

# **MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN**

## **Achtergronddocument A23 Uitwerking “Straalgrit”**

Afval Overleg Orgaan  
2002



## **INHOUDSOPGAVE**

	blz.
1. INLEIDING	3
2. SAMENSTELLING STRAALGRIT	4
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	7
4. UITGANGSPUNTEN EN SYSTEEMGRENZEN	9
5. STORTEN	11
5.1 Procesbeschrijving	11
5.2 Massabalans en ruimtebeslag	11
5.3 Transport	12
5.4 Energie	12
5.5 Bedrijfsmiddelen	12
5.6 Emissies	13
6. PYROLYSE / SMELTEN	18
6.1 Inleiding	18
6.2 Procesbeschrijving	18
6.3 Massabalans en ruimtebeslag	21
6.4 Transport	23
6.5 Energie	25
6.6 Bedrijfsmiddelen	27
6.7 Emissies	29
6.8 Leemten in kennis	33

## **BIJLAGEN:**

1. Literatuurlijst
2. Ingreeptabellen

## 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.

Om LCA-berekeningen te kunnen uitvoeren, dient onder meer de volgende informatie beschikbaar te zijn:

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

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

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

Ook zullen tijdens het afvalverwerkingstraject stoffen worden vernietigd en nieuwe stoffen ontstaan. Zo worden bij verbranding diverse organische verbindingen in het afval vernietigd en wordt bijvoorbeeld NO<sub>x</sub> 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 "**Straalgrit**". Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij het bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

## 2. SAMENSTELLING STRAALGRIT

Straalgrit is een verzamelnaam voor materiaal dat toegepast wordt voor het stralen van oppervlakten van constructies en voorwerpen met het doel om deze te reinigen en/of geschikt te maken voor een conserverende behandeling, ook wel deconserveren genoemd. Na gebruik is het straalgrit verontreinigd met het afgestraalde materiaal en de deeltjes van het straalmiddel zijn kleiner, minder scherp en daardoor minder bruikbaar geworden. Afhankelijk van de samenstelling of van het gestraalde object is het verontreinigde straalmiddel gevaarlijk afval.

Het meest gebruikte eenmalig straalmiddel is smeltslakstraalgrit, een straalmiddel op basis van slak van verbrandingsprocessen. Hiernaast zijn er andere soorten straalgrit op basis van staal, glas, aluminiumoxide en dergelijke. Hergebruik en nuttige toepassing van gebruikt smeltslakstraalgrit is mogelijk indien het straalgrit is gereinigd. De totale hoeveelheid gebruikt smeltslakgrit die in 1997 en 1998 is vrijgekomen bedraagt resp. 62 kton en 60 kton.

Met ingang van 1 januari 1996 is het op grond van het "Besluit stortverbod afvalstoffen" verboden om reinigbaar straalgrit te storten. In 1996 is de "Ministeriële regeling niet-reinigbaar straalgrit" van kracht geworden. Het doel van de regeling is straalgrit dat doelmatig her te gebruiken of nuttig toe te passen is, te kunnen onderscheiden van straalgrit waarvoor dit niet het geval is. Teneinde dit onderscheid te kunnen maken, bevat de ministeriële regeling criteria, alsmede voorschriften voor monsternamen en analyse, waarmee bepaald kan worden of de partij straalgrit aan de criteria voldoet. In tabel 2.1 zijn deze criteria opgenomen.

Tabel 2.1; Criteria Regeling niet-reinigbaar grit; bij overschrijding van één of meer van de in de tabel genoemde grenswaarden geldt een partij straalgrit als niet-reinigbaar

criterium	Grenswaarden
Fractie met deeltjesgrootte $\leq 63$ $\mu\text{m}$	20 gewichts-% d.s.
Fractie extraheerbaar	5 gewichts-% d.s.
Cd en Cd-verbindingen	75 mg/kg
Cr-totaal	7.500 mg/kg
Cr-VI	75 mg/kg
Cu-verbindingen	7.500 mg/kg
Ni-verbindingen	7.500 mg/kg
Pb en Pb-verbindingen	7.500 mg/kg
Sn-verbindingen	7.500 mg/kg
Zn-verbindingen	20.000 mg/kg
Naftaleen	200 mg/kg
Fenantreen	200 mg/kg
Anthraceen	200 mg/kg
Fluorantheen	300 mg/kg
Benzo(a)anthraceen	300 mg/kg
Chryseen	300 mg/kg
Benzo(k)fluorantheen	300 mg/kg
Benzo(a)pyreen	300 mg/kg
Benzo(ghi)peryleen	300 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	300 mg/kg
Som PAK's	500 mg/kg
EOX	500 mg/kg
Organotinverbindingen (uitgedrukt als tin)	200 mg/kg

In tabel 2.2 zijn gemiddelde samenstellingsgegevens opgenomen van ongebruikt straalgrit en de gemiddelde, minimum en maximum samenstellingsgegevens van 14 monsters verontreinigd straalgrit van verschillende oorsprong (KEMA, 1997). Het onderzoek van KEMA geeft van gebruikt straalgrit (reinigbaar en niet reinigbaar) over een representatief toepassingsgebied inzicht in het uitlooggedrag.

In deze LCA is verder gebruik gemaakt van de samenstellingsgegevens zoals opgenomen in het KEMA rapport. Er zijn onvoldoende uitlooggegevens beschikbaar van niet-reinigbaar straalgrit om deze LCA uitsluitend op niet-reinigbaar straalgrit te kunnen baseren. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat het onderscheid tussen reinigbaar en niet-reinigbaar straalgrit afhangt van de samenstelling en niet van het uitlooggedrag. Het specifieke uitlooggedrag van niet-reinigbaar straalgrit is om die reden weinig als apart gegeven onderzocht.

In de LCA-berekeningen zal gebruik worden gemaakt van de gemiddelde samenstelling van straalgrit. In de gevoeligheidsanalyse zullen ook de maximale samenstellingsgegevens gehanteerd worden. Daarbij zullen alleen de meest kritische componenten in beschouwing worden genomen (As, Cd en Hg) en de componenten waar de onzekerheid het grootste is (zoals Ba, Cu, Pb, Sn, Zn, Chloor, minerale olie, EOX en PAK-totaal). Ook deze waarden zijn weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2; Analyseresultaten van ongebruikt en verontreinigd straalgrit op basis van drogestof

Component	Ongebruikt grit in mg/kg d.s.	Samenstelling verontreinigd straalgrit in mg/kg d.s.			Samenstelling i.h.k.v. de gevoeligheidsanalyse
	Gemiddeld	Minimum	Maximum	Gemiddeld	
As *	23,3	11,9	46,8	25,2	46,8
Ba *	904	769	2040	1140	2040
Cd *	0,39	0,35	1,3	0,70	1,3
Co	39,1	25,9	43	33,1	33,1
Cr	184	145	224	180	180
Cu *	114	85	14400	2170	14400
Hg *	0,02	0,020	0,111	0,031	0,111
Mo	7,6	4,0	11,4	8,19	8,19
Ni	118	84	127	105	105
Pb *	106	87	354	183	354
Sb	1,9	224	3,6	2,7	2,7
Se	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Sn *	8,7	5,2	750	163	750
Ti	2640	1882	3280	2627	2627
V		168	361	222	222
Zn *	350	319	4900	1496	4900
Cl*	6,2	1	2562	475	2562
Benzeen	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Tolueen	0,1	0,1	0,28	0,11	0,11
Ethylbenzeen	0,1	0,1	4,7	1,2	1,2
Xylenen	0,2	0,1	21,2	7,1	7,1
Minerale olie *	10	22	1880	295	1880
EOX (mg Cl/kg) *	0,4	0,2	1065	120	1065
Naftaleen	0,1	0,1	4,6	1,4	1,4
Fenantreen	0,1	0,1	50	18	18
Antraceen	0,1	0,1	6,9	1,7	1,7
Fluorantheen	0,1	0,1	68	20,6	20,6

Component	Ongebruikt grit in mg/kg d.s.	Samenstelling verontreinigd straalgrit in mg/kg d.s.			Samenstel- ling i.h.k.v. de gevoelig- heidsanalyse
	Gemiddeld	Minimum	Maximum	Gemiddeld	
Benzo(a)antraceen	0,1	0,1	21	7	7
Chryseen	0,1	0,1	22	7,2	7,2
Benzo(k)fluorantheen	0,1	0,1	12	3,4	3,4
Benzo(a)pyreen	0,1	0,1	22	6,5	6,5
Benzo(ghi)peryleen	0,1	0,1	12	4,0	4,0
Indeno(123-cd)pyreen	0,1	0,1	17	4,5	4,5
PAK totaal (som 10) *	1,0	1	229	75	229
Organotin (Sn) <sup>1)</sup>	0,1	0,1	305	150	150

(1) Analyseresultaten van door Jaartsveld geaccepteerde partijen smeltslakgrit (gebaseerd op 103 monsters).

\* Gevarieerd in het kader van de gevoeligheidsanalyse

### 3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

#### Algemeen

Op grond van de samenstelling van het straalgrit wordt onderscheid gemaakt tussen reinigbaar en niet-reinigbaar straalgrit. Reinigbaar straalgrit mag niet worden gestort en moet ter verwerking worden aangeboden bij één van de hieronder genoemde reinigingsinstallaties. De criteria die in de ministeriële regeling zijn opgenomen om onderscheid te maken tussen reinigbaar en niet-reinigbaar straalgrit komen overeen met de acceptatiecriteria van de reinigingsinstallaties. Om straalgrit nuttig te kunnen toepassen op grond van het Bouwstoffenbesluit kan een combinatie van beide reinigingstechnieken noodzakelijk zijn.

#### Reinigbaar straalgrit

De toe te passen verwerkingsmethode voor reinigbaar straalgrit is sterk afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte straalgrit. Voor het reinigen van straalgrit zijn in Nederland twee reinigingsinstallaties operationeel:

- een fysisch/chemisch reinigingsproces (op basis van schuimscheiding), bestemd voor straalgrit dat voornamelijk is verontreinigd met zware metalen. De installatie wordt bedreven door Jaartsveld Groen en Milieu te Steenbergem;
- een thermisch reinigingsproces, bestemd voor het verwijderen van organische verontreinigingen, bedreven door ATM te Moerdijk.

Beide processen kunnen eventueel in combinatie met elkaar worden toegepast, afhankelijk van de verontreiniging (bijvoorbeeld een combinatie van zware metalen en bepaalde organische verontreinigingen) en de bestemming van het gereinigde grit.

Reinigbaar straalgrit dat is verontreinigd met zware metalen wordt dus fysisch/chemisch gereinigd, terwijl reinigbaar straalgrit dat is verontreinigd met organische componenten dus thermisch wordt gereinigd. Dit houdt in dat de verwerkingstechnieken voor reinigbaar straalgrit niet goed middels een LCA onderling te vergelijken zijn, omdat de samenstelling van het ingangsproduct bij deze technieken verschillend is (zij richten zich ieder op een ander deel van het straalgrit).

#### Niet-reinigbaar straalgrit

Niet-reinigbaar straalgrit, dat bovendien gevaarlijk afval is, wordt naar een C3-stort gebracht. Er is daarnaast een drietal alternatieven voor de verwerking van niet-reinigbaar straalgrit die in de vorm van proefprojecten nader zijn onderzocht:

- koude immobilisatie en nuttige toepassing;
- pyrolyse/smelten en nuttige toepassing, een procédé van Gibros PEC;
- deeltjesscheidingstechnieken op basis van zeving, hydrocyclonage en flotatie (toegepast in de zandwinning).

Doelstelling van bovengenoemde technieken is het minimaliseren van de hoeveelheid te storten materiaal.

#### *Storten*

In het algemeen wordt het verpakt in big-bags aangeleverd om te voorkomen dat er verstuiwing plaatsvindt tijdens het lossen. Het overige niet-reinigbare straalgrit wordt naar een normale stortplaats gebracht, waar het soms wordt gebruikt als ontgassingslaag. Voor deze verwerkingsoptie is voldoende informatie beschikbaar voor het uitvoeren van een LCA-vergelijking.



### *Koude immobilisatie*

In het kader van het programma "Technologie 2000" zijn enkele onderzoeken uitgevoerd naar de mogelijkheid om straalgrit te immobiliseren en weer nuttig toe te passen. Pelt & Hooykaas Milieutechniek B.V. heeft koude immobilisatie toegepast op basis van het Multifix-proces. Het onderzoek heeft niet geleid tot de realisatie van een (pilot) installatie. KEMA heeft laboratoriumonderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om zware metalen en radionucliden in straalgrit-residuen en ovenpuin met standaard bindmiddelen te immobiliseren. De berekende kosten voor het immobiliseren en storten waren echter hoger dan reiniging en storten van de residuen. Van het alternatief koude immobilisatie is onvoldoende kwantitatieve informatie beschikbaar om een LCA te kunnen uitvoeren.

### *Deeltjesscheiding*

KEMA heeft laboratoriumonderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om straalgrit droog te scheiden in een grove, relatief schone fractie en een fijne fractie met een relatief hoge concentratie aan verontreinigingen. De verschillen tussen de grove en fijne fractie waren echter onvoldoende om hiermee de hoeveelheid te storten materiaal te verminderen. Van het alternatief deeltjesscheiding is onvoldoende kwantitatieve informatie beschikbaar om een LCA te kunnen uitvoeren.

### *Pyrolyse/smelten*

Eveneens in het kader van T-2000 zijn smeltexperimenten uitgevoerd naar de mogelijkheid om gebruikt straalgrit, afkomstig van Eurogrit, via smelten geschikt te maken als basismateriaal voor gritproductie. De resultaten van het onderzoek waren volgens verwachting, maar hebben nog niet geleid tot realisatie van een installatie. North Refinery heeft plannen ontwikkeld om een afvalverwerkinginrichting te realiseren, die zal functioneren op basis van het Gibros-PEC verwerkingsconcept. Dit concept omvat ook een smeltstap (pyrometallurgisch smelten). Het MER en de milieuvergunningaanvragen van North Refinery bevatten voldoende kwantitatieve informatie met betrekking tot het smelten van straalgrit om een LCA te kunnen uitvoeren.

### Selectie verwerkingsalternatieven

Zoals hierboven beschreven is voor reinigbaar straalgrit geen goede vergelijking mogelijk omdat beide verwerkingsopties zich ieder richten op een ander segment van het reinigbare straalgrit. Er is uitsluitend een goede vergelijking mogelijk voor niet-reinigbaar straalgrit, waarbij "storten" kan worden vergeleken met "pyrolyse/smelten".

Tabel 3.1; Overzicht alternatieven en referentie-installaties voor niet-reinigbaar straalgrit

verwerkingstechniek	referentie-installatie
Storten op een C3-stortplaats	C3-compartiment stortplaats Boeldershoek
Pyrolyse/smelten en nuttige toepassing	Verwerkingsinrichting North Refinery <sup>1)</sup>

1) De inrichting is nog niet gerealiseerd

Aan de keuze voor bovenstaande referentie-installaties liggen de volgende overwegingen ten grondslag. In Nederland zijn op dit moment (juni 2001) ten minste drie PEC-installaties voorzien, te weten in Delfzijl (RUN-project North Refinery), in Groningen (MER PEC-Groningen, 20-11-2000) en op de Maasvlakte bij Rotterdam. De installatie in Delfzijl is reeds vergund en daarvan is ook de meeste informatie beschikbaar in de vorm van een uitgebreid MER.

De keuze voor stortplaats Boeldershoek is ingegeven door het feit dat alle stortplaatsen, gehouden zijn aan de uniforme regels zoals vastgelegd in het Stortbesluit Bodembescherming (1995). Omdat er derhalve bij de uitvoering van die regels minieme onderlinge verschillen bestaan en van de exploitant van stortplaats Boeldershoek (Regio Twente) uitgebreide informatie is ontvangen, is gekozen voor deze stortplaats als referentie-inrichting.

#### 4. UITGANGSPUNTEN EN SYSTEEMGRENZEN

In het totale afvalbeheertraject voor niet-reinigbaar straalgrit 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. In de procesbeschrijvingen is derhalve steeds aangegeven welke processen wel en niet in de LCA-berekeningen worden opgenomen.

##### *Gevormde reststoffen*

Bij de verwerkingsprocessen ontstaan producten en/of reststoffen, die vaak nuttig kunnen worden toegepast. Er is dan 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 altijd 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 recyclingbedrijven.

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

Tabel 4.1; Gestandaardiseerde transportafstanden

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

*Emissies naar water*

Voor het verwerken van kleine 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. Deze benaderingsmethode wordt alleen voor kleine waterstromen gehanteerd. Voor afvalstromen met significante proceswaterstromen is meer specifiek gekeken naar de ingrepen die bij de verwerking van dit afvalwater horen.

In alle gevallen, dus ook bij kleine waterstromen, is er echter vanuit gegaan dat de resulterende lozing naar het water te sterk afhangt van de karakteristieken van de afvalstroom om ook hiervoor standaardwaarden te hanteren. Dit is dus uitsluitend gedaan voor ingrepen als energiegebruik, ruimtebeslag en dergelijke. Voor de uiteindelijk resterende lozingen is ook bij kleine waterstromen 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<sup>1</sup> voor resulterende waterstromen

KENMERK	WAARDE
Zuiveringsrendement CZV	90%
Zuiveringsrendement BZV	97%
Zuiveringsrendement Kj-N	89%
Zuiveringsrendement totaal-N	66%
Zuiveringsrendement totaal-P	77%
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%

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

## 5. STORTEN

### 5.1 Procesbeschrijving

#### A. Aanvoer straalgrit

Het straalgrit, doorgaans verpakt in big-bags, wordt per vrachtwagen/aanhanger-combinatie vervoerd naar de verwerkingsinrichting (circa 20 ton/vracht).

#### B. Verwerking

Het niet-reinigbare straalgrit dat bovendien gevaarlijk afval is, wordt gestort in een C3-compartiment. De big-bags met straalgrit worden met een kraan uit de wagen getild en vervolgens geplaatst op een vooraf bepaalde plaats. De ruimtes tussen de geplaatste big-bags worden opgevuld met categorie I grond (licht verontreinigde grond), veelal aanwezig in het C3-compartiment.

#### C. Percolaatbehandeling

Het percolaatwater van de C3-stortplaats wordt voorgezuiverd in een afvalwaterzuiveringsinstallatie (fysisch-chemische zuivering). Het hierbij vrijkomende slib wordt ontwaterd en vervolgens gestort in het C3-compartiment.

#### D. Behandeling effluent percolaatwaterzuivering

Het effluent van de percolaatwaterzuivering wordt bij de referentie-installatie geloosd op de riole-ring en vervolgens nogmaals gezuiverd in de communale rioolwaterzuiveringsinstallatie. In dit MER is ook daar vanuit gegaan, en is om die reden aangesloten bij de gegevens van communale zuiveringen (zie hst 4).

#### E. Slibbehandeling

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

### 5.2 Massabalans en ruimtebeslag

#### Massabalans

Bij het storten van straalgrit ontstaan geen nuttig toepasbare producten. De totale hoeveelheid straalgrit wordt als reststof gestort (zie tabel 5.1).

Tabel 5.1; Overzicht producten en reststoffen

PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON VERWERKT STRAALGRIT	TE STORTEN
--	--	--
RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON VERWERKT STRAALGRIT	TE STORTEN
Straalgrit	1000 kg	1000 kg

#### Ruimtebeslag

In het kader van deze LCA wordt uitgegaan van een storthoogte van 15 m. Per m<sup>2</sup> stortoppervlak kan dus 15 m<sup>3</sup> afval gestort worden. De dichtheid van het gestorte afval bedraagt 1,4 ton/m<sup>3</sup>. Er wordt van uitgegaan dat alleen de ruimtes tussen de big-bags wordt opgevuld met in het C3-compartiment aanwezige categorie I grond (licht verontreinigde grond), maar dat er niet echt sprake is van tussenafdekkingen. Dit betekent dat er per m<sup>2</sup> stort 21 ton straalgrit kan worden opgeslagen. Daarmee is voor de berging van 1 ton straalgrit 0,71 m<sup>3</sup> stortruimte en 0,048 m<sup>2</sup> stortoppervlak

nodig. Over de te beschouwen periode van 100 jaar betekent dit per ton straalgrit  $4,8 \text{ m}^2 \cdot \text{jr}$  aan fysiek ruimtebeslag.

### 5.3 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van straalgrit naar de stortlocatie. Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de voertuigen voor het transport van straalgrit wordt berekend een proceskaart in de SimaPro-database. Daarbij wordt uitgegaan van de in tabel 5.2 vermelde transportafstanden (totaal heen en terug) en hoeveelheden/vracht. Daar er in vrijwel elke provincie een stortplaats is voor C3-afval, wordt op grond van tabel 4.1 de gemiddelde retourafstand geschat op 35 km. Er wordt uitgegaan van een belading van 20 ton straalgrit per vracht.

Tabel 5.2; Overzicht transportafstanden en tkm

MATERIAAL	TRANSPORT	
	Afstand (km)	Tonkilometer (tkm)
Straalgrit	35	35

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

### 5.4 Energie

Energie verbonden aan het storten is onbekend. In het kader van deze LCA wordt aangenomen dat het storten van 1 ton materiaal 60 MJ aan energie kost. Dit is gerelateerd aan het dieselverbruik van het in te zetten materieel. Dit betekent dat voor de verwerking van 1 ton straalgrit eveneens 60 MJ aan energie nodig is.

Op de C3-stortplaats is geen sprake van stortgasonttrekking en –toepassing. Straalgrit zou ook geen enkele bijdrage leveren aan de vorming van eventueel stortgas.

De hoeveelheid energie die nodig is voor de verwerking van het aan straalgrit toe te rekenen stortpercolaat ( $0,21 \text{ m}^3$  per ton straalgrit; zie paragraaf 5.6) wordt verder verrekend conform een ontwikkelde RWZI-proceskaart.

### 5.5 Bedrijfsmiddelen

Bij het ontvangen en storten van straalgrit worden geen bedrijfsmiddelen, zoals chemicaliën en water verbruikt. Het straalgrit wordt over het algemeen wel in big-bags getransporteerd en gestort. De ruimtes tussen de geplaatste big-bags worden opgevuld met categorie I grond (licht verontreinigde grond), die toch aanwezig is in het C3-compartiment en daar geborgen had moeten worden op de stort. Deze grond wordt derhalve niet als bedrijfsmiddel toegerekend aan straalgrit.

Aangenomen wordt dat per big-bag  $1,25 \text{ m}^3$  materiaal verwerkt wordt met een soortelijk gewicht van  $1.400 \text{ kg/m}^3$ . Per big-bag wordt circa 1.750 kg straalgrit verwerkt. Dus per ton straalgrit is 0,57 big-bag à 2,5 kg nodig, ofwel 1,43 kg. De milieu-ingrepen worden bepaald met een proceskaart uit de database van SimaPro.

## 5.6 Emissies

### *Emissies naar lucht*

Omdat het straalgrit in het algemeen in big-bags wordt aangevoerd en inclusief de big-bag in het stortlichaam wordt gedeponeerd zonder dat er handelingen plaatsvinden die zouden kunnen leiden tot verstuiving, worden geen emissies naar de lucht in rekening gebracht.

### *Emissies naar bodem*

De emissie naar de bodem wordt bepaald door het uitlooggedrag van straalgrit gedurende de exploitatiefase en de periode daarna. In tabel 5.3 zijn gemiddelde, minimum en maximum analysere-sultaten weergegeven van uitloogonderzoek ( $L/S=10$ ) op straalgrit, uitgevoerd ten behoeve van een toetsing aan het Bouwstoffenbesluit. Daar de kwaliteit van het straalgrit sterk kan verschillen, zijn de weergegeven resultaten een gemiddelde van de beschouwde soorten.

De gegevens in de tweede kolom (gemiddelde) zijn bepaald met een uitloogtest. De gegevens in de 5e en 6e kolom zijn de omgerekende gemiddelde emissies onder onderstaande praktijkcondities:

- een storthoogte van 15 meter en een dichtheid van  $1400 \text{ kg/m}^3$  (ofwel  $21 \text{ ton/m}^2$ )
- een percolatie van 0,5 mm (door de onderafdichting);
- een tijdshorizon van 10.000 (100 jaar voor anionen).

In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt het effect van een tweetal situaties onderzocht:

#### 1. variatie in de stortcondities

In de tabel is onder die naam het resultaat van een berekening weergegeven die zich richt op de onzekerheden in de wijze waarop de inrichting en het beheer van de stortplaats zal geschieden, waarbij is uitgegaan van

- een storthoogte van 30 meter en een dichtheid van  $1400 \text{ kg/m}^3$  (ofwel  $42 \text{ ton/m}^2$ )
- een percolatie van 5 mm (door de onderafdichting);

#### 2. variatie in de samenstelling

Hier is onder standaard stortcondities (15 meter hoog en een percolatie van 0,5 mm) uitgegaan van een verhoogde inschatting m.b.t. uitloging. Concreet betekent dit dat voor de componenten As, Cd, Hg, Ba, Cu, Pb, Sn, Zn en Cl niet de gemiddelde uitloging uit de tweede kolom van tabel 5.3 is gehanteerd, maar de maximale uitloging uit de vierde kolom (er dus vanuit gaande dat hiermee ook de variatie in de samenstelling in beeld is gebracht).

Tabel 5.3; Uitloogcijfers straalgrit en berekening onder praktijkcondities

	Uitloging L/S=10 in mg/kg			Praktijkcondities (normaal)		Variatie stortcondities		Variatie samenstelling	
	gemid- delde	minimum	maxi- mum	mg/m <sup>2</sup>	mg/ton straalgrit	mg/m <sup>2</sup>	mg/ton straalgrit	mg/m <sup>2</sup>	mg/ton straalgrit
As*	0,034	0,030	0,075	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ba*	5,38	0,15	15,81	4249	202,3	39609	943,1	14140	673,3
Cd*	0,0046	0,0009	0,0242	0	0,0	0	0,0	8	0,4
Co	0,0505	0,030	0,2087	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cr	0,0486	0,020	0,3836	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cu*	0,735	0,020	7,448	699	33,3	6148	146,4	10380	494,3
Hg*	0,0004	0,0004	0,0005	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mo	0,136	0,030	1,166	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ni	0,0817	0,030	0,203	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pb*	0,0435	0,021	0,172	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sb	0,0385	0,029	0,156	15	0,7	143	3,4	15	0,7
Se	0,0086	0,005	0,046	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sn*	0,147	0,05	1,13	128	6,1	1170	27,9	1201	57,2
V	0,045	0,020	0,177	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Zn*	8,01	0,103	28,92	8667	412,7	76186	1814,0	38820	1848,6
Br	2,23	2,00	3,40	0	0,0	0	0,0	0,00	0,0
Cl*	97,88	2,28	455,3	1340	63,8	13360	318,1	11553,4	550,2
CN-tot	0,03	0,03	0,03	1	0,0	5	0,1	0,54	0,0
CN-vrij	0,03	0,03	0,03	1	0,0	5	0,1	0,54	0,0
F	2,21	1,00	9,11	9	0,4	88	2,1	8,78	0,4
SO4	77,15	8,36	269,5	0	0,0	0	0,0	0,00	0,0

(Bedrijfschap en VROM)

*Emissies naar oppervlaktewater*

Voor de toe te rekenen waterstroom is in de normale uitgegaan van een:

- exploitatieduur van 15 jaar
- een storthoogte van 15 meter en een dichtheid van 1400 kg/m<sup>3</sup> (ofwel 21 ton/m<sup>2</sup>)
- een infiltratie van 300 mm per jaar met een lek naar de bodem van 0,5 mm per jaar waardoor uiteindelijk 299,5 mm jaarlijks naar de zuivering wordt afgevoerd.

De vracht die hiermee wordt afgevoerd is berekend en opgenomen in de vierde kolom van tabel 5.4. Met de rendementen uit tabel 4.2 (overgenomen in de vijfde kolom van tabel 5.4) is vervolgens bepaald welke ingrepen naar het water uiteindelijk resulteren (laatste kolom van tabel 5.4).

Tabel 5.4; Uitloging gedurende exploitatie en afvoer opgevangen percolaat

	uitloging in mg/kg bij L/S=10	via percolaat naar RWZI (mg/m <sup>2</sup> )	naar RWZI in mg per ton straalgrit	rendement RWZI	ingreep naar water in mg/ton
As*	0,034	0	0,0	80	0,0
Ba*	5,38	3831	182,1	75	45,5
Cd*	0,0046	0	0,0	72	0,0
Co	0,0505	0	0,0	75	0,0
Cr	0,0486	0	0,0	89	0,0
Cu*	0,735	632	30,0	92	2,4
Hg*	0,0004	0	0,0	91	0,0
Mo	0,136	0	0,0	75	0,0
Ni	0,0817	0	0,0	46	0,0
Pb*	0,0435	0	0,0	91	0,0
Sb	0,0385	14	0,6	75	0,2
Se	0,0086	0	0,0	75	0,0
Sn*	0,147	115	5,5	75	1,4
V	0,045	0	0,0	75	0,0
Zn*	8,01	7826	372,0	75	93,0
Br	2,23	0	0,0	0	0,0
Cl*	97,388	112382	5342,4	0	5342,4
CN-tot	0,03	47	2,2	0	2,2
CN-vrij	0,03	47	2,2	0	2,2
F	2,21	772	36,7	0	36,7
SO4	77,15	0	0,0	0	0,0

Ten behoeve van de gevoeligheidsanalyse net als bij de emissies naar bodem op twee wijzen een variatie aangebracht, namelijk

1. het variëren van de stortcondities (tabel 5.5a)

Hier is weer uitgegaan van een storthoogte van 30 meter, een exploitatieduur van 30 jaar (en dus 30 jaar een infiltratie van 300 mm) en een doorlek van de onderafdichting van 5 mm/jr (dus 295 mm wordt afgevoerd naar de waterzuivering).

2. een variatie van de samenstelling van de meest relevante componenten (tabel 5.5b)

Hier is weer uitgegaan van normale stortcondities (15 meter hoog, 15 jaar exploitatie. doorlek van 0,5 mm/jr) en is voor de componenten As, Cd, Hg, Ba, Cu, Pb, Sn, Zn en Cl niet de gemiddelde uitloging uit de tweede kolom van tabel 5.3 gehanteerd, maar de maximale uitloging uit de vierde kolom.



Tabel 5.5a; Uitloging gedurende exploitatie en afvoer percolaat bij variatie van de stortcondities

	uitloging in mg/kg bij L/S=10	via percolaat naar RWZI (mg/m <sup>2</sup> )	naar RWZI in mg per ton straalgrit	rendement RWZI	ingreep naar water in mg/ton
As*	0,034	0	0,0	80	0,0
Ba*	5,38	7661	180,3	75	45,1
Cd*	0,0046	0	0,0	72	0,0
Co	0,0505	0	0,0	75	0,0
Cr	0,0486	0	0,0	89	0,0
Cu*	0,735	1263	29,7	92	2,4
Hg*	0,0004	0	0,0	91	0,0
Mo	0,136	0	0,0	75	0,0
Ni	0,0817	0	0,0	46	0,0
Pb*	0,0435	0	0,0	91	0,0
Sb	0,0385	27	0,6	75	0,2
Se	0,0086	0	0,0	75	0,0
Sn*	0,147	231	5,4	75	1,4
V	0,045	0	0,0	75	0,0
Zn*	8,01	15652	368,3	75	92,1
Br	2,23	0	0,0	0	0,0
Cl*	97,388	224763	5288,9	0	5288,9
CN-tot	0,03	94	2,2	0	2,2
CN-vrij	0,03	94	2,2	0	2,2
F	2,21	1544	36,3	0	36,3
SO4	77,15	0	0,0	0	0,0

Tabel 5.5b: Uitloging gedurende exploitatie en afvoer percolaat bij variatie van de samenstelling

	uitloging in mg/kg bij L/S=10	via percolaat naar RWZI (mg/m <sup>2</sup> )	naar RWZI in mg per ton straalgrit	rendement RWZI	ingreep naar water in mg/ton
As*	0,075	0	0,0	80	0,0
Ba*	15,81	12749	606,1	75	151,5
Cd*	0,0242	7	0,3	72	0,1
Co	0,0505	0	0,0	75	0,0
Cr	0,0486	0	0,0	89	0,0
Cu*	7,448	9373	445,6	92	35,6
Hg*	0,0005	0	0,0	91	0,0
Mo	0,136	0	0,0	75	0,0
Ni	0,0817	0	0,0	46	0,0
Pb*	0,172	0	0,0	91	0,0
Sb	0,0385	14	0,6	75	0,2
Se	0,0086	0	0,0	75	0,0
Sn*	1,13	1084	51,5	75	12,9
V	0,045	0	0,0	75	0,0
Zn*	28,92	35053	1666,4	75	416,6
Br	2,23	0	0,0	0	0,0
Cl*	455,3	979476	46562,4	0	46562,4
CN-tot	0,03	47	2,2	0	2,2
CN-vrij	0,03	47	2,2	0	2,2
F	2,21	772	36,7	0	36,7
SO4	77,15	0	0,0	0	0,0

#### *Emissies waterzuivering*

Er wordt vanuit gegaan dat gedurende de exploitatieduur van de stort (dit is gedurende een periode van 15 jaar) het percolaat worden afgevoerd naar de RWZI. Het infiltratiedebiet is dan 300 mm/j, overeenkomend met  $0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{j}$  ofwel  $0,21 \text{ m}^3$  per ton straalgrit. De uiteindelijke lozing van verontreinigingen is hiervoor reeds ingeschat (zie tabel 5.3). Voor de rest van de ingrepen die met het bewerken van dit percolaatwater samenhangen (ruimtebeslag RWZI, chemicaliëngebruik RWZI, energiegebruik RWZI) wordt gebruik gemaakt van een proceskaart in SimaPro waarin op basis van de gemiddelde kenmerken van RWZI's deze ingrepen zijn opgenomen. Per ton straalgrit wordt hierbij dus  $0,21 \text{ m}^3$  percolaatwater dat primair is verontreinigd met anorganische componenten toegerekend. Deze hoeveelheid water verschilt in beide gevoeligheidsanalyses niet van de normale beschrijving wanneer het teruggerekend wordt naar 1 ton straalgrit.

Gelet op het feit dat straalgrit niet bijdraagt aan organische verontreinigingen in het stortpercolaat is een bijdrage aan de vorming van RWZI-slib voor straalgrit verder buiten beschouwing gelaten.

#### *Slotopmerking emissies*

Het dient gerealiseerd dat er bij de emissie naar bodem is gerekend met een tijdshorizon van 10.000 jaar en een percolatie naar de bodem van 0,5 mm/jaar. Feitelijk zal de eerste jaren een groter aandeel uitlogen. De percolatie naar de bodem blijft ook gedurende die periode echter 0,5 mm/jaar, maar het is te verwachten dat via afvoer naar de RWZI de eerste jaren relatief veel verontreinigingen aan het systeem worden onttrokken en dat de onder bodem berekende uitloging hiermee een overschatting is. Hier is immers gerekend met een constante uitloging gedurende 10.000 jaar zonder rekening te houden met het feit dat de eerste jaren al relatief veel uitloogt en wordt afgevoerd naar de waterzuivering. Hier staat overigens tegenover dat in veel gevallen de resulterende RWZI-slibben (inclusief een groot deel van de uitgespoelde metalen) weer op hetzelfde stortvlak worden teruggebracht, waarmee deze alsnog gedurende de complete 10.000 jaar zouden kunnen bijdragen aan de emissie naar de bodem.

## 6. PYROLYSE / SMELTEN

### 6.1 Inleiding

Het Gibros-PEC-verwerkingsconcept bestaat uit een combinatie van technieken, te weten pyrolyse, vergassen en smelten (pyrometallurgische verwerking) en kan voor een groot aantal afvalstoffen worden ingezet. De verschillende onderdelen van het verwerkingsconcept zijn op praktisch schaal getest en ook reeds (commercieel) operationeel. Een voorbeeld van de pyrometallurgische smelter bevindt zich in Bestwig (Nordrhein Westfalen). Deze smelter is in bedrijf sinds 1990 en heeft een capaciteit van circa 10.000 ton/jaar. Het pyrolyse-vergassingsgedeelte is onder andere in bedrijf in Aalen op een schaal van circa 25.000 ton/jaar.

Het PEC-verwerkingsconcept is gericht op het produceren van synthesegas uit de organische fractie van het ingevoerde afval en het omzetten van de niet-brandbare fractie in bruikbare bouwstoffen en metalen. Afhankelijk van de kenmerken van een afvalstroom doorloopt de afvalstroom één of meerdere processtappen binnen het PEC-concept.

De verwerkingskosten voor deze verwerkingsoptie bedragen ongeveer 115 Euro per ton.

### 6.2 Procesbeschrijving

Het PEC-verwerkingsconcept is opgebouwd uit twee parallel bedreven proceslijnen, te weten

- een proceslijn voor een pyrolyse met nageschakeld hoge temperatuur kraken van gasvormige en vluchtige pyrolyseproducten met industriële zuurstof; en
- een hoge temperatuur vergassing met industriële van asrijke afvalstromen (en pyrolysecokes) in een smelter.

Zowel bij gaskraker als smelter wordt industriële zuurstof toegepast als oxidant. Daardoor ontstaat een middelcalorisch synthesegas, dat in principe zowel als grondstof als als brandstof kan worden toegepast. Als grondstof is het in principe geschikt voor de productie van chemicaliën, die normaliter worden geproduceerd op basis van synthesegas uit aardgas, zoals waterstof, ammoniak, methanol en hogere oxo-chemicaliën. Als brandstof kan het gas worden toegepast in gasturbines, gasmotoren en voor ondervuring in ketels of andere industriële vuurhaarden.

Voor straalgrit geldt dat de vergassing/smelter-lijn wordt doorlopen, dat wil zeggen de navolgende processtappen A tot en met H, met uitzondering van C. Omdat straalgrit een zekere hoeveelheid zwavel bevat zal dit leiden tot een zwavelemissie via het smeltermgas (zie processtappen I tot en met Q). Er wordt hier verder gerekend met een S-gehalte van 0,3% (Haskoning).

#### A. Transport straalgrit

Straalgrit wordt per vrachtwagen aangevoerd naar de verwerkingsinrichting (circa 20 ton/vracht).

#### B. Opslag

De aangevoerde straalgrit wordt in luchtdichte ruimten met geforceerde ventilatie opgeslagen.

#### C. Verkleinen (deze stap is voor straalgrit niet relevant)

Sommige afvalstoffen (en het verpakkingsmateriaal) worden verkleind in een shredderinstallatie, waarbij water wordt toegevoegd om stofvorming te voorkomen. Het materiaal wordt verkleind tot deeltjes < 5 mm en vervolgens afgevoerd naar de smelter. Bij het gehele interne transport is sprake van een onderdruksituatie.

#### D. Mengen

Door mengen met andere ingangsstromen en hulpstoffen worden adequate gas- en slakkwaliteiten verkregen en wordt de energietoevoer van het (autotherme) smeltproces verzekerd. De ingangsstromen voor de smelter-lijn betreffen hoogcalorische vaste afvalstoffen, oliehoudende vaste afvalstoffen, laagcalorische afvalstoffen (grond-, metaal- en asbesthoudend), rwzi-slib, brandbare vloeistoffen (oplosmiddelen) en kwikhoudend afval. Afhankelijk van enerzijds de gewenste kwaliteit van het eindproduct (slak / synthetisch basalt) en anderzijds het afvalaanbod worden deze afvalstoffen in een bepaalde verhouding gemengd.

Voor het verkrijgen van een goede slakkwaliteit is in een aantal gevallen het toevoegen van een zogenaamde minerale flux nodig, met als doel om het gehalte van met name Si, Al en Ca in het basalt te sturen. De flux wordt gekozen met het oog op de gewenste smelteigenschappen van de smelt en het daaruit gevormde 'kunstbasalt', en geprobeerd wordt een smelt te verkrijgen met een samenstelling zoals gegeven in de MER voor North Refinery, dus ongeveer  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{CaO} \approx 6 : 1 : 1,5$ . Veelal wordt hiervoor zand of een kalkhoudend materiaal ingezet.

Voor straalgrit is onvoldoende informatie beschikbaar over het gehalte aan de componenten Si, Al en Ca. Gelet op de herkomst van straalgrit (veelal uit smeltslak; zie hoofdstuk 2), mag er echter vanuit gegaan worden dat deze componenten in redelijke mate aanwezig zullen zijn, zeker in vergelijking tot andere afvalstoffen die in de PEC-installatie worden verwerkt. Om die reden wordt het toerekenen van minerale flux voor een afvalstroom als straalgrit niet reëel geacht. In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt echter wel gekeken naar de invloed van deze keuze. Hiervoor wordt de toerekening van flux gebaseerd op het verwachte gemiddelde fluxgebruik van de totale installatie (ongeveer 10% van de asrest) en wordt voor straalgrit gerekend met toevoeging van zand (dit gelet op bovengenoemde na te streven verhouding in het basalt).

#### E. Luchtfiltratie

De afgezogen lucht bij voorgaande processen (opslag, verkleinen en mengen) wordt via een filter naar de atmosfeer afgevoerd. De afgevangen deeltjes worden weer aan de ingangsstroom toegevoegd.

#### F. Smelten

In de smeltreactor wordt het afval samen met brandstof (veelal andere afvalstoffen) en zuurstof aan de reactor toegevoegd. De brandstof wordt in de reactor met zuurstof vergast, waarbij de temperatuur in de reactor stijgt tot een niveau van circa 1450 °C. Daarbij smelten alle in het afval aanwezige mineralen en metaaloxiden. Het smeltgas bevat geen koolwaterstoffen maar uitsluitend componenten als  $\text{CO}/\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2/\text{H}_2$  en eventuele verontreinigingen. Bij benadering al het brandbare materiaal wordt omgezet in synthesegas. Organische verontreinigingen die met een afvalstroom als straalgrit in de smelter worden gevoerd worden tevens vergast en deels geoxideerd en hebben zo een positief effect op het overall energiegebruik dat nodig is voor het totale smeltproces.

De meeste metalen worden gereduceerd. Zware metalen, zoals lood, kwik, zink, antimoon, arseen, seleen en cadmium vervluchtigen, en worden met het synthesegas uit de reactor afgevoerd. Kwik en antimoon worden voor bijna 100% en zink, lood, cadmium, seleen en arseen worden voor ongeveer 90% in het ruwe synthesegas afgevoerd. Deze vluchtige metalen worden (met uitzondering van kwik) afgevangen als metaalslib in de gasreiniging (zie onder processtap I).

De initiatiefnemer verwacht dat andere metalen, zoals ijzer, koper en zilver, indien in significante hoeveelheden aanwezig, een metalensmelt kunnen vormen die separaat kan worden gewonnen en vervolgens afgevoerd naar een schroothandelaar (ijzer) en de metaalindustrie (aluminium, koper, nikkel). Gezien het hoge afscheidingsrendement van metalen uit afvalstromen die het voorbereiden

kingsproces doorlopen, het hoge gehalte aan ijzer in het verkregen basalt, en de onzekerheid over het realiteitsgehalte van deze optie, wordt in dit MER echter niet van deze mogelijkheid uitgegaan.

#### G. Transport slak

As, slib en flux vormen een laag visceuze minerale smelt, die bij afkoelen een kristallijne structuur aanneemt. De gevormde smelt wordt afgetapt, stolt en wordt als een basaltachtige bouwstof afgevoerd.

#### H. Nuttige toepassing slak

Na voorgaande stappen kan de slak c.q. het synthetisch basalt nuttig worden toegepast als bouwstof.

#### I. Wassen gas

Beide synthesesgas deelstromen (uit smelter en pyrolyse/kraker) worden vervolgens in achtereenvolgens een quench, venturiwasser en een druppelvanger gereinigd. De gastemperatuur daalt daarbij tot circa 60°C. In de wassers worden halogenen, meegevoerd stof en verdampte zware metalen (Zn, Pb, Cd, Hg, As, Se en Sb) afgescheiden van het gas. De halogenen komen terecht in het spuiwater (zie hieronder), het afgescheiden stof gaat terug naar de smelter en het afgevangen metaal vormt een metaalslib-fractie bestaande uit metaaloxides en metaalhydroxides (en water).

Door het afvangen van de zuurhalogenides en zwavel zakt de pH, hetgeen wordt bijgestuurd middels NaOH. De aan een afvalstroom toe te rekenen hoeveelheid NaOH is direct afhankelijk van de hoeveelheid halogenen en zwavel in een afvalstroom.

De afvalwaterstromen van de PEC-installatie worden zoveel mogelijk intern hergebruikt. Het zoute spuiwater van de druppelwasser voor de afgassen uit de smelter wordt chemisch-fysisch gezuiverd. De omvang van de toe te rekenen spui volgt uit de hoeveelheid af te vangen waterstofhalogenides en de pH van de spui. De pH van het filtraat wordt verhoogd tot 11 door middel van natronlooginjectie en vervolgens wordt dit geloosd op het riool.

#### J. Transport metaalslib

Het metaalslib bevat met name de vluchtige metalen zink en lood en wordt afgetransporteerd.

#### K. Nuttige toepassing metaalslib

Het metaalslib wordt als grondstof ingezet in de metallurgische industrie.

#### L. Ontzwavelen gas

Beide gasstromen (uit smelter en pyrolyse/kraker) worden vervolgens gecombineerd en aan een vierde water toegevoerd, waarin met een licht alkalische oplossing zwavelverbindingen worden uitgewassen. De oplossing met uitgewassen zwavelverbindingen wordt aan een biologisch proces (Paques proces) toegevoerd, waarin de opgeloste zwavelverbindingen worden gereduceerd tot verkoopbaar zwavel, dat ondermeer geschikt is voor de productie van zwavelzuur.

#### M. Transport zwavel

De verkregen elementaire zwavel wordt afgevoerd.

#### N. Nuttige toepassing zwavel

Zwavel wordt nuttig toegepast.

#### O. Actiefkoolfilter

In een actiefkoolfilter worden sporen olie, kwikdamp, organische verbindingen, etc. uit het gas verwijderd.

**P. Verwerking beladen actiefkool**

De vervuilde (met kwik beladen) actiefkool wordt afgevoerd in bigbags en gestort op een C2-deponie.

**Q. Gebruik synthesegas**

Of het geproduceerde synthesegas op termijn ook extern kan worden afgezet is de vraag, maar in dit MER wordt uitgegaan van interne verwerking. Straalgrit draagt, op enkele organische verontreinigingen na, echter niet bij aan de gasproductie en alleen aan de vorming van smeltermgas.

**6.3 Massabalans en ruimtebeslag**

Massabalans

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. Deze tabel is afgeleid voor één specifieke afvalstroom (i.c. shredderafval) door het relateren van hoeveelheden toe te rekenen reststromen en daarin verwachte restconcentraties aan de samenstelling van het afval. Er wordt vanuit gegaan dat deze verdeling representatief is voor het gedrag van de betreffende componenten in de PEC-installatie, ook wanneer deze via een andere afvalstroom en in andere verhoudingen in de installatie worden gebracht.

Tabel 6.1; Overzicht producten/reststoffen

	slak	actieve kool	metaalhoudend slib	zwavel koek	lucht	spui voor RWZI
S				99,965%	0,035%	
As	10,000%		89,964%		0,026%	0,010%
Br					0,004%	99,996%
Cd	10,000%		89,972%		0,026%	0,002%
Cl					0,003%	99,997%
Co	100,000%					
Cr	100,000%					
Cu	99,999%				0,001%	
F					0,025%	99,975%
Hg		19,560%	80,000%		0,440%	2,18E-15
Mn	100,000%					
Mo	100,000%					
Ni	99,994%				0,006%	
Pb	10,000%		89,974%		0,026%	3,10E-09
Sb			99,971%		0,029%	
Se	10,000%		89,974%		0,026%	
Sn	99,971%				0,029%	
V	99,999%				0,001%	
Zn	10,000%		89,974%		0,026%	7,34E-08
as (*)	99,999%				0,001%	

(\*) de as bestaat uit de niet in de tabel genoemde componenten, minus het brandbare (organische) deel in het afval en ook minus eventueel in de voorbewerking af te scheiden ijzer, non-ferro metalen en water (dit laatste speelt niet voor straalgrit)

Uit het gehalte aan zwavel van 0,3% volgt dat, onder de aanname dat het zwavel vrijwel volledig wordt teruggewonnen (een kleine hoeveelheid blijft in het gereinigde synthesegas/smeltergas en ontwijkt uiteindelijk als SO<sub>2</sub> naar de lucht) per ton straalgrit ongeveer 3 kg elementair zwavel ontstaat.

Voor halogenen wordt er vanuit gegaan dat deze tijdens het verwerkingsproces geheel vervluchtigen en derhalve niet in de slak terecht komen. De in het algemeen lage concentraties aan halogenen in basalt-achtige smeltslakken ondersteunen deze aanname. De halogenen worden deels als zuurgassen en deels als metaalhalides (omdat met name zink, lood en cadmium de neiging hebben om chlorides te vormen) met het geproduceerde gas afgevoerd. Zij worden uiteindelijk vrijwel volledig afgevangen in de gasreiniging en ontwijken voor slechts een klein deel naar de lucht.

De hoeveelheid metaalslib wordt bepaald door verdamping van de metalen As (90%), Cd (90%), Pb (90%), Hg (100%), Sb (100%), Se (90%) en Zn (90%). De metalen Zn, Pb, Hg, en Cd slaan in de gasreiniging neer als hydroxides, terwijl As, Sb en Se als oxides precipiteren<sup>2</sup>. Verder heeft het slib een d.s. gehalte van 50%. Met de samenstelling van tabel 2.2 betekent dit voor straalgrit een hoeveelheid van 4,55 kg metaalslib per ton, welke voor 1,54 kg bestaat uit de metalen zelf en voor de rest uit bijbehorende anionen en water.

Buiten de zwavel (3 kg/ton), de hoeveelheden organisch materiaal (380 g/ton), de metalen die terecht komen in het metaalslib (1,54 kg/ton), de halogenen (595 g/ton)<sup>3</sup>, en de emissies naar water en lucht komt de rest van het afval vrijwel geheel uiteindelijk in het basalt terug. Concreet betekent dat er uiteindelijk 995 kg basalt per ton straalgrit ontstaat.

Tabel 6.2; Overzicht producten/reststoffen per ton straalgrit

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON STRAALGRIT (KG)	TE STORTEN (KG)
Synthetisch basalt	995	-
Metaalslib (50% d.s.)	4,55	-
Zwavel (60% d.s.)	5,0	-
TE VERWERKEN RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON STRAALGRIT (KG)	TE STORTEN (KG)
Actief kool	-	5,1*E-3

In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het toevoegen van flux moet tevens 10% aan minerale flux worden toegerekend, ofwel 99,5 kg zand (zie de procesbeschrijving in paragraaf 6.2, onder D). In die situatie komt de totale hoeveelheid basalt die ontstaat uit een ton straalgrit uit op 1094 kg/ton.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op spreiding in de samenstelling wordt een hoeveelheid van 14,27 kg metaalslib per ton, welke voor 4,78 kg bestaat uit de metalen zelf en voor de rest uit bijbehorende anionen en water. Tevens wordt in het kader van deze gevoeligheidsanalyse gerekend met een verhoogd gehalte aan organisch materiaal en Chloor (resp. 2,12 kg en 3,63 kg, zie ook paragraaf 6.6), waarmee de hoeveelheid basalt uitkomt op 986 kg per ton straalgrit. Tenslotte is in deze gevoeligheidsanalyse, in afwijking van tabel 6.2, sprake van 18,1 g actief kool i.p.v. 5,1 g actief kool per ton voor het afvangen van het kwik.

<sup>2</sup> Uitgegaan is van de vorming van Zn(OH)<sub>2</sub>, Pb(OH)<sub>2</sub>, Hg(OH)<sub>2</sub>, Cd(OH)<sub>2</sub>, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en SeO<sub>2</sub>. De oxides worden reeds gevormd tijdens de vergassing en de hydroxides worden grotendeels gevormd bij de gasreiniging door uitwisseling van de aanvankelijk gevormde metaalhalogenides.

<sup>3</sup> Dit is gebaseerd op de som van Cl en EOX uit tabel 2.2.

### Ruimtebeslag

Het oppervlak van de PEC-inrichting bedraagt circa 30.000 m<sup>2</sup>. De totale doorzet van de installatie is 247.000 ton, waarvan 5.000 ton (2%) straalgrit. Dit betekent over een periode van 100 jaar:

- 30.000 m<sup>2</sup> x 2% x 100 jaar= 60.000 m<sup>2</sup>\*jaar
- 5.000 ton/jaar x 100 jaar= 500.000 ton
- 60.000 m<sup>2</sup>\*jaar : 500.000 ton= 0,12 m<sup>2</sup>\*jaar per ton verwerkt straalgrit.

Het fysiek ruimtebeslag bedraagt over een periode van 100 jaar 0,12 m<sup>2</sup> \* jaar per ton verwerkt straalgrit.

## 6.4 Transport

In het beschouwde afvalbeheersalternatief vindt transport per as plaats van straalgrit en van producten van de smelter-lijn. De te vervoeren producten van de PEC-installatie zijn slak (basaltachtig materiaal), metaalslib en elementair zwavel. In onderstaande tabel is tevens de omvang van de benodigde bedrijfsmiddelen aangegeven (zie paragraaf 6.6).

Tabel 6.3; Hoeveelheden producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen

MATERIAAL	PER TON STRAALGRIT (IN KG) NORMALE SITUATIE	PER TON STRAALGRIT (IN KG) GEVOELIGHEIDSANALYSES	
		samenstelling	wel flux
Straalgrit	1000	1000	1000
Zand(flux)	0	0	99,5
Synthetisch basalt	995	986	1094
Zwavel (60% d.s.)	5	5	5
Metaalslib (50% d.s.)	4,55	14,27	4,55
NaOH (aq, 33%)	25,1	37,8	25,1
Zuurstof	0,9	4,95	0,9
Vermeden zand	995	986	1095
Vermeden zink-concentraat	2,45	8,01	2,45

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 6.4 vermelde transportafstanden (totaal km heen en terug). Tevens zijn per vracht de tonkilometers (tkm) weergegeven op basis van 1 ton straalgrit.

Verwacht wordt dat er in Nederland maximaal 5 PEC-installaties zullen worden gerealiseerd. Van daar dat er voor het transport van straalgrit een transportafstand van 75 km worden aangehouden. Aangezien het synthetisch basalt waarschijnlijk op vele plaatsen (> 15) in Nederland nuttig kan worden toegepast, zijn hiervoor kortere transportafstanden aangehouden.

Eveneens zijn de vermeden transportafstanden voor zand opgenomen in het kader van de nuttige toepassing van basalt. Hierdoor hoeft immers geen zand te worden toegepast. Voor de aanvoer van 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. Daarnaast is de aanvoer van zand als bedrijfsmiddel in de tabel opgenomen. Dit zand, ook wel minerale flux genoemd, is noodzakelijk voor het smeltproces van de PEC-lijn. Voor de afstand is hier hetzelfde aangehouden als voor vermeden ophoogzand, daar de kwaliteitseisen voor dit zand niet zodanig kritisch zijn dat daarvoor alleen specifieke zandsoorten in aanmerking zouden komen.



NaOH wordt geproduceerd bij zoutelektrolysebedrijven in ondermeer Twente, Groningen en Botlek, hetgeen relatief dicht bij de locaties waar op dit moment een PEC-installatie is voorzien is gelegen. Het is echter niet zondermeer zeker dat PEC-installaties altijd op een dergelijke korte afstand van de NaOH-producten zal zijn gelegen. Voor de aanvoer van NaOH (33%) is de transportafstand is voorzichtigheidshalve dan ook op 75 km genomen.

Potentiële afnemers van het metaalhoudende slib zijn gevestigd in Budel, België, Duitsland en Groot-Britannië. Uitgaande van diverse mogelijk PEC-installaties in Nederland en één verwerker in Nederland (Budel) is een afstand van 150 km aangehouden. Voor het vermeden zinkconcentraat, hetgeen grotendeels komt uit Canada, Australië en Zuid-Amerika, voorziet de proceskaart in Sima-Pro reeds in aanvoer over water naar Nederland. Er is dan ook alleen rekening gehouden met transport van de haven naar de plaats van gebruik, waarbij is uitgegaan van 100 treinkilometers.

Afnemers van zwavel zijn gevestigd in het buitenland of op één of een beperkt aantal specifieke locaties in Nederland. Uitgegaan is, net als bij NaOH, van een afstand van 75 km. Daar zwavel in de regel wordt gevormd als bijproduct bij allerlei processen (brandstofontzwalling, rookgasreiniging, zinkproductie, ...) wordt er geen vermeden primair zwavel toegerekend en derhalve ook geen vermeden transport van een dergelijk primair materiaal.

Voor het te verbruiken zuurstof wordt er vanuit gegaan dat dat ter plaatse wordt geproduceerd. Benodigde energie wordt derhalve wel in rekening gebracht (zie paragraaf 6.5 en 6.6), maar voor transport wordt dit buiten beschouwing gelaten.

Tenslotte is het transport van het beladen actief kool naar de C2-deponie voor straalgrit buiten beschouwing gelaten gelet op de kleine toe te rekenen hoeveelheid (5,1 gram per ton en in het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op de samenstelling van het afval 18,1 g/ton).

Voor het transport van straalgrit, zand, basalt en vermeden zand wordt uitgegaan van 20 ton/vracht, voor het geproduceerde zwavel en het afgevangen metaalslib is een beladingsgraad van 10 ton per vracht aangehouden<sup>4</sup>. Ook voor NaOH (33%) wordt uitgegaan van 10 ton/vracht.

---

<sup>4</sup> Let op, dit betekent niet een vracht van 10 ton metaalslib, maar wel middels een transportmiddel dat een dergelijke hoeveelheid goederen meeneemt. Het is met name van belang voor het te kiezen voertuigformaat en niet voor de hoeveelheid metaalslib per individuele rit.

Tabel 6.4; Transport

materiaal	transport			
	Afstand (km)	Tonkilometer (tkm) normaal	Tonkilometer (tkm) gevoeligheidsanalyse "samenstelling"	Tonkilometer (tkm) gevoeligheidsanalyse "wel flux"
Straalgrit	75	75	75	75
Zand (flux)	35 (land)	0	0	3,5
	50 (water)	0	0	4,9
Synthetisch basalt	35	34,8	34,5	38,3
Zwavel (60% d.s.)	75	0,4	0,4	0,4
Metaalslib (50% d.s.)	150	0,7	2,1	0,7
NaOH (aq, 33%)	75	1,9	2,8	1,9
Zuurstof	0	0	0	0
Vermeden zand	35 (land)	34,8	34,5	38,3
	50 (water)	49,7	49,3	54,7
Vermeden Zink-conc.	100 (rail)	0,2	0,8	0,2

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

## 6.5 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van de PEC-installatie;
  - het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen;
  - het vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen en brandstoffen.
- Energieverbruik bij verwijdering reststoffen is niet van toepassing, aangezien in de eindfase door de smelter-lijn geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd.

### Energieverbruik en energieproductie PEC-installatie

Als geheel zal de PEC-installatie in de behoefte aan elektriciteit en warmte kunnen voorzien door een eigen warmtekrachtcentrale, die wordt gestookt met zelf geproduceerde brandstoffen. Daarnaast zullen diverse extern afzetbare energiedragers worden geproduceerd.

Door de geïntegreerde verwerkingsopzet kan ook straalgrit worden verwerkt zonder dat hiervoor elektriciteit en/of aardgas aan het openbare net moet worden onttrokken. Straalgrit heeft echter geen energetische inhoud en levert, op een kleine hoeveelheid organische verontreinigingen na, derhalve geen bijdrage aan de vorming van synthesegas. De verwerking van straalgrit kost dus energie. Voor een eerlijke vergelijking van verwerkingsalternatieven moet derhalve ook in het geval van de PEC in de LCA worden uitgegaan van een bepaald energieverbruik.

Met als richtwaarde een soortelijke warmte van ongeveer 1 kJ/kg\*K vraagt het opwarmen van een ton straalgrit tot de temperatuur van 1450 °C ongeveer 1,45 GJ. Met de warmte voor het smelten van de asrest er bij lijkt een energie van 1,6 GJ/ton een redelijke inschatting voor labcondities. Voor de praktijkcondities van de PEC-installatie wordt, op basis van een rendement binnen de reactor van 65%, een energiebehoefte van 2,5 GJ/ton als inschatting aangehouden.

Deze energie voor het smelten van straalgrit in de PEC wordt in rekening gebracht op basis van het gebruik van externe energie van het gemiddelde Nederlandse elektriciteitsnet. In praktijk wordt deze energie geleverd door het verbranden van pyrolyseresidu van andere afvalstromen. Deze energie-inhoud van 2,5 GJ van het pyrolyseresidu van ander afval had anders via verbranden in gas-

motoren ongeveer 0,63 GJ een elektriciteit opgeleverd<sup>5</sup> en door de gezamenlijke verwerking van dat andere afval met straalgrit wordt die nu niet aan het net geleverd. In de gevoeligheidsanalyse wordt derhalve ook de situatie bekeken waarin slechts 0,63 GJ/ton aan asbest wordt toegerekend.<sup>6</sup>

Verder wordt, gelet op de onzekerheidsmarge die de hierboven afgeleide 2,5 GJ/ton met zich mee brengt, ook een situatie in beeld gebracht waarbij de energieconsumptie 20% hoger wordt ingeschat, ofwel op 3 GJ/ton.

Het energieverbruik van de voorbereiding is gelet op de aard van de afvalstoffen voor straalgrit niet aan de orde.

Het energiegebruik voor de productie van zuurstof wordt in rekening gebracht middels een proceskaart in de database van SimaPro.

#### Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

In de ontzwavelingsstap van de gasreiniging ontstaat elementair zwavel door de biologische oxidatie van H<sub>2</sub>S. Zwavel ontstaat als vaste deeltjes in de waterfase. Door sedimentatie en afpersen wordt een zwavelkoek verkregen die kan worden gebruikt voor de productie van zwavelzuur. Daar het hier nuttige toepassing in een productieproces betreft wordt het energiegebruik van het betreffende proces niet meer aan de verwerking van straalgrit toegerekend.

Metaalslib uit de gasreiniging bevat met name de meer vluchtige metalen, zoals zink en lood. Het metaalslib kan als grondstof in de metallurgische industrie worden afgezet. Er is hierbij sprake van een vervanging van een zink-concentraat dat normaal op de locatie van winning van zink-erts wordt geproduceerd en als grondstof wordt ingezet in de zinkproductie. Daar de zinkgehalten in dit zinkconcentraat en in het metaalslib in eenzelfde orde van grootte liggen (zie ook onder paragraaf 6.6) wordt er vanuit gegaan dat inzet zonder verdere specifieke bewerkingen mogelijk is.

Voor de slak uit de smelter (het basaltachtige materiaal) geldt dat deze, getuige de gemeten uitloogwaarden van het synthetische basalt, als categorie-1 bouwstof kan worden toegepast, d.w.z. zonder bodembeschermende voorzieningen. Centrale doelstelling van de PEC-installatie is ook het produceren van categorie-1 bouwstof. Ten behoeve van de LCA wordt aangenomen dat de slak, na

<sup>5</sup> De hoeveelheid energie die uit de hoogcalorische afvalstromen wordt behaald en uiteindelijk wordt afgezet naar het elektriciteitsnet varieert per afvalstroom. In het kader van deze gevoeligheidsanalyse wordt er vanuit gegaan dat het netto-rendement voor de PEC-installatie op ongeveer 25% ligt (ofwel 25% van de warmte-inhoud van een afvalstof zou uiteindelijk afgezet kunnen worden als elektriciteit).

<sup>6</sup> Het energieplaatje voor laagcalorische stromen als straalgrit met deze aanpak in de gevoeligheidsanalyse positief beïnvloed, door de benodigde energie in rekening te brengen op basis van in de reactor aanwezige pyrolysecokes. Dit wordt veroorzaakt doordat energie intern wordt gebruikt en daarmee zonder het rendementsverlies dat bij het omzetten in elektriciteit optreedt wordt benut. Voor afvalstromen die wel bijdragen aan de syn-gasproductie geldt iets vergelijkbaars. Iedere Joule energie die niet omgezet wordt in afzetbare energie (met een verlies van 75%) maar intern wordt benut bij het insmelten van inerte afvalstromen, betekent een besparing van die volledige Joule (zonder het rendementsverlies van 75%). Het fenomeen afval met afval verwerken pakt dus voor beide soorten afval positief uit. Lastig is te bepalen hoeveel van de energie-inhoud van deze brandbare afvalstromen niet als verstoikbaar gas vrijkomt maar wordt benut voor als interne energiebron. Om die reden is er in de standaardbeschrijving voor gekozen om de stromen los van elkaar te beschrijven. Voor inerte afvalstoffen wordt er dus standaard uitgegaan van extern te leveren energie en voor afvalstoffen die wel bijdragen aan de syn-gasproductie van benutting van energie-inhoud volledig via omzetting in afzetbare electriciteit. In de gevoeligheidsanalyse wordt voor de inerte stromen ook de situatie van interne levering van energie in rekening gebracht door de benodigde energie voor het smelten te halveren. Voor de niet-inerte stromen wordt in het kader van de gevoeligheidsanalyse op eenzelfde wijze een variant in rekening gebracht waarbij de energie-opbrengst niet wordt toegerekend via omzetting in afzetbare electriciteit (rendement ongeveer 25%), maar voor de ten goede komt aan de verwerking van ander afval. Het is van belang te reëiseren dat dit een uiterste situatie is die het beeld iets te positief voorstelt omdat in het PEC-concept als geheel een deel van het brandbare afval wel degelijk via syn-gas wordt omgezet in afzetbare electriciteit.

verkleining in brokjes van 1-10 cm, volledig, d.w.z. 100% wordt ingezet als vervanger van zand in funderingslagen. Het energieverbruik bij het verkleinen wordt geraamd op ca. 45 kWh per ton basalt. Voor deze afvalstroom betekent dit 44,4 kWh per ton. In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het toevoegen van flux is dit 48,9 kWh per ton straalgrit, en in het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op spreiding in de samenstelling wordt dit 43,4 kWh per ton straalgrit.

Het energieverbruik (diesel) bij het aanbrengen van de slak als zandvervanger in funderingslagen wordt buiten beschouwing gelaten, omdat tegelijkertijd eenzelfde verbruik bij het aanbrengen van zand wordt vermeden.

#### Vermeden energieverbruik

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

In tabel 6.5 is aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden energie wordt berekend met een proceskaart uit de databases van SimaPro.

Tabel 6.5; Overzicht vervangen primaire grondstoffen

Geproduceerde secundaire grondstof	Vervangen primaire grondstof
Slak (basaltachtig materiaal)	Zand
Metaalslib (50% d.s.)	Zink-concentraat voor de metallurgische industrie

## 6.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van de PEC-installatie;
- het verbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen;
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwijdering reststoffen is niet van toepassing, aangezien in de eindfase door de smelter-lijn geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd.

#### Bedrijfsmiddelenverbruik PEC-installatie<sup>7</sup>

##### *Minerale flux*

De verschillende ingangsstromen voor de smelter worden in principe dusdanig gemengd, dat toevoeging van hulpstoffen ('minerale flux' in de vorm van kalk of zand) zo beperkt mogelijk wordt gehouden, en alleen moeten worden ingezet indien met de overige ingangsstromen geen adequaat mengsel kan worden bereikt. Zo dient de ene ingangsstof als hulpstof voor de andere conform het "waste-to-waste" principe. Feitelijk hangt de hoeveelheid toe te rekenen flux af van de gehalten aan Si, Ca en Al in de te verwerken afvalstroom. Van deze elementen is voor straalgrit geen gedetailleerde informatie beschikbaar. Globaal kan worden gesteld dat de flux voor de installatie als geheel ongeveer 10% van de asrest bedraagt.

Voor straalgrit is (zie paragraaf 6.2) er in principe vanuit gegaan dat er geen flux hoeft te worden toegerekend en is in het kader van de gevoeligheidsanalyse de genoemde 10% als indicatie gehan-

<sup>7</sup> Er is vanuit gegaan dat de big-bags meer dan eens wordt gebruikt (wordt niet meeverwerkt) en deze is derhalve voor deze verwerkingsoptie niet als bedrijfsmiddel in rekening gebracht.

teerd. Er wordt vanuit gegaan dat zand wordt gebruikt als minerale flux, zodat aan de verwerking van een ton straalgrit een hoeveelheid van 99,5 kg zand wordt toegerekend in het kader van de gevoeligheidsanalyse "wel flux".

#### *Zuurstof*

Aan de vergasser en de smelter wordt zuurstof toegevoegd. In de gemiddelde samenstelling bevat straalgrit ongeveer 380 g organische verontreinigingen<sup>8</sup>. Voor de vergassing hiervan is ongeveer 0,9 kg zuurstof nodig<sup>9</sup>. Het verbruik hiervan wordt in rekening gebracht met behulp van een proceskaart in de database uit SimaPro. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van flux is dit hetzelfde. In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op spreiding in de samenstelling wordt gerekend met een verhoogd PAK- en oliegehalte (zie hoofdstuk 2) en dus met ongeveer 2,12 kg organische verontreinigingen per ton straalgrit. In dat geval is ongeveer 4,95 kg zuurstof vereist per ton straalgrit.

#### *Natronloog*

De gasreiniging verbruikt NaOH. Het natronloogverbruik dat aan een afvalstroom dient te worden toegerekend wordt bepaald door

- (1) de hoeveelheid af te vangen halogenen en zwavel in de afvalstof, en
- (2) de hoeveelheid die nodig is om de aan de afvalstroom toe te rekenen spui op pH=11 te brengen.

#### Ad. 1

Voor straalgrit betekent dit dat bij de gemiddelde samenstelling gerekend moet worden met 595 g Chloor<sup>10</sup> en met 3000 g zwavel per ton straalgrit. Dit betekent dat ongeveer 8,17 kg NaOH aan de verwerking van een ton straalgrit dient te worden toegerekend<sup>11</sup>. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van flux is dit hetzelfde. In de gevoeligheidsanalyse die zich richt op spreiding in de samenstelling wordt gerekend met een verhoogd EOX- en Chloorgehalte gerekend. Er is dan sprake van 3,63 kg Chloor, ofwel een NaOH-gebruik van 11,59 kg per ton straalgrit.

#### Ad. 2

De hoeveelheid toe te rekenen spui is voor straalgrit 8,38 l/ton en in het kader van de gevoeligheidsanalyse 51,1 l/ton (zie voor de afleiding paragraaf 6.7 onder "emissies naar water"). De hoeveelheid NaOH om de spui op pH=11 te brengen is 20 g per liter<sup>12</sup>, hetgeen een NaOH-gebruik van 0.17 kg per ton straalgrit. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van

<sup>8</sup> De som van benzeen, toluen, ethylbenzeen, xylenen, minerale olie en PAK-totaal uit tabel 2.2

<sup>9</sup> De berekening is gebaseerd op verhouding C/H = 85/15 en volledige omzetting in CO en H<sub>2</sub>O (de ligging van evenwicht CO/H<sub>2</sub>O - H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> maakt voor zuurstofverbruik geen verschil). Dit geeft als zuurstofverbruik  $(0,85 \cdot 380) \cdot (16/12) + (0,15 \cdot 380) \cdot (16/2)$  gram en in de gevoeligheidsanalyse die zich richt op de variatie in de samenstelling  $(0,85 \cdot 2120) \cdot (16/12) + (0,15 \cdot 2120) \cdot (16/2)$  gram.

**LET OP;** er is op deze eenvoudige berekeningswijze dus geen rekening gehouden met het feit dat de samenstelling van het smeltermgas niet geheel hetzelfde is als het normale syn-gas uit de kraker maar in praktijk meer CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O zal bevatten. Concreet betekent dit dat de zuurstofbehoefte hierdoor zal zijn onderschat. Voor een afvalstroom als straalgrit, waar het aandeel aan organische materiaal beperkt is, zal deze fout beperkt blijven. Ter illustratie wordt opgemerkt dat, in de uiterste situatie dat er volledige oxidatie tot CO<sub>2</sub> en water zou plaatsvinden in de smeltreactor (ook dat is niet de werkelijkheid), de zuurstofvraag bij de normale samenstelling geen 0,9 kg/ton maar (maximaal) 1,3 kg/ton zou zijn  $[(0,85 \cdot 380) \cdot (32/12) + (0,15 \cdot 380) \cdot (16/2)]$ . Voor een inerte stroom als straalgrit leidt deze wijze van berekenen dus tot onderschatting van het zuurstofverbruik van hooguit een paar honderd milliliter zuurstof per ton straalgrit.

Voor stromen die echter meer organisch materiaal bevatten is een nauwkeurigere analyse wel noodzakelijk.

<sup>10</sup> Gebaseerd op de som van Cl en EOX uit tabel 2.2.

<sup>11</sup> Gebaseerd op 1 mol NaOH voor 1 mol Chloor, en 2 mol NaOH voor 1 mol zwavel.

<sup>12</sup> Uitgegaan is van een pH van het spuiwater van 0,3. Dit betekent ongeveer 0,5 mol H<sup>+</sup> per liter. Om op pH=11 te komen is de OH-vraag 0,5 mol (van 0,3 tot 7) + 0,001 mol (van 7 tot 11), ofwel ongeveer 20 g/l.

flux is dit hetzelfde en in het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op een andere samenstelling een verbruik van 1,02 kg per ton straalgrit.

Het totale NaOH verbruik komt hiermee op 8,34 kg per ton straalgrit en in de gevoeligheidsanalyse op 12,61 kg per ton straalgrit (dit wijkt af van de hoeveelheden in tabel 6.3 omdat voor transport wordt uitgegaan van aanvoer als oplossing van 33%).

#### Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

De slak wordt volledig (100%) ingezet als vervanger van zand (funderingsmateriaal) en bij de nuttige toepassing van de slak worden geen bedrijfsmiddelen verbruikt.

#### Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In tabel 6.5 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang is opgenomen in tabel 6.6. De vermeden milieu-ingrepen worden berekend met een proceskaart uit de database van SimaPro.

Het metaalslib zal vanwege het hoge zinkgehalte worden afgezet bij een zinkproducent. Het slib bevat echter ook aanzienlijke hoeveelheden lood. Dit lood zal als bijproduct vrijkomen en aan de loodketen worden toegevoegd. In praktijk wordt zinkerts nabij de winningslocatie geconcentreerd van 6% Zn tot ongeveer 55% Zn, en dit concentraat wordt getransporteerd naar zinkproducenten. In dit MER is uitgegaan van het vermijden van de productie (en het transport) van dit zinkconcentraat, waarbij voor de uitgespaarde hoeveelheid is gecorrigeerd op basis van het Zinkgehalte (in het slib rond de 30% en in het concentraat rond de 55%).

Tabel 6.6; Vermeden inzet primaire grondstoffen

VERVANGEN PRIMAIRE GRONDSTOF	VERMEDEN INZET (KG) NORMAAL	VERMEDEN INZET (KG) GEVOELIGHEIDSANALYSE	
		samenstelling	wel flux
Zand	994	986	1094
Zn-conc. metallurgische industrie	2,45	8,01	2,45

## 6.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van de PEC-installatie;
- de emissies bij de verwijdering van reststoffen;
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen;
- de vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen en brandstoffen.

#### De emissies van de PEC-installatie

Uit de procesbeschrijving in paragraaf 6.2 blijkt dat rekening moet worden gehouden met emissies naar lucht en water. Emissies naar bodem vinden normaliter niet plaats. Door bodembeschermende maatregelen en voorzieningen wordt de kans op bodemverontreiniging verwaarloosbaar klein geacht.

### Emissies naar lucht

In dit kader wordt onderscheid gemaakt in

- (1) emissies van stof en metalen,
- (2) componentgebonden luchtmissies via gebruik van syn-gas (SO<sub>2</sub>, HCl, HBr, etc.),
- (3) procesgebonden emissies via gebruik van syn-gas (CO, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O), en
- (4) emissie van CO<sub>2</sub>

#### Ad. 1

Hoewel straalgrit zelf weinig aanleiding geeft tot vorming van gasproductie vormt het wel een hoeveelheid stof en aanhangende metalen die met het gas van brandstoffen of andere afvalstoffen wordt meegevoerd. Voor de emissies naar lucht wordt uitgegaan van de balans zoals weergegeven in tabel 6.1. De concrete uitwerking voor straalgrit is aangegeven in tabel 6.7.

Tabel 6.7: emissie van stof en metalen naar de lucht

comp.	fractie naar de lucht (%)	naar de lucht (mg/ton)		
		normaal	gevoeligheidsanalyse "samenstelling"	gevoeligheidsanalyse "wel flux"
As	0,026	6,552	12,168	6,552
Cd	0,026	0,182	0,338	0,182
Cu	0,001	21,7	144	21,7
Hg	0,44	0,1364	0,4884	0,1364
Ni	0,026	6,3	6,3	6,3
Pb	0,026	47,58	92,04	47,58
Sb	0,029	0,783	0,783	0,783
Se	0,026	0,39	0,39	0,39
Sn	0,029	47,27	217,5	47,27
V	0,001	2,22	2,22	2,22
Zn	0,026	388,96	1274	388,96
stof	0,001	11490	12590	12490 (*)

(\*) inclusief de bijdrage van de flux aan de emissie van stof

#### Ad. 2

Hoewel straalgrit zelf weinig aanleiding geeft tot vorming van gasproductie gaan zwavel en halogenen uit het straalgrit wel over naar de gasfase en worden met het syn-gas van de andere afvalstromen meegevoerd naar de gasreiniging en gasmotoren. De emissies van SO<sub>2</sub>, HCl, HBr en HF hangen weliswaar sterk samen met de reiniging en verbranding van syn-gas, maar moet toch gezien worden als een componentgebonden emissie. Ook voor deze emissies wordt uitgegaan van de balans zoals weergegeven in tabel 6.1. De concrete uitwerking voor straalgrit is aangegeven in tabel 6.8

Tabel 6.8; emissie van SO<sub>2</sub>, HCl, HBr en HF naar de lucht

comp.	fractie naar de lucht (%)	naar de lucht (mg/ton)		
		normaal	gevoeligheidsanalyse samenstelling	gevoeligheidsanalyse "wel flux"
S (als SO <sub>2</sub> )	0,07	2100	2100	2100
HCl	0,003	18,4	112	18,4
HF	0,025	-	-	-
HBr	0,004	-	-	-

### Ad. 3

Straalgrit zelf levert vanwege het inerte karakter geen bijdrage aan de productie van synthesegas, maar wel vindt in de smelter vergassing en oxidatie plaats van de organische verontreinigingen die zich bevonden in het straalgrit. Uitgaande van 380 g organische verbindingen en 595 g halogenen leidt dit tot ongeveer 1,07 kuub syn-gas per ton straalgrit<sup>13</sup>. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van flux is dit hetzelfde. In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op een variatie in de samenstelling betreft het 6,9 kuub syn-gas<sup>14</sup>. De verbranding van het syn-gas in de gasmotoren leidt tot emissies van emissies van NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O en CO. Deze emissies zijn bepaald aan de hand van de berekende brandstofinzet in gasmotoren en pyrolysebrander en aan de hand van de voor beide toepassingen aangehouden emissiefactoren voor de drie verontreinigende stoffen. Op basis van de restemissies zoals deze in tabel staan weergegeven, leidt dat tot de bijbehorende emissies per ton straalgrit. Hierbij is uitgegaan van een stookwaarde van het syn-gas van ongeveer 9,5 MJ/Nm<sup>3</sup>. Uitgaande van het gegeven dat smeltermgas naar verwachting relatief veel CO<sub>2</sub> en water zal bevatten en dus relatief weinig CO en H<sub>2</sub> (zie ook voetnoot 8 bij het berekenen van het zuurstofgebruik in paragraaf 6.6) is deze inschatting vermoedelijk aan de ruime kant.

Tabel 6.9; procesgebonden emissies

emissie	mg/MJ	naar de lucht (mg/ton)		
		normaal	gevoeligheidsanalyse "samenstelling"	gevoeligheidsanalyse "wel flux"
NO <sub>x</sub>	120	128,4	828	128,4
N <sub>2</sub> O	8	8,6	55,2	8,6
CO	200	214	1390	214

### Ad. 4

Tenslotte leidt de verbranding van de organische verontreinigingen 1,2 kg CO<sub>2</sub> per ton straalgrit. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van flux is dit hetzelfde. In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op spreiding in de samenstelling wordt gerekend met een ongeveer 2,12 kg organische verontreinigingen per ton straalgrit (zie ook paragraaf 6.6) hetgeen neerkomt op ongeveer 6,61 kg CO<sub>2</sub>. Voor de duidelijkheid wordt opgemerkt dat de bulk van de CO<sub>2</sub>-emissie in rekening wordt gebracht door het energiegebruik van de smelter in rekening te brengen met een proceskaart uit SimaPro (zie paragraaf 6.5).

#### *Emissies naar water*

De Smelter-lijn produceert de volgende afvalwaterstromen:

- a) condensaat dat vrijkomt bij de droging van slibben;
- b) condensaat dat ontstaat bij de gasreiniging;
- c) zoutwater (spui) van de zuurgaswassers.

Afvalwaterstroom a) wordt primair gebruikt als injectiewater bij de vergasser, zodat in de LCA geen rekening behoeft te worden gehouden met emissies naar water als gevolg van deze waterstroom. De emissies via de afvalwaterstromen b) en c) zijn het gevolg van de productie van synthese- en smeltermgas. De omvang van met name het spuiwater hangt af van het Chloorgehalte in de afvalstroom en bevat tevens een hoeveelheid zware metalen, terwijl het condensaat uitsluitend organisch belast is.

<sup>13</sup> Dit is berekend uit een C/H verhouding 85/15 ofwel op basis van 232 g C en 57 g H. Omzetting in CO (19,3 mol) en H<sub>2</sub>O (28,5 mol), en met 22,4 l/mol geeft 1,07 kuub

<sup>14</sup> Berekend uit een C/H verhouding 85/15 ofwel op basis van 1802 g C en 318 g H. Omzetting in CO (150 mol) en H<sub>2</sub>O (159 mol), en met 22,4 l/mol geeft 6,9 kuub



Met het uitgangspunt dat alle halogenen uiteindelijk in de gasreiniging terecht komen (zie ook onder paragraaf 6.3) dient voor iedere mol halogeendeeltjes die in een ton te verwerken afval zit een hoeveelheid van ongeveer 0,5 kg spui in rekening te worden gebracht. Deze omvang van de spui is geschat door aan te nemen dat de concentratie aan halogenen in de spui uiteindelijk 2 mol/l bedraagt. Dit is een concentratie die ook voor AVI's wel wordt opgegeven. Dit leidt in dit geval tot het toerekenen van 8,38 l/ton en in het kader van de gevoeligheidsanalyse 51,1 l/ton. Ten aanzien van de emissies naar water is de toe te rekenen spui gecorrigeerd voor de toe te rekenen hoeveelheid water die achterblijft in zwavelkoek (60% d.s.) en metaalslib (50% d.s.) en voor de hoeveelheid water die wordt toegevoegd in verband met het op pH=11 brengen van deze waterstroom (met 33% NaOH). In de normale situatie leidt dit tot een hoeveelheid toe te rekenen spuiwater van 20,8 l/ton. Voor de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het wel toerekenen van flux is dit hetzelfde. Bij variatie van de samenstelling in de gevoeligheidsanalyse geeft dit een toe te rekenen hoeveelheid van 79,8 l/ton.

Deze waterstroom wordt afgevoerd naar een communale RWZI. Met de rendementen zoals aangegeven in tabel 4.2 en de balans over de PEC van tabel 6.1 geeft dit voor straalgrit de volgende ingrepen naar water.

Tabel 6.10; emissies naar water

comp.	rendement RWZI	normaal <u>EN</u> gevoeligheidsanalyse "wel flux"		gevoeligheidsanalyse "samenstelling"	
		stroom naar RWZI (mg/ton)	ingreep naar water (mg/ton)	stroom naar RWZI (mg/ton)	ingreep naar water (mg/ton)
As	80	2,52	0,5	4,68	0,94
Cd	72	0,014	3,9*E-3	0,026	7,3*E-3
Pb	91	5,6*E-6	5,2*E-7	1,1*E-5	9,9*E-7
Zn	75	1,1*E-3	2,7*E-4	3,6*E-3	8,99*E-4
Cl	0	594982	594982	3629891	3629891

Naast de uiteindelijke lozing van verontreinigingen uit tabel 6.10, wordt voor de rest van de ingrepen die met het bewerken van dit water samenhangen (ruimtebeslag RWZI, chemicaliëngebruik RWZI, energiegebruik RWZI) gebruik gemaakt van een proceskaart in SimaPro waarin op basis van de gemiddelde kenmerken van RWZI's deze ingrepen zijn opgenomen. Per ton straalgrit wordt hierbij dus 12,4 l water dat primair is verontreinigd met anorganische componenten toegerekend. Deze hoeveelheid water is in de gevoeligheidsanalyses "andere samenstelling" 54,6 l/ton. Gelet op het feit dat straalgrit niet bijdraagt aan organische verontreinigingen in het water is een bijdrage aan de vorming van RWZI-slib voor straalgrit verder buiten beschouwing gelaten.

#### De emissies bij de verwijdering van reststoffen

Is niet van toepassing, aangezien in de eindfase door de smelterlijn geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd. Slak en zwavel en metaalslib uit de gasreiniging kunnen namelijk nuttig worden toegepast.

#### De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals reeds aangegeven bij het onderdeel "Energie- en bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen" zijn de door de smelterlijn geproduceerde secundaire grondstoffen "zwavel" en "metaalslib" gelijkwaardig aan de uitgespaarde grondstoffen, zodat de milieu-ingrepen door nuttige toepassing van deze stoffen niet in de LCA-berekeningen worden meegenomen.

De emissies naar bodem bij gebruik van de geproduceerde slak als zandvervanger in funderingslagen moeten echter wel worden meegenomen.

Bekend is, uit vergelijkbare basaltachtige producten van de verwerking van andere afvalstoffen, dat een pyrolyse/smelten zoals hier gebeurt ten aanzien van het beperken van uitloging zeer goede resultaten geeft. In een reeks aan uitgevoerde metingen lag voor alle componenten de resulterende uitloging op basis van een kolomproef rond of zelfs ruim onder de a-waarden uit het bouwstoffenbesluit, hetgeen feitelijk neerkomt op een bijna verwaarloosbare omvang. Derhalve wordt in het kader van deze studie het uitlooggedrag in de normale situatie op nul gesteld.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt wel uitloging meegenomen. Het uitlooggedrag van de slak van de verwerking van met straalgrit is onbekend. Wel zijn van een aantal vergelijkbare basalt-achtige materialen beschikbaarheidstesten gedaan en in tabel 6.11 (tweede kolom) is voor een aantal componenten aangegeven welk percentage van de aanwezige hoeveelheid daarbij voor uitloging beschikbaar bleek. In het kader van deze gevoeligheidsanalyse wordt, op basis van de bijdrage die deze afvalstroom levert aan de slak (dit is bepaald met tabel 6.1 en het resultaat staat in de derde kolom van tabel 6.11), en met de betreffende beschikbaarheden een indicatie verkregen van de hoeveelheid die in het slechtste geval zou kunnen uitlogen en die aan straalgrit zou zijn toe te rekenen. Benadrukt wordt dat dit een worst-case inschatting is die in praktijk naar verwachting ook bij tegenvallende immobilisatie-resultaten nog een overschatting van het potentiële milieueffect zal zijn.

Tabel 6.11; Uitloogcijfers straalgrit i.h.k.v. de gevoeligheidsanalyse "wel uitloging"

	beschikbaarheid (%)	Bijdrage van staalgrit aan de slak (mg/ton straalgrit)	Uitloging uit basalt t.g.v. straalgrit (gevoeligheidsanalyse "wel uitloging") in mg per ton straalgrit
As	8	2520	201,6
Ba	10	1140000	114000
Co	6	33100	1986
Cr	1	180000	1800
Cu	8	2169978,3	173598
Mo	6	8190	491,4
Ni	5	104993,7	5249,7
Pb	14	18300	2562
V	4	221997,78	8880
Zn	12	149600	17952

## 6.8 Leemten in kennis

De hierboven beschreven pyrolyse/smelten is gebaseerd op basis van twee milieueffect rapportages. Praktijkcijfers van dit concept zijn nog niet bekend en moeten derhalve als leemten in kennis worden beschouwd. De belangrijkste onzekerheden zijn:

- het energieverbruik van het proces;
- het succes van het proces, met andere woorden hoe zal verglazing van straalgrit met andere afstoffen verlopen en hoe uit dit zich in het uitlooggedrag (ofwel de toepasbaarheid van basalt).

## BIJLAGE 1

### Literatuurlijst

#### Bedrijfschap en VROM

Toetsing milieuhygiënische eigenschappen smeltslakgrit aan het stort- en bouwstoffenbesluit, in opdracht van bedrijfschap Schildersbedrijf en het Ministerie van VROM.

#### K+V, 2000

Evaluatie Ministeriële regeling niet-reinigbaar straalgrit, 21 april 2000, in opdracht van Min. VROM, uitgevoerd door K+V

#### Kema, 1997

Toetsing Milieuhygiënische eigenschappen seltslakgrit aan het stort- en bouwstoffenbesluit, Kema 54133-KST/MAT 97-2513, september 1997

#### MER-RUN, 1998

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

#### Zuiveringsschap Limburg, 1998

"Werking van de RWZI's in 1998", Zuiveringsschap Limburg

## BIJLAGE 2

### Ingreeptabellen

Verwerkingstechniek: storten					
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses(a)	
				1 (b)	2 (c)
1.	Ruimtebeslag (m <sup>2</sup> /jaar)		4,8	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)		35 (20)	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik		60 MJ	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	big-bag	1,43 kg	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht		geen	als normaal	als normaal
6.	Emissie bodem (mg)	Ba	202,3	943,1	673,3
		Cd	0	0	0,4
		Cu	33,3	146,4	494,3
		Sb	0,7	3,4	0,7
		Sn	6,1	27,9	57,2
		Zn	412,7	1814	1848,6
		Cl	63,8	318,1	550,2
		CN-vrij	0	0,1	0
		CN-tot	0	0,1	0
F	0,4	2,1	0,4		
7.	Emissie water (mg)	Ba	45,5	45,1	151,5
		Cd	0	0	0,1
		Cu	2,4	2,4	35,6
		Sb	0,2	0,2	0,2
		Sn	1,4	1,4	12,9
		Zn	93	92,1	416,6
		Cl	5342,4	5288,9	46562,4
		CN-vrij	2,2	2,2	2,2
		CN-tot	2,2	2,2	2,2
F	36,7	36,3	36,7		
8.	Finaal afval / te storten rest		1000 kg	als normaal	als normaal
9.	Vermeden Transport in tkm (ton/vracht)		geen	als normaal	als normaal
10.	Vermeden energie		geen	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht		geen	als normaal	als normaal
12.	Vermeden emissie water		geen	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		geen	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen		geen	als normaal	als normaal
15.	Overig	afvalwater (d)	0,21 m <sup>3</sup>	als normaal	als normaal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaald worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.
- (b) Betreft gevoeligheidsanalyse "variatie stortcondities"
- (c) Betreft gevoeligheidsanalyse "variatie samenstelling"
- (d) Koppelen aan ontwikkelde proceskaart "afvalwaterzuivering".

Verwerkingstechniek: pyrolyse/smelten								
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)				
				1 (b)	2 (c)	3 (d)	4 (e)	5 (f)
1.	Ruimtebeslag (m <sup>2</sup> /jaar)		0,12	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	straalgrit zand (as) zand (water) basalt zwavel metaalslib NaOH (33%)	75 (20) 0 (20) 0 34,8 (20) 0,4 (10) 0,7 (10) 1,9 (10)	75 3,5 4,9 38,3 0,4 0,7 1,9	75 0 0 34,5 0,4 2,1 2,8	normaal	normaal	normaal
3.	Energiegebruik	smelter breken slak zuurstof	2,5GJ 44,4 kWh zie 4	2,5 48,9 zie 4	2,5 43,4 zie 4	0,63 44,4 zie 4	3 44,4 zie 4	normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	zand NaOH (natrets) zuurstof	0 kg 8,34 kg 0,9 kg	99,5 8,34 0,9	0 12,61 4,95	normaal	normaal	normaal
5.	Emissie lucht (mg, tenzij)	As Cd Cu Hg Ni Pb Sb Se Sn V Zn fijn stof SO <sub>2</sub> HCl NO <sub>x</sub> N <sub>2</sub> O CO CO <sub>2</sub>	6,55 0,182 21,7 0,14 6,3 47,58 0,783 0,39 47,27 2,22 388,96 11490 2100 18,4 128,4 8,6 214 1,2*E6	6,55 0,182 21,7 0,14 6,3 47,58 0,783 0,39 47,27 2,22 388,96 12490 2100 18,4 128,4 8,6 214 1,2*E6	12,168 0,338 144 0,49 6,3 92,04 0,783 0,39 217,5 2,22 1274 12590 2100 112 828 55,2 1390 1,2*E6	normaal	normaal	normaal
6.	Emissie bodem (mg)	As Ba Co Cr Cu Mo Ni Pb V Zn	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	normaal	normaal	normaal	normaal	201,6 114000 1986 1800 173598 491,4 5249,7 2562 8879,9 17952
7.	Emissie water	As Cd Pb Zn Cl	0,5 3,9*E-3 5,2*E-7 2,7*E-4 594982	normaal	0,94 7,3*E-3 9,9*E-7 8,99*E-4 3629891	normaal	normaal	normaal
8.	Finaal afval / te storten rest	actief kool	5,1 g	normaal	18,1 g	normaal	normaal	normaal
9.	Vermeden Transport in tkm (ton/vracht)	zand (as) zand (water) zinkconc (rail)	34,8 (20) 49,7 0,2	38,3 54,7 0,2	34,5 49,3 0,8	normaal	normaal	normaal
10.	Vermeden energie		zie 14	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal
12.	Vermeden emissie water		zie 14	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	normaal	normaal	normaal	normaal	normaal

<b>Verwerkingstechniek: pyrolyse/smelten</b>								
<b>ASPECT</b>		<b>(specificatie)</b>	<b>INGREEP</b>	<b>Gevoelighedsanalyses (a)</b>				
				<b>1 (b)</b>	<b>2 (c)</b>	<b>3 (d)</b>	<b>4 (e)</b>	<b>5 (f)</b>
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	zand	995 kg	1094	986	normaal	normaal	normaal
		zink-conc.	2,45 kg	2,45	8,01			
15.	Overig	afvalwater (g)	20,8 liter	20,8	79,8	normaal	normaal	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 gevoelighedsanalyses uit de tabel, tevens de gevoelighedsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd c.q. verlaagd.
- (b) Dit betreft de gevoelighedsanalyse "wel flux"
- (c) Dit betreft de gevoelighedsanalyse "variatie samenstelling"
- (d) Dit betreft gevoelighedsanalyse "energie intern geleverd"
- (e) Dit betreft de gevoelighedsanalyse "hoger energiegebruik"
- (f) Betreft gevoelighedsanalyse "wel uitloging"
- (g) Koppelen aan ontwikkelde proceskaart "afvalwaterzuivering".