verdeling van componenten (in procenten) voor de DTO

Comp.	lucht (%)	water (%)	slak (%)	vlieggas (%)	RgRR (%)
As	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Cd	0,75	2,1	25	67,5	4,65
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
Ni	0,07	0,06	70,87	28,35	0,65
Pb	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
S	0,9	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 vlieggas². Tevens wordt er rekening mee gehouden dat DTO-vlieggas ongeveer 17% vocht bevat. Dit betekent dat er 320 kg slakken en 80 kg vlieggas (d.s.) ontstaan. Op basis van het d.s.-gehalte van 83% komt de hoeveelheid DTO-vlieggas op 96,4 kg.

De hoeveelheid filterkoek, die uit 1 ton teermastiek wordt gevormd, is gelijk aan 20 kg (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). In tabel 6.2 is een overzicht opgenomen van de hoeveelheden reststoffen die ontstaan bij de verwerking van 1 ton teermastiek in een DTO.

Tabel 6.2 Overzicht producten en reststoffen door het meestoken teermastiek in een DTO

Producten en reststoffen	Hoeveelheid reststof per ton teermastiek (kg)	Toepassing / verwijdering
Slakken	320	storten
Vlieggas	96,4	storten na immobilisatie
Filterkoek	20	storten na immobilisatie

Uitgaande van immobilisatie en storten betekent dit een hoeveelheid te storten afval van 455,3 kg (320 + 113,3 (vlieggas) + 22 (filterkoek)).

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 teermastiek). Uitgaande van een periode van 100 jaar kan het ruimtebeslag per ton teermastiek gelijk aan 0,4 m²*jaar.

Voor het ruimtebeslag van de verwerking van de reststoffen wordt uitgegaan van achtergronddocument A1 bij MER-LAP en de hoeveelheden reststoffen. Voor het storten van de DTO-slakken wordt rekening gehouden met 8 m²*jaar per ton, ofwel 2,6 m²*jaar per ton teermastiek. Het ruimtebeslag voor het immobiliseren en storten van 1 ton DTO-vlieggas is gelijk aan 7,81 m²*jaar, ofwel 0,75 m²*jaar per ton teermastiek. Het immobiliseren en storten van 1 ton filterkoek is gelijk aan 7,31 m²*jaar, ofwel 0,15 m²*jaar per ton teermastiek.

² Volgens het jaarverslag van AVR is in 1998 aan slakken 14.088 ton afgevoerd en aan vlieggas 3.757 ton. Met een d.s.-gehalten van de vlieggas van ongeveer 83% geeft dit op d.s.-basis dus een verhouding 14088 / 3118 ofwel ongeveer 82 / 18.

6.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van teermastiek, van hulpstoffen voor de rookgasreiniging, reststoffen en voor de afvalwaterzuivering, en van reststoffen van de DTO. 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 6.3 vermelde transportafstanden (totaal km heen en terug). Tevens zijn per vracht de tonkilometers (tkm) weergegeven op basis van 1 ton teermastiek.

AVR Chemie is de enige in Nederland die DTO's exploiteert, zodat de transportafstand voor teermastiek op grond van tabel 4.1 voor deze afvalstroom 150 km bedraagt. Voor het transport van de DTO-reststoffen wordt rekening gehouden met de afstand van de DTO naar de VBM (50 km, heen en terug).

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)

Tabel 6.3 Overzicht hoeveelheden en transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid (kg/ton teermastiek)	Beladingsgraad (ton/vracht)	Afstand	
			(km)	(tkm)
Teermastiek	1000	20	150	150
DTO-Slakken	320	20	50	16
DTO-Vliegias	96,4	20	50	4,8
Filterkoek	20	20	50	1
Cement (voor immob.)	11,16	30	300	3,3
Kalk	3,67	-	600 (water)	2,2
	3,67	10	50 (weg)	0,2
Overige bedrijfsmiddelen ¹⁾	22,99	10	75	1,7

1) Het betreft hier de bedrijfsmiddelen ammoniak, NaOH, actief kool, zoutzuur, natriumbisulfiet, natriumsulfide, poly-elektrolyet en Osmo Treatment 35.

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

6.4 Energie

Er wordt rekening gehouden met:

- het energieverbruik van de voorbereiding (verkleinen teermastiek)
- 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 bij voorbereiding

De energie nodig voor het verkleinen van teermastiek wordt ingeschat op ongeveer 45 kWh/ton. Daarbij is aangesloten bij het kengetal dat in het MER-LAP gehanteerd wordt voor het verkleinen van slakken. Voor het daadwerkelijk verkleinen van teermastiek zal minder energie nodig

zijn dan voor de slakken, maar er zal aan de andere kant ook meer energie nodig zijn voor de handling. Aangenomen is dat beide effecten elkaar in evenwicht houden.

Energieverbruik DTO

De draaitrommelovens van AVR, inclusief rookgasreiniging, koelen van slakken en afvalwaterzuivering, verbruiken energie (zie ook tabel 6.4). Deze informatie is afkomstig van (AVR, 1999).

Tabel 6.4 Energieverbruik DTO

Energie	Totaal verbruik 2 DTO's	Verbruik per ton afval	Verbruik per ton teer- mastiek
Elektriciteit	20,8 miljoen kWh	219,4 kWh	219,4 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 teermastiek hoeft dit verbruik niet aan teermastiek 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 $(320.838/3.290.000) \times 430.717 = 42.003$ 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 teermastiek is 23,1 MJ/kg, zodat per ton teermastiek een elektriciteitsproductie van 0,682 MWh $(= 23,1/15 \times 0,443$ 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 $5.900.000 \times 320.838 / 3.290.000 = 575.363$ m³/jaar. Zoals al eerder gesteld hebben de twee DTO's in 1999 gezamenlijk 94.789 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 teermastiek is 23,1 MJ/kg

zodat per ton teermastiek een productie van $9,39 \text{ m}^3$ ($=23,1/15*6,1$) 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

Voor het storten en immobiliseren van de DTO-reststoffen is energie nodig. De benodigde hoeveelheden energie zijn afgeleid in het achtergronddocument A1. Voor het storten van de DTO-slakken wordt gerekend met 60 MJ per ton, ofwel 19,2 MJ per ton teermastiek. Voor het immobiliseren en storten van DTO-vlieggas wordt gerekend met 4,3 kWh (voor de menging) en 71 MJ (voor het storten van het immobilisaat), ofwel 0,415 kWh en 6,8 MJ per ton teermastiek. Voor het immobiliseren en storten van de filterkoek wordt gerekend met 6,9 kWh (voor de menging) en 66 MJ (voor het storten van het immobilisaat), ofwel 0,138 kWh en 1,3 MJ per ton teermastiek.

6.5 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 teermastiek met de samenstelling uit tabel 2.1 weergegeven in tabel 6.5.

De hoeveelheid actief kool is afhankelijk van de hoeveelheid kwik in de afvalstroom, alsmede voor de afval van SO_2 in DTO-8 (zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP). Aangezien onduidelijk is hoeveel kwik en SO_2 opgenomen worden wordt voor het actief kool gebruik uitgegaan van het gemiddelde verbruik dat aan afval is toe te rekenen. Op basis van het jaarlijkse verbruik en de hoeveelheid verwerkt afval wordt er 19,3 kg actief kool verbruikt per ton verwerkt afval. Hetzelfde geldt voor het ammoniakverbruik dat op basis van (AVR, 1999) gesteld is op ongeveer 0,6 kg ton verwerkt afval.

Tabel 6.5 Bedrijfsmiddelen rookgasreiniging in DTO

Bedrijfsmiddel	Hoeveelheid (kg/ton)
Natronloog (20%)	2,10
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	3,67
Actief kool	19,3
Ammoniak (25%)	0,60

Verbruik afvalwaterzuivering

Het verbruik aan bedrijfsmiddelen van de afvalwaterbehandelingsinstallatie is ontleend aan (AVR, 1999) en weergegeven in tabel 6.6. 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 teermastiek het gemiddelde verbruik per ton afval gehanteerd.

Tabel 6.6 Bedrijfsmiddelen afvalwaterbehandelingsinstallatie

Bedrijfsmiddel	Verbruik per ton afval (kg)
Zoutzuur 20%	0,52
Natriumbisulfiet	0,06
Natriumsulfide 13%	0,37
Poly-elektrolyt	0,01
Osmo Treatment 35	0,03

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegashoudend filterkoek worden gestort. Onder verwijzing naar achtergronddocument A1 wordt voor het immobiliseren van DTO-vliegashoudend filterkoek respectievelijk 95 kg en 100 kg cement per ton reststoffen gebruikt. Per ton teermastiek komt dit op 9,16 kg cement voor het vliegashoudend filterkoek en 2 kg voor het filterkoek.

Vermeden verbruik

Er wordt energie geproduceerd uit teermastiek, 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.

6.6 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 daarvan. 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 bij het MER en zie tabel 6.1. De op basis van deze massabalansen berekende componentgebonden en procesgebonden emissies naar lucht per ton teermastiek zijn weergegeven in tabel 6.7. De gegeven CO₂-emissie is gebaseerd op de aanname dat de gehele C-input (minus dat deel dat CO of C_xH_y is geworden) wordt omgezet in CO₂.

Tabel 6.7 Emissies naar de lucht voor het meestoken van teermastiek in een DTO

Component	Emissies naar lucht in de normale situatie	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
(gram/ton teermastiek)		
Stof	41,79	41,79
CO ₂	1.572.000	1.572.000
CO	277,20	277,20
NO _x	2772,0	2772,0
C _x H _y	69,3	69,3
SO ₂	126,0	126,0
HCl	1,5	1,5
(mg/ton teermastiek)		
As	3,5	7
Cd	2,25	9,75
Cr	10,5	17,5
Cu	16,1	31,5
Hg	6	12
Ni	10,5	16,8
Pb	22,4	32,9
V	39,2	73,5
Zn	95,2	144,9
(µg/ton teermastiek)		
PCDD/F	0,693	0,693

Emissies naar water

De reeds genoemde balansen die in het kader van dit MER zijn opgesteld; zie achtergronddocument A1 bij MER-LAP bij het MER en zie tabel 6.1, zijn gebaseerd op een natte rookgasreiniging en een emissie naar water. De op basis van deze massabalansen berekende emissies naar water per ton teermastiek zijn weergegeven in tabel 6.8.

Tabel 6.8 Emissies naar water voor het meestoken van teermastiek in een DTO

Component	Emissies naar water in de normale situatie	Emissies naar water t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
(gram/ton teermastiek)		
SO ₄	24.759	24.759
HCl	3.498,5	3.498,5
(mg/ton teermastiek)		
As	3,00	6,00
Cd	6,30	27,30
Cr	9,00	15,00
Cu	13,80	27,00
Hg	4,00	8,00
Ni	9,00	14,40
Pb	19,20	28,20
V	33,60	63,00
Zn	81,60	124,20

Emissies bij verwerking reststoffen

De geproduceerde slakken, vliegashoudend filterkoek van de DTO worden gestort. Het deel van de in teermastiek aanwezige componenten dat terecht komt in slak, vliegashoudend filterkoek volgt uit de massabalansen op componentenniveau (zie tabel 6.1). Gebruik makend van de samenstelling van tabel 2.1 en de proceskaarten van achtergronddocument A1 bij MER-LAP betekent dit voor teermastiek hetgeen is weergegeven in de tabellen 6.9 tot en met 6.11.

Tabel 6.9 Emissie naar de bodem via DTO-slak

Component	Fractie dat uitloopt naar de bodem (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)	Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)
As	0,05	3543,5	1,77	7087	3,54
Cd	0,05	75	0,038	325	0,16
Cr	1,35	10630,5	143,51	17717,5	239,19
Cu	0,05	16300,1	8,15	31891,5	15,95
Hg	0,05	0	0	0	0
Ni	0,25	10630,5	26,58	17008,8	42,52
Pb	0,05	22678,4	11,34	33308,9	16,65
V	0,05	39687,2	19,84	74413,5	37,21
Zn	0,05	96383,2	48,19	146700,9	73,35
Cl	27,95	250000	69.875	250000	69.875
SO ₄	3,35	4200000	140.700	4200000	140.700

Tabel 6.10 Emissie naar de bodem via DTO-vliegass

Component	Fractie dat uitloopt naar de bodem (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)	Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)
As	0,1	1417,5	1,42	2835	2,84
Cd	0,1	202,5	0,20	877,5	0,88
Cr	0,1	4252,5	4,25	7087,5	7,09
Cu	0,1	6520,5	6,52	12757,5	12,76
Hg	0,1	10	0,010	20	0,020
Ni	0,1	4252,5	4,25	6804	6,80
Pb	0,1	9072	9,07	13324,5	13,32
V	0,1	15876	15,88	29767,5	29,77
Zn	0,1	38556	38,56	58684,5	58,68
Cl	3,2	1250000	40.000	1250000	40.000
SO ₄	1,1	12600000	138.600	12600000	138.600

Tabel 6.11 Emissie naar de bodem via filterkoek

Component	Fractie dat uitloopt naar de bodem (%)	Normale situatie		Gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"	
		Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)	Vracht van component in slak (g/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)
As	0,55	32,5	0,18	65	0,36
Cd	0,05	13,95	0,0070	60,45	0,030
Cr	0,6	97,5	0,59	162,5	0,98
Cu	0,05	149,5	0,07	292,5	0,15
Hg	0,05	180	0,090	360	0,18
Ni	0,55	97,5	0,54	156	0,86
Pb	0,05	208	0,10	305,5	0,15
V	0,05	364	0,18	682,5	0,34
Zn	0,05	884	0,44	1345,5	0,67
Cl	13,85	0	0	0	0
SO ₄	2,95	252000	7.434	252000	7.434

Vermeden emissies

Er wordt energie geproduceerd uit de teermastiek, 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.

7. ALTERNATIEF VERBRANDEN IN CEMENTOVEN

Het tarief voor de verbranding van teermastiek in een cementoven bedraagt ongeveer 120,- euro per ton.

7.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Teermastiek wordt per vrachtwagen vervoerd naar de voorberekingsinrichting. Aangenomen wordt de voorberekingsinrichting naast de cementoven gesitueerd is.

B. Voorbewerking

Het aangevoerde materiaal moet een voorbereking ondergaan. In een cementoven worden normaal gesproken alleen brandstoffen toegepast met een relatief kleine korrelgrootte, gelet op het in de cementoven toegepaste type brander. Dit geldt ook voor het in teermastiek aanwezige ballastgrind dat verwijderd of verkleind moet worden om nadelige effecten op de cementkwaliteit te voorkomen. De eisen voor verkleinen gaan verder dan de voorberekingen voor de AVI, DTO of de wervelbedoven.

C. Verbranden in cementoven

De teermastiek wordt als secundaire brandstof verbrand in een cementoven. Cementovens produceren klinker door het sinteren van alkalische grondstoffen als krijt en klei 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 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.

D. Rookgasreiniging

Vliegas in de rookgassen wordt met een elektrofilter afgevangen. De vliegas wordt vervolgens toegevoegd aan de klinker.

7.2 Massabalans en ruimtebeslag

Componentbalans

Voor de verdeling van de componenten in de cementoven wordt gebruik gemaakt van de balans voor een cementoven zoals weergegeven in het achtergronddocument A1 bij het MER-LAP en tabel 7.1.

Tabel 7.1 Overzicht verdeling componenten voor een cementoven

Component	Lucht (%)	Cement (%)
As	0,05	99,95
Cd	0,5	99,5
Cr	0,05	99,95
Cu	0,05	99,5
Hg	6	94
Ni	0,05	99,95
Pb	0,05	99,95
V	0,05	99,95
Zn	0,05	99,95
Cl	0,6	99,4
S	3,6	96,4

Producten/reststoffen

De verwerking van teermastiek met een asgehalte van 40% leidt tot 400 kg klinker dat toegevoegd wordt aan het cement.

Ruimtebeslag

Aangenomen is dat voor de verbranding van teermastiek bij de cementoven geen aanvullend ruimtebeslag benodigd is. Door vervangen van andere grond/brandstoffen wordt eenzelfde ruimtebeslag vermeden.

7.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van teermastiek naar de cementoven. Ook wordt met de inzet van teermastiek in de cementoven het transport van kolen of stookolie vermeden.

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen/vaartuigen voor het transport van bovengenoemde materialen, worden berekend m.b.v. SimaPro. Daarbij wordt uitgegaan van de in tabel 7.2 vermelde transportafstanden (totaal heen en terug) en belandingsgraden.

Conform de rest van het MER is voor de transport van teermastiek naar een cementoven uitgegaan van een gemiddelde afstand van 300 km.

Voor het vermeden transport van kolen en stookolie wordt uitgegaan van gemiddeld 200 km. Aangenomen wordt dat de winning van kalksteen in de nabijheid van de cementoven plaatsvindt en daarmee geen transport gemoeid gaat.

Op basis van de stookwaarde van respectievelijk teermastiek en kolen is een vermeden hoeveelheid kolen van 1,36 ton te verwachten (zie ook paragraaf 7.5). In het kader van de gevoeligheidsanalyse "vermeden inzet van stookolie" gaat het om een vermeden inzet van 0,57 ton stookolie.

Tabel 7.2 Overzicht hoeveelheden en transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid (kg/ton teer- mastiek)	Beladingsgraad (ton/vracht)	Afstand	
			(km)	(tkm)
Teermastiek	1000	20	300	300
Vermeden kolen	1.360	16	200	272
Gevoeligheidsanalyse "vermeden inzet stookolie"				
Vermeden stookolie	570	16	200	114

7.4 Energie

Er wordt aandacht geschonken aan:

- het energieverbruik bij de voorbereiding
- de vermeden energieverbruik voor winning primaire grondstoffen.

Energieverbruik voorbereiding

Voor het verkleinen van het teermastiek (inclusief de ballastgrind) wordt aangenomen dat 55 kWh per ton teermastiek nodig is. Dit is bijna 25% meer dan hetgeen benodigd is bij het verkleinen van teermastiek voor de DTO (hoofdstuk 6), maar de verkleining voor de cementoven gaat dan ook verder dan bij de DTO.

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. De uit het meestoken van teermastiek resulterende klinker vervangt de primaire grondstof kalksteen, op basis van een 1-op-1 vervanging. Het energieverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang wordt bepaald door gebruik te maken van een standaard database in SimaPro.

7.5 Bedrijfsmiddelen

Met de inzet van teermastiek wordt, op basis van de aanname dat per MJ afvalstof een MJ primaire brandstof wordt vermeden, 1,36 ton hoogzwavelige kolen vermeden. Deze hoeveelheid is bepaald op basis van de energie-inhoud van teermastiek van 23,1 GJ per ton en die van de kolen (17 GJ/ton).

In de gevoeligheidsanalyse "vermeden inzet stookolie" gaat het om de vermeden inzet van 0,57 ton stookolie (met een stookwaarde van 40,6 GJ/ton).

Verder zorgen de aanwezige 'verbrandingsassen' voor het vermijden van eenzelfde hoeveelheid kalksteen. Per ton teermastiek ontstaat 400 kg assen en wordt dus eenzelfde hoeveelheid kalksteen vermeden. Met het niet meer inzetten van de hoogzwavelige kolen wordt echter ook een hoeveelheid assen minder geproduceerd. De vermeden kolen hebben een asrest van 40%, ofwel met de vermeden inzet van 1,36 ton kolen ontstaat er 544 kg minder as. Netto is er dus 144 kg kalksteenmeel nodig.

In het geval van de gevoeligheidsanalyse "vermeden inzet van stookolie" wordt aangenomen dat stookolie geen asrest heeft en daarmee dus netto 400 kg kalksteen wordt vermeden.

Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van

het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt bepaald door gebruik te maken van een standaard database in SimaPro.

7.6 Emissies

Er wordt rekening gehouden met:

- de emissies van de cementoven
- de emissies bij het toepassen van cement
- de vermeden emissies.

De emissies van de cementoven

Emissies naar de lucht van de cementoven

De emissies naar lucht zoals weergegeven in tabel 7.3 zijn bepaald aan de hand van de in de achtergronddocument A1 (van het MER-LAP) weergegeven balans voor een cementoven. Ten aanzien van de CO₂-emissie is opnieuw aangenomen dat de C-input volledig omgezet wordt in CO, C_xH_y (beide bepaald op basis van de energie-input van de cementoven) en CO₂.

Tabel 7.3 Emissies naar de lucht voor het meestoken van teermastiek in een cementoven

Comp.	Emissies naar lucht	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoeligheids-analyse "andere samenstelling"
(gram/ton teermastiek)		
Stof	208	208
CO ₂	1.564.000	1.564.000
CO	3.465	3.465
NO _x	11.088	11.088
C _x H _y	924	924
SO ₂	1008	1008
HCl	30	30
(mg/ton teermastiek)		
As	2,5	5
Cd	1,5	6,5
Cr	7,5	12,5
Cu	11,5	22,5
Hg	12	24
Ni	7,5	12
Pb	16	23,5
V	28	52,5
Zn	68	103,5
(µg/ton teermastiek)		
PCDD/F	0,693	0,693

Emissies naar oppervlaktewater van de cementoven.

Er ontstaat bij de cementoven geen te lozen afvalwaterstroom.

Emissies naar bodem

Gezien de bodembeschermende maatregelen zullen bij de cementoven geen emissies naar de bodem optreden.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

De assen aanwezig in teermastiek worden opgenomen in het uiteindelijke cement. Conform de proceskaart voor cement in achtergronddocument A1 is aangenomen dat deze assen normaal gesproken niet zullen uitloggen.

In de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging" zal uitgegaan worden van enige uitloging. In tabel 7.4 is voor het cement aangegeven welke hoeveelheden van de afzonderlijke componenten in het cement terechtkomen (op basis van de balans) en welk deel daarvan zal uitlogen.

Tabel 7.4 Samenstelling as in cement inclusief de uitloging naar de bodem voor de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging"

Component	Vracht component in cement (mg/ton teermastiek)	Percentage uitloging (%)	Emissie naar de bodem t.b.v. gevoeligheidsanalyse "wel uitloging" (mg/ton teermastiek)
As	4997,5	0,05	2,50
Cd	298,5	0,65	1,94
Cr	14992,5	0,05	7,50
Cu	22988,5	0,05	11,49
Hg	188	1,1	2,07
Ni	14992,5	0,05	7,50
Pb	31984	0,05	15,99
V	55972	0,05	27,99
Zn	135932	0,05	67,97
Cl	4970000	0,05	2.485
SO ₄	13496000	0,05	20.244

Vermeden emissies

De geproduceerde verbrandingsas wordt nuttig toegepast als vulstof en vervangt de primaire grondstof kalksteen. De vermeden emissies ten gevolge van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang van de vermeden emissies wordt bepaald door gebruik te maken van de SimaPro-database.

Daarnaast wordt, door het vermijden van kolen of stookolie emissie naar de lucht vermeden. In tabel 7.5 is aangegeven welke emissies naar lucht vermeden worden met de vermeden inzet van 1.360 kg hoogzwavelige kolen of 570 kg stookolie (gevoeligheidsanalyse "vermeden inzet stookolie").

Ten aanzien van de vermeden CO₂-emissie is uitgegaan van 85,6 gram CO₂ per MJ (TNO, 2000). Uitgaande van een input in de cementoven van 23,1 GJ wordt dus 1.977 kg CO₂ vermeden (voor zowel de vermeden kolen als de vermeden stookolie).

Voor de procesgebonden emissies is aangenomen dat deze gelijk zijn aan de directe emissies aangezien deze gebaseerd worden op de energetische input. Uitzondering daarop geldt voor de stofemissie. De stofemissie wordt niet alleen bepaald door de energetische inhoud van de stroom, maar is tevens een deel componentgebonden. Hierdoor ontstaat er een klein verschil met de directe stofemissie.

Tabel 7.5 Vermeden emissies naar de lucht

Comp	Vermeden emissies door vermeden inzet van 1.360 kg kolen			Vermeden emissies door vermeden inzet van 570 kg stookolie		
	Input (g/ton kolen)	Emissie naar lucht (%)	Vermeden emissie (mg/ton teermastiek)	Input (g/ton stookolie)	Emissie naar lucht (%)	Vermeden emissie (mg/ton teermastiek)
As	4,05	0,05	2,75	0,8	0,05	0,23
Ba	320	0,05	217,41	0	0,05	0,00
Cd	1,17	0,5	7,95	0	0,5	0,00
Co	45,1	0,05	30,64	2	0,05	0,57
Cr	60	0,05	40,76	0,3	0,05	0,09
Cu	53	0,05	36,01	1	0,05	0,28
Hg	0,83	6	67,67	0,006	6	0,20
Mn	845	0,05	574,10	0	0,05	0,00
Mo	4	0,05	2,72	0,5	0,05	0,14
Ni	88,3	0,05	59,99	30	0,05	8,53
Pb	67	0,05	45,52	9	0,05	2,56
Sb	15	0,05	10,19	0	0,05	0,00
Se	5	0,05	3,40	0,75	0,05	0,21
Sn	15	0,05	10,19	0	0,05	0,00
Sr	220	0,05	149,47	0	0,05	0,00
V	399	0,05	271,09	60	0,05	17,07
Zn	264	0,05	179,36	3,5	0,05	1,00
Cl	1900	0,6	15490,59	90	0,6	307,24
F	93	1	1263,71	9	1	51,21
SO ₂	17100	7,2	1672983,53	9300	7,2	380979,31
			(gram/ton)			(gram/ton)
Stof			209,6			207,9
CO			3.465			3.465
NO _x			11.088			11.088
C _x H _y			924			924
			(kg/ton)			(kg/ton)
CO ₂			1.977			1.977
			(µg/ton)			(µg/ton)
Dioxines			0.693			0.693

8. ALTERNATIEF CIRCULEREND WERVELBEDOVEN

Het tarief voor de verbranding van teermastiek in een CFB-oven bedraagt ongeveer 135,- euro per ton.

8.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Teermastiek wordt per vrachtwagen vervoerd naar de voorberekingsinrichting. Aangenomen is dat de voorberekingsinrichting naast de wervelbedoven gesitueerd is.

B. Voorbewerking

Het aangevoerde materiaal wordt verkleind tot deeltjes van circa 80 mm m.b.v. een traaglopende roterende shredder, waarbij geen significante temperatuursverhoging optreedt die tot gasvormige PAK-emissies leidt. De maximale deeltjesgrootte mag bij een CFB-installatie 12-15 cm zijn.

C. Verbranden afval

Het verkleinde teermastiek wordt samen met de overige te verbranden afvalstoffen vanuit opslagsilo's via een gesloten transportband aan de verbrandingsoven gevoed.

De CFB-installatie van WATCO zal circa 160.000 ton afval per jaar gaan verwerken, uitgaande van een afvalmix met een stookwaarde van 9 MJ/kg, een thermische capaciteit van 50 MW en een beschikbaarheid van de installatie van 8.000 uur/jaar. Deze 160.000 ton afval bestaat uit:

- circa 15.000 ton teermastiek
- circa 85.000 ton slib
- circa 60.000 ton bedrijfsafval.

Het afval wordt verbrand in een bed van inert materiaal, dat in een gefluïdiseerde toestand is, doordat er verbrandingslucht doorheen wordt geblazen. In een CFB-verbrandingsinstallatie wordt een hogere gassnelheid in het bed aangehouden dan bij een conventionele wervelverbrandingsinstallatie, waardoor een groter deel van het bedmateriaal en vliegias uit de reactor geblazen wordt naar een nageschakelde cycloon. In deze cycloon wordt het bedmateriaal en de zwaardere asdelen afgescheiden uit het rookgas en teruggevoerd naar de wervelbedreactor. Het uitgebrande vliegias wordt niet afgescheiden in de cycloon, maar wordt samen met het rookgas naar de nageschakelde ketel en rookgasreiniging getransporteerd.

Doordat de gehele massa aan bedmateriaal op temperatuur is, is een CFB-installatie door de grote warmtecapaciteit in staat om een grote fluctuatie in stookwaarden van het afval te accepteren. Tevens wordt door de intensieve menging in het bed een goede warmte-overdracht bereikt, waardoor het verbrandingsproces snel verloopt. Hierdoor kan tevens met een kleinere overmaat aan verbrandingslucht worden volstaan, zodat ten opzichte van verbranding in een roosteroven een kleiner rookgasdebiet realiseerbaar is.

De CFB is voorzien van een LUVVO (verbrandingsluchtvoorverwarmer). Deze is alleen nodig wanneer de stookwaarde van de afvalmix lager is dan 9 MJ/kg.

De energie die vrijkomt bij de verbranding van afval wordt in een ketel overgedragen van het rookgas naar het stoomstelsel. De stoom zal worden gebruikt voor zowel elektriciteitsproductie als levering van warmte aan een kassencomplex en/of nabijgesitueerde industrie.

Zware stukken in het afval zakken bij verbranding door het bed en worden als bodemas onder uit de reactor afgevoerd.

D. Rookgasreiniging

De lichte uitgebrande deeltjes worden met het rookgas meegevoerd naar de ketel en vervolgens afgevangen in de rookgasreiniging. Ten opzichte van een conventionele roosteroven ontstaat er aanzienlijk meer vliegias in verhouding tot de hoeveelheid bodemas.

De rookgasreiniging bij WATCO in Roosendaal zal achtereenvolgens bestaan uit:

- een E-filter voor het afscheiden van vliegias
- een semi droge rookgasreiniging (een verticaal doorstroomde meestroomreactor met kalkinjectie) ter verlaging van de zure emissies (HCl, HF e.d.)
- een actief koolinjectie ter verwijdering van zware metalen en PCDD/PCDF
- een doekfilter voor het ontstoffen van het rookgas
- een natte gaswasser voor de verwijdering van SO₂
- een SCR voor de verwijdering van NO_x.

De wasvloeistof van de natte gaswasser wordt volledig gerecirculeerd (of naar de wasser of naar de koelwaterinjectie van de sproeidroger), zodat sprake is van een afvalwater vrij rookgasreinigingssysteem. De natte gaswasser c.a. produceert gips (CaSO₄) van goede kwaliteit (REA-gips).

E. Bewerking bodemas/vliegias en nuttige toepassing

De bewerkte bodemassen (met name ontijzeren en zeven) en het vliegias kunnen op dezelfde manier worden toegepast. Deze worden per vrachtwagen afgevoerd naar de plaats van nuttige toepassing.

F. Nuttige toepassing reststoffen

De reststoffen worden ingezet in een cementoven.

G. Transport filterkoek

De filterkoeken van het doekfilter worden per vrachtwagen afgevoerd naar de stortplaats.

H. Transport rookgasreinigingsresidu

De residuen uit het rookgasreinigingproces worden per vrachtwagen afgevoerd naar een stortplaats.

I. Storten residu van de rookgasreiniging

Het RGR-residu wordt, net als het RGR-residu van een AVI, gestort in big bags.

Verbranden van teermastiek in een circulerend wervelbedoven is nog niet beproefd. Wel zijn er plannen om dit bij Watco in Roosendaal te gaan doen bij een nieuw te bouwen installatie. In het voorbereidingstraject van deze installatie is reeds een m.e.r. uitgevoerd. De gegevens van het MER-WATCO zijn gebruikt voor het MER-LAP.

8.2 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van teermastiek in een circulerend wervelbed verbrander resulteert in diverse reststoffen. De beladen actieve kool die ontstaat wordt verbrand.

De verdeling van de verschillende componenten over de verschillende stromen is onbekend. Aangenomen wordt dat hiervoor de balans van een AVI gehanteerd kan worden, met die aanpassing dat slakken en vliegias als een gezamenlijke fractie afgevoerd worden. Zie voor de balansen van de AVI ook tabel 5.1 en achtergronddocument A1.

De hoeveelheid RGR-residu wordt specifiek bepaald op basis van de samenstelling. Daarmee is de verwachting dat het aanwezige asrest zich volledig zal opgaan in de gezamenlijke reststoffen, ofwel er ontstaat 400 kg reststoffen.

Voor het bepalen van de hoeveelheid RGR-residu wordt aangenomen dat deze hoeveelheid met name bepaald wordt door de afgevangen hoeveelheden chloor (3.490 gram) en zwavel (2.800 gram). Ten aanzien van de rookgasreiniging is aangenomen dat deze componenten als calciumzouten zullen neerslaan. Op basis hiervan wordt een hoeveelheid van 17,65 kg RGR-residu verwacht.

Ruimtebeslag

Bij het bepalen van het ruimtebeslag van het beschouwde afvalbeheersalternatief wordt rekening gehouden met het ruimtebeslag van de CFB-inrichting waar teermastiek wordt verbrand en het ruimtebeslag als gevolg van het storten van reststoffen.

Het ruimtebeslag van de wervelbedinstallatie met een totale verwerkingscapaciteit van circa 160.000 ton afval per jaar (waarvan 15.000 ton teermastiek) bedraagt ongeveer 25.000 m². Daarmee komt het specifieke ruimtebeslag 0,156 m²*jaar, per ton teermastiek.

Per ton teermastiek wordt 17,65 kg rookgasreinigingsresiduen gestort. Voor het ruimtebeslag wordt aangesloten bij dat van RGR-residu van een AVI (14 m²*jaar/ton). Dit komt dus overeen met 0,247 m²*jaar.

8.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per vrachtwagen plaats van teermastiek en van producten en reststoffen van de afvalverwerkingsinrichting.

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport van teermastiek, slakken, vliegias en rookgasreinigingsresidu worden berekend m.b.v. de ontwikkelde proceskaarten uit achtergronddocument A1. Daarbij wordt tevens uitgegaan van de in tabel 8.1 vermelde transportafstanden (totaal heen en terug), alsmede de beladingen en tkm..

Tabel 8.1 Overzicht hoeveelheden en transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid (kg/ton teermastiek)	Beladingsgraad (ton/vracht)	Afstand	
			(km)	(tkm)
Teermastiek	1000	20	75	75
Slakken/vliegas	400	20	300	120
RGR-residu	17,65	10	50	0,9
Zand (afdeklaag)	13,23	-	50 (water)	0,7
	13,23	20	35 (weg)	0,5
Kalk	11,4	-	600 (water)	6,8
	11,4	10	50 (weg)	0,6
Bedrijfsmiddelen	49	10	75	3,7

De verwachting is dat er maximaal 3 wervelbedovens in Nederland komen, ofwel 75 km. Conform de proceskaarten van de AVI-reststoffen (achtergronddocument A1) wordt uitgegaan van 300 km voor de afstand naar een cementoven en 50 km voor het RGR-residu. Voor de bedrijfsmiddelen is aangenomen dat deze op 3-5 locaties in Nederland voorhanden zijn. Voor de aanvoer van het vermeden ophoogzand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer, en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land.

8.4 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik bij de voorbereiding
- het energieverbruik van de wervelbedinstallatie
- de energieproductie van de wervelbedinstallatie
- het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het vermeden energieverbruik.

Energieverbruik bij voorbereiding

De energie nodig voor het verkleinen van teermastiek wordt ingeschat op ongeveer 45 kWh/ton. Daarbij is aangesloten bij het kengetal dat in het MER-LAP gehanteerd wordt voor het verkleinen van slakken. Voor het daadwerkelijk verkleinen van teermastiek zal minder energie nodig zijn dan voor de slakken, maar er zal aan de andere kant ook meer energie nodig zijn voor de handling. Aangenomen is dat beide effecten elkaar in evenwicht houden.

Energieverbruik wervelbedinstallatie

De CFB-installatie van WATCO inclusief rookgasreiniging verbruikt 155 kWh (67% voor de rookgasreiniging) per ton afval en 18 m³ (97% voor de rookgasreiniging) aardgas per ton afval.

Het energieverbruik ten gevolge van het verbranden van teermastiek wijkt af van bovengenoemde gemiddelde verbruikcijfers, vanwege de afwijkende samenstelling en stookwaarde. Op basis van de stookwaarde van teermastiek (23,1 MJ/kg) en de hoeveelheid rookgassen wordt het elektriciteitsverbruik geschat op 200 kWh per ton teermastiek. Voor het aardgasverbruik wordt uitgegaan van 24 Nm³ per ton teermastiek.

Energieproductie wervelbedinstallatie

De installatie produceert circa 900 kWh elektrische energie per ton afval bij een gemiddelde stookwaarde van het afval van 9 MJ/kg. Uitgaande van een stookwaarde van teermastiek van 23,1 MJ/kg, bedraagt de elektriciteitsproductie per ton teermastiek 2.310 kWh. Deze hoeveel-

heid elektriciteit hoeft dus niet meer uit primaire brandstoffen te worden gemaakt. De omvang van de hierdoor vermeden milieu-ingrepen wordt bepaald met de SimaPro-database.

Energieverbruik bij verwijdering reststoffen

Het rookgasreinigingsresidu wordt gestort. Uitgaande van de kentallen voor het storten van AVI-rookgasreinigingsresidu is het energiegebruik 60 MJ voor het opbrengen van residu en 45 MJ voor het aanbrengen van een afdeklaag. Per ton teermastiek komt dit overeen met 1,85 MJ (voor het storten en aanbrengen van een afdeklaag tezamen).

Vermeden energieverbruik

Er is sprake van vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. De reststoffen worden ingezet in een cementoven en vervangen daarbij de primaire grondstof kalksteenmeel. Het energieverbruik van het uitgespaarde winnings- en productieproces van deze primaire grondstof wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. De omvang wordt bepaald op basis van de SimaPro-database.

8.5 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van de wervelbedinstallatie
- het verbruik bij de verwijdering van reststoffen
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik wervelbedinstallatie

Voor het bepalen van de benodigde bedrijfsmiddelen is uitgegaan van het verwachte verbruik zoals weergegeven in het MER-WATCO (Watco, 2000). Op basis van deze gemiddelden per ton verwerkt afval is een inschatting gemaakt van het bedrijfsmiddelenverbruik per ton teermastiek (zie ook tabel 8.2).

Tabel 8.2 Bedrijfsmiddelenverbruik wervelbedinstallatie

Bedrijfsmiddelen	Verbruik per ton gemiddeld afval in CFB-installatie WATCO (kg)	Verbruik per ton teermastiek (kg)
Water	220	220
CaO	11,4	11,4
Aktief kool	0,47	0,3
CaCO ₃	45,62	45,62
Ammonia (25%)	1,96	3

Voor teermastiek is hetzelfde waterverbruik aangehouden, aangezien het hier in hoofdzaak het waterverbruik van de rookgasreiniging betreft. Het ammoniakverbruik is gerelateerd aan het NO_x-gehalte van de rookgassen, dat mede afhangt van de stookwaarde van het afval, derhalve is voor teermastiek een hoger verbruik aangehouden. Voor actief kool is een enigszins lager verbruik aangehouden, aangezien teermastiek slechts voor een relatief gering aandeel van de kwik- en PCDD/PCDF-belasting verantwoordelijk is. Het verbruik aan CaO en CaCO₃ per ton teermastiek is gelijk gesteld aan dat per ton afvalmix, gelet op o.a. het relatief hoge zwavelgehalte van teermastiek.

Het bedrijfsmiddelenverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Het rookgasreinigingsresidu wordt gestort. Bij de verwerking worden big bags, PE-hoezen en zand voor het opvullen van de ruimtes tussen de big bags en het afdekken van de big-bags ge-

bruikt. Aangenomen wordt dat per ton RGR-residu 3,3 kg big bag, 1,3 kg PE-hoes en 750 kg zand nodig is. Per ton teermastiek komt dit overeen met 0,058 kg big bag, 0,023 kg PE-hoes en 13,23 kg zand.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van de reststoffen die in de cementoven worden ingezet. Hiermee wordt kalksteenmeel vervangen (400 kg). Het bedrijfsmiddelenverbruik van het uitgespaarde winnings- en productieproces van dit kalksteenmeel wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend, op basis van de SimaPro-database.

8.6 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van de wervelbedinstallatie
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen
- de emissies bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen.

Emissies CFB-oven

Emissies naar lucht

De emissies naar lucht zoals weergegeven in tabel 8.3 zijn bepaald aan de hand van tabel 5.1 (zoals gezegd is bij gebrek aan exacte gegevens uitgegaan van de emissies bij een AVI) en achtergronddocument A1. Ten aanzien van de CO₂-emissie is aangenomen dat deze afkomstig is van de totale C-input minus de C-output via de procesgebonden emissies CO en C_xH_y.

Tabel 8.3 Emissies naar de lucht voor het meestoken van teermastiek in een wervelbedoven

Component	Emissies naar lucht in de normale situatie	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
(gram/ton teermastiek)		
Stof	41,92	41,92
CO ₂	1.572.000	1.572.000
CO	277,20	277,20
NO _x	831,60	831,60
NH ₃	41,58	41,58
C _x H _y	69,30	69,30
SO ₂	84,0	84,0
HCl	10,0	10,0
(mg/ton teermastiek)		
As	3,5	7
Cd	1,5	6,5
Cr	10,5	17,5
Cu	16,1	31,5
Hg	6	12
Ni	10,5	16,8
Pb	22,4	32,9
V	39,2	73,5
Zn	95,2	144,9
(µg/ton teermastiek)		
PCDD/F	0,693	0,693

Emissies naar oppervlaktewater

Er wordt geen procesafvalwater geloosd (afvalwatervrije rookgasreiniging).

Emissies naar bodem

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

De emissies bij de verwijdering van reststoffen

Het RGR-residu wordt gestort in big bags met PE-hoes. Aangenomen wordt dat daarbij geen emissies zullen plaatsvinden naar de bodem.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

De assen van de wervelbedinstallatie worden nuttig toegepast in een cementoven. Voor de emissies die daarbij vrijkomen wordt aangesloten bij de proceskaart voor de assen van een E-centrale in achtergronddocument A1. Conform daarmee treden er emissies op naar de lucht (zie tabel 8.4) en in de normale situatie zal er geen uitloging naar de bodem plaatsvinden. In de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging" zal echter wel rekening gehouden worden met enige uitloging (tabel 8.5).

Tabel 8.4 Emissies naar de lucht voor het meestoken van de assen in een cementoven

Component	Emissies naar lucht (mg/ton teermastiek)	Emissies naar lucht t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" (mg/ton teermastiek)
As	2,48	4,96
Cd	1,43	6,18
Cr	7,44	12,40
Cu	11,41	22,33
Hg	0,60	1,20
Ni	7,44	11,91
Pb	15,88	23,32
V	27,78	52,10
Zn	67,48	102,70
Cl	15.000	15.000
SO ₂	11.158	11.158

Tabel 8.5 Samenstelling as in cement inclusief de uitloging naar de bodem voor de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging"

Component	Vracht component in cement (g/ton teermastiek)	Percentage uitloging (%)	Emissie naar de bodem t.b.v. gevoeligheidsanalyse "wel uitloging" (mg/ton teermastiek)
As	4,96	0,05	2,48
Cd	0,29	0,65	1,85
Cr	14,88	0,05	7,44
Cu	22,82	0,05	11,41
Hg	0,01	1,1	0,11
Ni	14,88	0,05	7,44
Pb	31,75	0,05	15,88
V	55,57	0,05	27,78
Zn	134,95	0,05	67,48
Cl	1.500	0,05	750
SO ₄	11.158	0,05	16.737

9. ALTERNATIEF STORTEN

De kosten voor het storten van teermastiek worden geschat op 45 euro (exclusief WBM-heffing).

9.1 Procesbeschrijving

A. Transport

Teermastiek wordt per vrachtwagen vervoerd naar de verwerkingsinrichting.

B. Storten

Teermastiek wordt gestort in een compartiment voor niet-gevaarlijk afval. Het wordt daar op het stortfront gelost, verspreid en verdicht.

C. Percolaatbehandeling

Het percolaatwater van de C3-stortplaats wordt voorgezuiverd in een afvalwaterzuiveringsinstallatie (fysisch-chemische zuivering). Het hierbij vrijkomende slib wordt naar de mechanische ontwatering getransporteerd.

D. Behandeling effluent percolaatwaterzuivering

Het effluent van de percolaatwaterzuivering wordt geloosd op de riolering en vervolgens gezuiverd in de communale rioolwaterzuiveringsinstallatie.

E. Slibbehandeling

Het slib dat in de percolaatwaterzuivering wordt afgescheiden wordt mechanisch ontwaterd en vervolgens gestort in het C3-compartiment.

9.2 Massabalans en ruimtebeslag

Bij het storten van teermastiek wordt 1 ton teermastiek gestort.

Voor het bepalen van het ruimtebeslag wordt uitgegaan van een storthoogte 15 m. Per m² stortoppervlak kan dus 15 m³ afval gestort worden. Aangenomen wordt dat de dichtheid van teermastiek gelijk is aan ongeveer 1,5 ton/m³. Per m² stortoppervlak kan dus 15 x 1,5 = 22,5 ton teermastiek worden gestort. Voor de berging van 1 ton teermastiek is 0,044 m² nodig. Over de te beschouwen periode van 100 jaar betekent dit 4,4 m²*jaar.

Voor het afdekken van teermastiek wordt ander afval gebruikt. Er hoeft derhalve geen extra ruimtebeslag toegerekend worden aan teermastiek.

9.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van teermastiek naar de stortlocatie. Gezien het aantal stortplaatsen in Nederland wordt rekening gehouden met een gemiddelde afstand van 35 km. Voor de beladingsgraad wordt aangesloten bij de voorgaande hoofdstukken (20 ton/vracht). Het verbruik aan diesel en smeeroil, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport van teermastiek wordt berekend m.b.v. de SimaPro-database.

9.4 Energie

De exacte hoeveelheid energie verbonden aan het storten is onbekend. In het kader van het MER-LAP is aangenomen dat voor het storten van 1 ton materiaal 60 MJ aan energie nodig is. Dit is gerelateerd aan het dieselverbruik van het in te zetten materiaal. Aangenomen is dat het storten van teermastiek 60 MJ per ton kost.

Op de stortplaats wordt geen stortgas onttrokken dat gerelateerd kan worden aan het gestorte teermastiek.

De hoeveelheid energie die nodig is voor het verwerken van de percolaatstroom (0,0132 m³) wordt verder verrekend conform de proceskaart voor waterzuivering.

9.5 Bedrijfsmiddelen

Bij het storten van teermastiek worden geen bedrijfsmiddelen, zoals chemicaliën en water verbruikt. Het afdekken van teermastiek geschiedt met ander afval en wordt niet toegerekend aan teermastiek.

9.6 Emissies

Aangenomen wordt dat met het storten van teermastiek geen emissies naar lucht zullen optreden.

Het uitlooggedrag van teermastiek op een stortplaats is onbekend (leemte in kennis). Om toch rekening te kunnen houden met emissies naar het water (via het percolaat) en de bodem (lekke stortplaats) is gebruik gemaakt van een model dat TNO heeft opgesteld voor de uitloging van huisvuil op een stortplaats. Dit model, dat ook gebruikt is voor het uitlooggedrag van shredder-afval op een stortplaats (zie achtergronddocument A22), geeft de in tabel 9.1 gegeven percentages voor componenten naar het percolaat.

Aangenomen is dat teermastiek binnen de exploitatietermijn van de stortplaats (15 jaar) volledig is uitgelood. Gedurende die periode wordt van het inkomende regenwater (300 mm per jaar) 299,5 mm afgevangen en gezuiverd in een RWZI en zal 0,5 mm lekken naar de bodem, ofwel 99,83% gaat naar de waterzuivering en 0,17% gaat naar de bodem.

In tabel 9.1 en 9.2 is op basis van bovenstaande aannames bepaald met welke emissies naar de bodem gerekend moet worden voor respectievelijk de normale situatie en de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling". Er is hierbij uitgegaan van een lekkage van 0,17%.

In tabel 9.3 en 9.4 is op basis van bovenstaande aannames bepaald met welke emissies naar de water gerekend moet worden voor respectievelijk de normale situatie en de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling". Er is hierbij uitgegaan van een lekkage van een afvoer naar de RWZI van 99,83% en de zuiveringsrendementen zoals aangegeven in tabel 4.2.

Tabel 9.1 Emissie naar de bodem n.a.v. het storten van teermastiek in de normale situatie

Component	Samenstelling teermastiek (g/ton)	Percentage naar percolaat (%)	Samenstelling percolaat (mg/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)
As	5	0,2	10	0,017
Cd	0,3	0,1	0,3	0,00050
Cu	15	0,03	4,5	0,0075
Cr	23	0,001	0,23	0,00038
Hg	0,2	0,06	0,12	0,00020
Ni	15	0	0	0
Pb	32	0,02	6,4	0,011
V	56	0	0	0
Zn	136	0,15	204	0,34
Cl	5000	6	300000	500
SO ₄	14000	0,6	84000	420

Tabel 9.2 Emissie naar de bodem n.a.v. het storten van teermastiek voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"

Component	Samenstelling teermastiek (g/ton)	Percentage naar percolaat (%)	Samenstelling percolaat (mg/ton)	Emissie naar de bodem (mg/ton)
As	10	0,2	20	0,033
Cd	1,3	0,1	1,3	0,0022
Cu	25	0,03	7,5	0,013
Cr	45	0,001	0,45	0,00075
Hg	0,4	0,06	0,24	0,00040
Ni	24	0	0	0
Pb	47	0,02	9,4	0,016
V	105	0	0	0
Zn	207	0,15	310,5	0,52
Cl	5000	6	300000	500
SO ₄	14000	0,6	84000	420

Tabel 9.3 Emissie naar het oppervlaktewater n.a.v. het storten van teermastiek in de normale situatie

Component	Samenstelling percolaat naar RWZI (mg/ton)	Zuiveringsrendement RWZI (%)	Emissie naar water (mg/ton)
As	9,98	80	2,00
Cd	0,30	72	0,08
Cu	4,49	89	0,49
Cr	0,23	92	0,018
Hg	0,12	91	0,011
Ni	0,00	46	0
Pb	6,39	91	0,58
V	0,00	75	0
Zn	203,66	75	50,92
Cl	299500	0	299500
SO ₄	251580	0	251580

Tabel 9.4 Emissie naar het oppervlaktewater n.a.v. het storten van teermastiek voor de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"

Component	Samenstelling percolaat naar RWZI (mg/ton)	Zuiveringsrendement RWZI (%)	Emissie naar water (mg/ton)
As	19,97	80	3,99
Cd	1,30	72	0,36
Cu	7,49	89	0,82
Cr	0,45	92	0,036
Hg	0,24	91	0,022
Ni	0,00	46	0
Pb	9,38	91	0,84
V	0,00	75	0
Zn	309,98	75	77,50
Cl	299500	0	299500
SO ₄	251580	0	251580

BIJLAGE 1

OVERZICHTEN MILIEU-INGREPEN

Verwerkingstechniek: meestoken in een AVI				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse^(a)
				I^(b)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie storten vlieg storten RGR-residu	0,044 0,287 0,247	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	teermastiek slakken vlieg cement rgr-residu zand water weg kalk water weg bedrijfsmiddelen	50 (20) 27,8 (10) 3,0 (10) 0,9 (30) 0,9 (10) 0,7 (-) 0,8 (20) 2,2 (-) 0,18 (10) 2,7 (10)	50 27,8 3,0 0,9 0,9 0,7 0,8 2,2 0,18 2,8
3.	Energiegebruik	elektr.verbr. AVI mengen vlieg storten vlieg storten rgr-residu storten zand	220 kWh 0,15 kWh 2,6 MJ 1,1 MJ 0,79 MJ	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	NaOH (20%) Ca(OH) ₂ NH ₄ OH (25%) actief kool	35 kg 3,66 kg 1,43 kg 0,153 kg	35 kg 3,66 kg 1,43 kg 0,307 kg
5.	Emissie lucht	Stof CO ₂ CO NOx NH ₃ CxHy SO ₂ HCl As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn PCDD/F	41,92 g 1.572.000 g 277,20 g 831,60 g 41,58 g 69,30 g 84,0 g 10,0 g 3,5 mg 1,5 mg 10,5 mg 16,1 mg 6 mg 10,5 mg 22,4 mg 39,2 mg 95,2 mg 0,693 ìg	41,92 1.572.000 277,20 831,60 41,58 69,30 84,0 10,0 7 6,5 17,5 31,5 12 16,8 32,9 73,5 144,9 0,693
6.	Emissie water (mg)		-	-

Verwerkingstechniek: meestoken in een AVI			
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse^(a)
			1^(b)
7.	Emissie bodem (mg)	<u>Uit vliegias:</u> As 0,69 Cd 0,14 Cr 2,06 Cu 3,15 Hg 0,01 Ni 2,06 Pb 4,38 V 23,02 Zn 18,63 Cl 32000 SO ₄ 30800 <u>Uit bodemas</u> As 2,14 Cd 0,08 Cr 6,41 Cu 9,84 Hg 0,00 Ni 6,41 Pb 13,68 V 23,95 Zn 58,16 Cl 139750 SO ₄ 279993	1,37 0,59 3,43 6,17 0,02 3,29 6,44 43,16 28,36 32000 30800 4,28 0,33 10,69 19,24 0,00 10,26 20,10 44,90 88,52 139750 279993
8.	Finaal afval / te storten rest	geïmmob. residu/vliegias	73,9 / 74,1
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	zand water weg	18,5 (-) / 13,0 (20) / als normaal
10.	Vermeden energie	elektr.prod. AVI	1.677 kWh / als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)		- / -
12.	Vermeden emissie water		- / -
13.	Vermeden emissie bodem		- / -
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen		- / -
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.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Verwerkingstechniek: verbranden in DTO				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse^(a)
				I^(b)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	installatie storten slakken storten vliegas storten filterkoek	0,4 2,6 0,75 0,15	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	teermastiek slakken vliegas cement filterkoek kalk water weg bedrijfsmiddelen	150 (20) 16 (10) 4,8 (10) 3,3 (30) 1 (10) 2,2 (-) 0,2 (10) 1,7 (10)	als normaal
3.	Energiegebruik	elektr.verbr. DTO verkleinen teermastiek storten slakken mengen vliegas storten vliegas mengen filterkoek storten filterkoek	219,4 kWh 45 kWh 19,2 MJ 0,415 kWh 6,8 MJ 0,138 kWh 1,3 MJ	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	NaOH (20%) Ca(OH) ₂ NH ₄ OH (25%) actief kool zoutzuur (20%) natriumbisulfiet natriumsulfide (13%) poly-elektroliet osmo treatment 35	2,1 kg 3,67 kg 0,6 kg 19,3 kg 0,52 kg 0,06 kg 0,37 kg 0,01 kg 0,03 kg	als normaal
5.	Emissie lucht	Stof CO ₂ CO NOx CxHy SO ₂ HCl As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn PCDD/F	41,79 g 1.572.000 g 277,20 g 2772,0 g 69,3 g 126,0 g 1,5 g 3,5 mg 2,25 mg 10,5 mg 16,1 mg 6 mg 10,5 mg 22,4 mg 39,2 mg 95,2 mg 0,693 ig	41,79 1.572.000 277,20 2772,0 69,3 126,0 1,5 7 9,75 17,5 31,5 12 16,8 32,9 73,5 144,9 0,693
6.	Emissie water	SO ₄ HCl As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn	24.759 g 3.498,5 g 3,00 mg 6,30 mg 9,00 mg 13,80 mg 4,00 mg 9,00 mg 19,20 mg 33,60 mg 81,60 mg	24.759 3.498,5 6,00 27,30 15,00 27,00 8,00 14,40 28,20 63,00 124,20

Verwerkingstechniek: verbranden in DTO				
ASPECT	(specificatie)		INGREEP	Gevoeligheidsanalyse^(a)
				1^(b)
7.	Emissie bodem (mg)	<u>Uit slak:</u> As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn Cl SO ₄ <u>Uit vliegias:</u> As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn Cl SO ₄ <u>Uit filterkoek:</u> As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn Cl SO ₄	1,77 0,038 143,51 8,15 0 26,58 11,34 19,84 48,19 69.875 140.700 1,42 0,20 4,25 6,52 0,010 4,25 9,07 15,88 38,56 40.000 138.600 0,18 0,0070 0,59 0,07 0,090 0,54 0,10 0,18 0,44 0 7.434	3,54 0,16 239,19 15,95 0 42,52 16,65 37,21 73,35 69.875 140.700 2,84 0,88 7,09 12,76 0,020 6,80 13,32 29,77 58,68 40.000 138.600 0,36 0,030 0,98 0,15 0,18 0,86 0,15 0,34 0,67 0 7.434
8.	Finaal afval / te storten rest	reststoffen	455,3 kg	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-	-
10.	Vermeden energie	elektr.prod. DTO	0,682 MWh	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht (mg)		zie 14	als normaal
12.	Vermeden emissie water		zie 14	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	gedestilleerd water	9,39 m ³	als normaal
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.

(b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling".

Verwerkingstechniek: verbranden in cementoven						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)		-	-	-	-
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	teermastiek	300 (20)	als normaal	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	verkleinen teermastiek	55 kWh	-	-	-
4.	Bedrijfsmiddelen		-	-	-	-
5.	Emissie lucht	Stof CO ₂ CO NOx CxHy SO ₂ HCl As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn PCDD/F	208 g 1.564.000 g 3.465 g 11.088 g 924 g 1008 g 30 g 2,5 mg 1,5 mg 7,5 mg 11,5 mg 12 mg 7,5 mg 16 mg 28 mg 68 mg 0,693 ig	208 1.564.000 3.465 11.088 924 1008 30 5 6,5 12,5 22,5 24 12 23,5 52,5 103,5 0,693	als normaal	als normaal
6.	Emissie water (mg)		-	-	-	-
7.	Emissie bodem (mg)	As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn Cl SO ₄	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	als normaal	als normaal	2,50 1,94 7,50 11,49 2,07 7,50 15,99 27,99 67,97 2.485 20.244
8.	Finaal afval / te storten rest		-	-	-	-
9.	Vermeden transport in tkm(ton/vracht)	kolen stookolie	272 (16) - (16)	- -	- 114	als normaal
10.	Vermeden energie		-	-	-	-

Verwerkingstechniek: verbranden in cementoven						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
11.	Vermeden emissie lucht (mg, anders vermeld)	As Ba Cd Co Cr Cu Hg Mn Mo Ni Pb Sb Se Sn Sr V Zn Cl F SO ₂ stof CO NO _x C _x H _y CO ₂ TCDD TEQ	2,75 217,41 7,95 30,64 40,76 36,01 67,67 574,10 2,72 59,99 45,52 10,19 3,40 10,19 149,47 271,09 179,36 15490,59 1263,71 1672983,53 209,6 g 3.465 g 11.088 g 924 g 1.977 kg 0.693 µg	als normaal	0,23 0,00 0,00 0,57 0,09 0,28 0,20 0,00 0,14 8,53 2,56 0,00 0,21 0,00 0,00 17,07 1,00 307,24 51,21 380979,31 207,9 3.465 11.088 924 1.977 0.693	als normaal
12.	Vermeden emissie water		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	kolen stookolie mergel	1,36 ton - - 0,144 ton	als normaal	- 0,57 ton 0,4 ton	als normaal
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.

(b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "ander samenstelling"

(c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "vervanging stookolie"

(d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging".

Verwerkingstechniek: wervelbedoven					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gev. analyse (a)	
				1 (b)	2(c)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	installatie storten rgr-residu	0,156 0,247	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	teermastiek reststoffen rgr-residu zand water weg kalk water weg bedrijfsmiddelen	75 (20) 120 (10) 0,9 (10) 0,7 (-) 0,5 (20) 6,8 (-) 0,6 (10) 3,7 (10)	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	verkleinen teermastiek elektr. verbr. installatie storten rgr-residu	45 kWh 200 kWh 1,85 MJ	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	water CaO actief kool CaCO ₃ NH ₄ OH (25%) big bag PE-hoes zand	220 kg 11,4 kg 0,3 kg 45,62 kg 3 kg 0,058 kg 0,023 kg 13,23 kg	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht (mg, tenzij)	<u>Wervelbedoven:</u> Stof CO ₂ CO NOx NH ₃ CxHy SO ₂ HCl As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn PCDD/F <u>Cementoven:</u> As Cd Cr Cu Hg Ni Pb V Zn Cl SO ₂	41,92 g 1.572.000 g 277,20 g 831,60 g 41,58 g 69,30 g 84,0 g 10,0 g 3,5 mg 1,5 mg 10,5 mg 16,1 mg 6 mg 10,5 mg 22,4 mg 39,2 mg 95,2 mg 0,693 ig 2,48 1,43 7,44 11,41 0,60 7,44 15,88 27,78 67,48 15.000 11.158	41,92 1.572.000 277,20 831,60 41,58 69,30 84,0 10,0 7 6,5 17,5 31,5 12 16,8 32,9 73,5 144,9 0,693	als normaal
6.	Emissie water (mg)		-	-	-

Verwerkingstechniek: wervelbedoven					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gev. analyse (a)	
				1 (b)	2(c)
7.	Emissie bodem (mg)	As	0	als normaal	2,48
		Cd	0		1,85
		Cr	0		7,44
		Cu	0		11,41
		Hg	0		0,11
		Ni	0		7,44
		Pb	0		15,88
		V	0		27,78
		Zn	0		67,48
		Cl	0		750
		SO ₄	0		16.737
8.	Finaal afval / te stor- ten rest	geïmmob, rgr-residu	31,9 kg	als normaal	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-	-	-
10.	Vermeden energie	energieopbrengst oven	2.310 kWh	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	als normaal	als normaal
12.	Vermeden emissie water		zie 14	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfs- middelen	kalksteenmeel	400 kg	als normaal	als normaal
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.
- (b) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "wel uitlozing".

Verwerkingstechniek: storten				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse ^(a)
				I ^(b)
1.	Ruimtebeslag (m ² jaar)	storten	4,4	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	teermastiek	35 (20)	als normaal
3.	Energiegebruik	storten	60 MJ	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen		-	-
5.	Emissie lucht		-	-
6.	Emissie water	As	2,00	3,99
		Cd	0,08	0,36
		Cr	0,49	0,82
		Cu	0,018	0,036
		Hg	0,011	0,022
		Ni	0	0
		Pb	0,58	0,84
		V	0	0
		Zn	50,92	77,50
		Cl	299500	299500
SO ₄	251580	251580		
7.	Emissie bodem (mg)	As	0,017	0,033
		Cd	0,00050	0,0022
		Cr	0,0075	0,013
		Cu	0,00038	0,00075
		Hg	0,00020	0,00040
		Ni	0	0
		Pb	0,011	0,016
		V	0	0
		Zn	0,34	0,52
		Cl	500	500
SO ₄	420	420		
8.	Finaal afval / te storten rest	reststoffen	1000 kg	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-	-
10.	Vermeden energie		-	-
11.	Vermeden emissie lucht (mg)		-	-
12.	Vermeden emissie water		-	-
13.	Vermeden emissie bodem		-	-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen		-	-
15.	Overig	zuiveren waterzuivering	0,0132 m ³	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 "andere samenstelling".

BIJLAGE 2

LITERATUURLIJST

AVR, 1999
overheidsjaarverslagen AVR-bedrijven, 1999

TNO-MEP
G. Eggels, A.M.M. Ansems, B.L. van der Ven, CO efficiency of recovery scenarios of plastic packaging, TNO-MEP, Apeldoorn, februari 2001.

Watco, 2000
Milieu effect rapport wervelbedverbrandingsinstallatie Watco Roosendaal, Iwaco B.V. West, Rotterdam, 16 juni 2000.

Zuiveringsschap Limburg 1998,
Rapportage "Werking van rioolwaterzuiveringsinstallaties in 1998"