

MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN

**Achtergronddocument A9
Uitwerking “fga; vast”**

Afval Overleg Orgaan
2002

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	3
2. SAMENSTELLING VAST FOTOGRAFISCH AFVAL	4
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	5
4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN	6
5. ALTERNATIEF V-1; SHREDDEREN/SPOELEN/ELEKTROLYSE + FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + CEMENTOVEN	8
5.1 Procesbeschrijving	8
5.2 Massabalans	11
5.3 Ruimtebeslag	12
5.4 Transport	13
5.5 Energie	14
5.6 Bedrijfsmiddelen	16
5.7 Emissies naar lucht	17
5.8 Emissies naar water	21
5.9 Emissies naar bodem	22
5.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen	23
5.11 Finaal afval	23
5.12 Leemten in kennis	24
6. ALTERNATIEF V-2; FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + PYROLYSE + VERGLAZEN	25
6.1 Procesbeschrijving	25
6.2 Massabalans	27
6.3 Ruimtebeslag	28
6.4 Transport	28
6.5 Energie	29
6.6 Bedrijfsmiddelen	30
6.7 Emissies naar lucht	31
6.8 Emissies naar water	33
6.9 Emissies naar bodem	34
6.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen	35
6.11 Finaal afval	36
6.12 Kennisleemten	36
7. ALTERNATIEF V-3; SHREDDEREN/SPOELEN + FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + AVI	37
7.1 Procesbeschrijving	37
7.2 Massabalans	40
7.3 Ruimtebeslag	40
7.4 Transport	41
7.5 Energie	42
7.6 Bedrijfsmiddelen	44
7.7 Emissies naar lucht	45
7.8 Emissies naar water	47
7.9 Emissies naar bodem	48
7.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen	49
7.11 Finaal afval	50
7.12 Leemten in kennis	50

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 rookgassen 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 “**vast fotografisch afval**”. Dit is één van de deelstromen die binnen dit MER als fotografisch afval worden aangemerkt. Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij het bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

2. SAMENSTELLING VAST FOTOGRAFISCH AFVAL

Onder fotografisch afval worden alle afvalstoffen verstaan die vrijkomen bij de productie of toepassing van fotochemicaliën en bij het ontwikkelen en afdrucken van lichtgevoelige, op zilverhalogenide gebaseerde films en papieren. Het gaat daarbij om de waterige vloeistoffen, zoals ontwikkelaar en fixeer (zwart-wit en kleur) en in mindere mate om vaste afvalstoffen.

Het vaste fotografische afval betreft m.n. fotopapier- en filmafval. Vast filmafval bestaat voor ongeveer 99% uit kunststof (o.a. PET) en voor ongeveer 1% uit zilver. Tabel 2.1 bevat voor de relevante componenten de in het MER gehanteerde samenstelling van vast fotografisch afval.

Tabel 2.1 Gemiddelde samenstelling vast fotografisch afval

Component	Samenstelling (in gewicht %)
Kunststof (o.a. PET)	99%
C (63%) ¹⁾	62%
H (4%) ¹⁾	4%
O (33%) ¹⁾	33%
Zilver	1%
Calorische waarde ²⁾	21,6 MJ/kg ²⁾

1) Voor het gehalte aan C, H en O is uitgegaan van de gemiddelde PET-samenstelling

2) De calorische waarde is bepaald op basis van het gehalte aan C, H en O.

3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

In Nederland zijn diverse bedrijven actief op het gebied van het verwerken van fotografisch (gevaarlijk) afval. In het kader van de werkzaamheden ten behoeve van het MER voor het landelijk afvalbeheerplan is informatie verzameld over de volgende bedrijven (in willekeurige volgorde): Edelchemie, Van Vlodrop, Argentia, Verstraete Verbrugge Milieu (VVM), Interchemic en Metalchem. Deze bedrijven passen verschillende verwerkingstechnieken toe.

Rekening houdend met de diverse verwerkingsmogelijkheden voor vast fotografisch afval (filmafval) worden de in tabel 3.1 genoemde alternatieven bij de vergelijking betrokken. In deze tabel staan tevens de gehanteerde referentie-installaties weergegeven.

Tabel 3.1 Verwerkingsalternatieven voor vast fotografisch afval

Alternatief	Verwerking	Referentie-installaties
V-1	shredderen, spoelen, elektrolyse voorverdampen, fysisch/chemisch/biologisch zuiveren en indampen verbranden	Argentia VVM Ciments d'Obourg/AVI
V-2	fysisch-chemisch zuiveren, pyrolyse, verglazen	Edelchemie
V-3	shredderen, spoelen voorverdampen, fysisch/chemisch/biologisch zuiveren en indampen verbranden	Metalchem VVM AVI/Ciments d'Obourg

4. PROCESBESCHRIJVINGEN EN SYSTEEMGRENZEN

In het totale afvalbeheerstraject voor vast fotografisch afval 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 werkers, aantal leveranciers bedrijfsmiddelen, aantal afzetkanalen reststromen, etc. Per geval worden, wanneer 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 ingreeppakket 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 V-1; SHREDDEREN/SPOELEN/ELEKTROLYSE + FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + CEMENTOVEN

5.1 Procesbeschrijving

Referentiebedrijven zijn voor het shredderen, het spoelen en de elektrolyse is Argentia, voor de fysisch/chemisch/biologische zuivering VVM en voor het verbranden in een cementoven Ciments d'Obourg.

A. Aanvoer vast fotografisch afval

Er zijn verschillende inzamelpunten voor fga verspreid over het hele land. Ook Kga-inzamelaars spelen een belangrijke rol. Het vaste fotografisch afval (filmafval) wordt per vrachtwagen aangevoerd.

B. Shredderen, ontzilveren (wassen), spoelen en drogen

Het filmafval wordt eerst verkleind in een shredderinstallatie met behulp van twee tegengesteld roterende messen tot een grootte van enkele vierkante centimeters en wordt vervolgens in contact gebracht met de ontzilveringsvloeistof (wasvloeistof). Hiervoor wordt ontzilverd bleekfixeer gebruikt. Het ontzilverde filmmateriaal wordt vervolgens gespoeld met water waarbij de ontzilveringsvloeistof samen met het zilver uit de snippers verwijderd wordt, waarna de snippers worden gedroogd.

C-1. Afvoer filmmateriaal en verbranden in cementoven

Het verkleinde, ontzilverde, gewassen en gedroogde filmmateriaal (verder aangeduid als de materiaalstroom 'kunststoffen') wordt per vrachtwagen afgevoerd naar een gespecialiseerd bedrijf. Hier vindt opmenging met andere hoogcalorische stoffen plaats, waarna korrels (pellets) met een vaste calorische waarde worden vervaardigd. Deze worden ingezet in de cementindustrie, waar ze als secundaire brandstof worden verbrand in een cementoven. Een deel van de film gaat naar bedrijven die er kunststofgranulaat van maken. In dit MER wordt ervan uitgegaan dat de volledige kunststofstroom in een cementoven wordt verwerkt.

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 oven heeft een aanzienlijke lengte en de verbranding geschiedt bij een lager zuurstofgehalte dan in een AVI. De cementoven kan zowel hoog- als laagcalorische afvalstoffen verwerken. Door de hoge temperatuur worden organische stoffen met een zeer hoog rendement vernietigd. Zuurvormende stoffen worden grotendeels door de alkalische grondstoffen geneutraliseerd. Vliegias in de rookgassen wordt met een electrofilter afgevangen. De vliegias wordt vervolgens toegevoegd aan de klinker. Er worden derhalve geen af te voeren reststoffen geproduceerd.

C-2. Afvoer filmmateriaal en verbranden in een AVI

Naast de verwerking van kunststof in een cementoven is het ook mogelijk deze stroom in een AVI te verwerken. De effecten van deze mogelijkheid worden in kaart gebracht via de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI".

In een AVI wordt het afval eerst gehomogeniseerd en daarna in een roosteroven gebracht. Hierin bewegen roosters onder een hellend vlak, waarbij het afval op een zodanige snelheid wordt getransporteerd dat een zo volledig mogelijke verbranding plaatsvindt. Aan het eind van het rooster

blijven slakken over die worden opgewerkt, zodat ze voor nuttige toepassing geschikt zijn. De rookgassen worden gereinigd en gekoeld, waarbij energie wordt teruggewonnen in de vorm van elektriciteit en nuttig toepasbare stoom. Bij de reiniging ontstaat vlieggas en rookgasreinigingsresidu.

AVI-slakken worden nuttig toegepast als ophoogmateriaal. AVI-vlieggas wordt geïmmobiliseerd bij de VBM en het immobilisaat wordt vervolgens gestort. AVI-rookgasreinigingsresidu wordt in bigbags gestort.

D. Elektrolytische ontzilvering bleekfixeer

De gebruikte ontzilveringsvloeistof (bleekfixeer) wordt ontzilverd door middel van elektrolyse. De elektrolyse vindt batchgewijs plaats in een reactievat. Het zilver in oplossing slaat tijdens het elektrolyseproces als metallisch zilver neer op de trommel (die fungeert als elektrode) en wordt verzameld door dit hiervan af te slaan. Het ontzilverde bleekfixeer wordt opnieuw ingezet als ontzilveringsvloeistof (onderdeel B). Indien het fixeer hiervoor niet meer geschikt is wordt het afgevoerd naar VVM voor verwerking. Aangenomen wordt dat het gebruik van het bleekfixeer als ontzilveringsvloeistof voor film geen invloed heeft op de samenstelling en dus ook niet op de vervolgbewerking. De verdere verwerking van het bleekfixeer is dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

E. Chemische ontzilvering spoelwater

Het spoelwater (uit onderdeel B) wordt tezamen met mengbaden en ontwikkelaar chemisch ontzilverd. Dit proces wordt gestuurd op pH en de redox-potentiaal. Door toevoeging van natriumboorhydride slaat het zilver in metallische vorm neer. Het chemisch neergeslagen zilver wordt in een batchgewijs proces afgescheiden van de vloeistof. Door de zilversludge tot boven het niveau van de te ontzilveren vloeistof te transporteren vloeit de in de zilversludge aanwezige vloeistof terug in de ontzilveringsreactor. Daarna wordt perslucht toegepast voor de verwijdering van vocht.

Het ruwe zilver (ca 30% zilver) dat hierbij ontstaat, wordt in smeltovens opgewerkt. De ontzilverde vloeistof (zilverconcentratie: minder dan 100 mg/l) wordt voor verdere verwerking afgevoerd naar VVM.

F. Opwerking zilverhoudend slib

Het zilverhoudende slib uit de elektrolytische en chemische ontzilvering wordt verder opgewerkt in smeltovens (temperatuur circa 1300°C). Als eindproduct wordt 99,95% zuiver zilver verkregen.

De vrijkomende gassen worden afgezogen en naar een gaswasinstallatie geleid. Aan de wasvloeistof wordt natronloog toegevoegd voor de regeling van de pH (nodig vanwege de aanwezigheid van zwavelhoudende componenten). De gaswasvloeistof wordt afgevoerd naar VVM ter zuivering.

De slak, waarin zich nog resten zilver bevinden, wordt naar een edelmetaalbedrijf afgevoerd en daar verder verwerkt.

G. Nuttige toepassing zilver en slak

Het zilver (99,95% zuiver) wordt nuttig toegepast ter vervanging van primair zilver. De slak wordt verwerkt in een edelmetaalbedrijf (Union Miniere), waar de laatste resten zilver worden teruggewonnen. Het overblijvende slak wordt als bouwstof toegepast.

H. Voorverdamping (VVM) en afvoer residu

Het ontzilverde spoelwater wordt als kleurbad behandeld vanwege de hierin aanwezige resten bleekfixeer en wordt daarom eerst ingedampt in de vierde trap van de verdampingsinstallatie. Het verwerkingsprincipe bestaat uit het indampen van de vloeistoffase m.b.v. indirecte stoomverhitting

onder vacuüm. Hierbij ontstaat een scheiding tussen het achterblijvende residu met onder meer hoogkokende (an)organische stoffen en condensaat met waterdamp en eventueel aanwezige lichte organische fracties (met name azijnzuur, diethylamine en ontledingsproducten van citroenzuur).

Het verdampen vindt plaats bij 45-50°C en een onderdruk van 0,7 tot 0,9 bar. Voor het onderhouden van de onderdruk wordt gebruik gemaakt van een wateringpomp, waar voor een koeler is geplaatst voor condensatie van de waterdamp. Het condensaat wordt gemengd met andere waterige stromen, waaronder (voorbehandelde) zwart-wit baden en vervolgens fysisch/chemisch en biologisch gezuiverd. Het residu (droge stofgehalte ongeveer 65%) wordt afgevoerd ter verbranding.

Het afgezogen luchtmengsel wordt in de biologische zuivering (zie hieronder) geleid. Deze functioneert als gaswasser.

I. Fysisch/chemische en biologische zuivering (VVM) en afvoer slib

De eerste stap betreft de behandeling in het monozeefkoolfilter. Hierbij worden grote organische en metaalhoudende organische complexbinders aan het kool gebonden. Het kool wordt bij verzadiging geregenereerd en opnieuw gebruikt.

De vloeistof wordt vervolgens fysisch-chemisch gezuiverd d.m.v. flocculatie en flotatie. Hier vindt een verdere verwijdering van (on)opgeloste deeltjes plaats. Het slib wordt ontwaterd m.b.v. een zeefbandpers, tot een droge stofgehalte van ca 35%², waarna het gezamenlijk met het biologische slib wordt afgevoerd naar de AVR voor verbranding. Afhankelijk van de samenstelling is stort een optie.

Hierna volgt de biologische (aërobe) zuivering, waarbij organische stoffen onder toevoer van zuurstof verder worden afgebroken en slib wordt afgescheiden. Voor biologische zuivering wordt een Sequential Batch Reactor (SBR) toegepast die geschikt is voor hoogbelaste stromen. Het slib wordt gescheiden van de waterfase waarna het wordt ontwaterd m.b.v. een kamerfilterpers tot een droge stofgehalte van ca 40%² en afgevoerd naar de AVR voor verbranding. Afhankelijk van de samenstelling is stort een optie. Het gezuiverde water wordt vervolgens naar de drietrapsverdampers geleid waar extra zuivering plaatsvindt.

Gezien de voorverdamping van het spoelwater, waarin grote organische verbindingen en metaalzouten worden verwijderd en alleen enkele laagkokende organische verbindingen met de waterdamp meekomen, leveren deze stappen nauwelijks een bijdrage aan de zuivering. De hoeveelheid vrijkomend slib uit de fysisch/chemische stap is verwaarloosbaar en de hoeveelheid slib uit de biologie minimaal.

J. Indamping en afvoer slib

Het verwerkingsprincipe bestaat uit het indampen van de vloeistoffase m.b.v. indirecte stoomverhitting onder vacuüm. Hierbij ontstaat een scheiding tussen het achterblijvende residu met onder meer hoogkokende (an)organische stoffen en het condensaat met waterdamp en eventueel aanwezige lichte organische fracties. Het verdampen vindt plaats bij 70-85°C en een onderdruk van 0,3 tot 0,6 bar. Voor het onderhouden van de onderdruk wordt gebruik gemaakt van een waterringpomp, waarvoor een koeler is geplaatst voor condensatie van de waterdamp.

Het afgezogen luchtmengsel wordt in de biologische zuivering geleid. Deze functioneert als gaswater. Het condensaat wordt opnieuw in het proces van VVM ingezet of indien geen (schoon) proceswater nodig is, via de biologische zuivering van een buurbedrijf, geloosd op oppervlaktewa-

ter. Het residu uit de verdampingsinstallatie wordt steekvast gemaakt door toevoeging van zaagsel² en afgevoerd ter verbranding of naar de stort.

In de voorverdamper worden de grote organische verbindingen en metaalzouten verwijderd en komen alleen enkele laagkokende organische verbindingen met de waterdamp mee, die in de biologische zuivering grotendeels worden afgebroken. Als gevolg hiervan zal de indampingsstap zo goed als geen bijdrage aan de zuivering leveren. De hoeveelheid residu is in dit geval verwaarloosbaar.

K. Verbranding residu/slib (AVI)

De slibstromen van VVM worden verbrand in een AVI. Gezien het feit dat het spoelwater bij indamping vrijwel geen residu blijkt te vormen (TNO, 2000), wordt de hoeveelheid slib/residu die bij de zuivering van het afvalwater ontstaat als verwaarloosbaar beschouwd. Wel wordt rekening gehouden met de emissies van zilver ten gevolge van verwerking van VVM-slib.

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

L. Afvoer en nuttige toepassing AVI-slak

De AVI-slak wordt afgevoerd en nuttig toegepast als ophoogmateriaal.

M. Afvoer en stort AVI-vlieg-as en -rookgasreinigingsresidu

Het vlieg-as en het rookgasreinigingsresidu worden afgevoerd om te worden gestort. AVI-vlieg-as wordt geïmmobiliseerd bij de VBM en het immobilisaat wordt gestort. AVI-rookgasreinigingsresidu wordt in big-bags gestort.

5.2 Massabalans

Tabel 5.1 bevat de massabalans voor de verwerking van 1 ton vast fotografisch afval bij Argentia (shredderen/spoelen/elektrolyse) en VVM (fysisch/chemisch en biologische zuivering). Op basis van cijfers van Argentia voor het jaar 2000 (Argentia, 2001) kunnen de volgende hoeveelheden worden bepaald. Het terugwinningspercentage van zilver uit film is ca 95%. Uitgaande van 1% zilver in filmafval (zie tabel 2.1) is dit 9,5 kg zilver per ton filmafval. Uit door Argentia verwerkte film wordt jaarlijks 20 ton elektrolytisch ruw zilver (85% zuiver) en maximaal 2 ton chemisch ruw zilver (30% zuiver) gewonnen. Indien deze verdeling wordt aangenomen voor de 9,5 kg zilver per ton ongebruikte film, resulteert dit in: ca 10,8 kg elektrolytisch ruw zilver (met 85% zilver) en 1,08 kg chemisch ruw zilver (met 30% zilver).

De totale hoeveelheid slak uit de smeltoven bedroeg in 2000 circa 5 ton op een totale verwerkte hoeveelheid ruw zilver van 115 ton (Argentia, 2001). Voor de 11,9 kg ruw zilver per ton vast fotografisch afval is dit dus 0,52 kg slak.

² Recent zijn enkele proceswijzigingen tot stand gekomen, met name in de ontwatering van de slibstromen, waarbij hogere droge stofgehalten worden bereikt. Het residu uit de drietrapsverdamper wordt nu behandeld op een roterend vacuümfilter in plaats van opgemengd met zaagsel. De wijzigingen betekenen een sterke vermindering van de af te voeren hoeveelheden. Omdat specifieke gegevens over deze wijzigingen niet meer verwerkt konden worden, is uitgegaan van het oude proces.

Voor het spoelen van de 2.300 ton film wordt jaarlijks ongeveer 5.000 m³ spoelwater gebruikt (Argentia, 1999). Per ton filmafval komt is dus ongeveer 2,2 ton spoelwater nodig.

Tabel 5.1 Massabalans verwerking vast fotografisch afval bij Argentia

	Hoeveelheid per ton verwerkt vast fotografisch afval (ton)	Bestemming
INPUT		
vast fotografisch afval	1	
water	2,2	
OUTPUT		
zilver	0,0095	Nuttige toepassing
kunststof	0,99	Cement oven
slak	0,052	Edelmetaalbedrijf
ontzilverd spoelwater	2,2	Zuivering (VVM)

5.3 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag bij Argentia voor de opslag van film, de filmwasstraat en de elektrolyse/ontzilveringsstap is respectievelijk 1000, 250 en 125 m². Afgemeten aan de hoeveelheid zilver, kan het ruimtebeslag voor de elektrolyse/ontzilveringsstap ongeveer half/half verdeeld worden over film en fotobaden. De verwerkte hoeveelheid film is 2.300 ton per jaar (Argentia,2001). Op basis hiervan kan een ruimtebeslag voor opslag, wassen en ontzilvering worden berekend van $(1000 + 250 + 0,5 \cdot 125) / 2.300 = 0,57 \text{ m}^2/\text{jr}$ per ton film.

Het ruimtebeslag van de zilversmelterij bij Argentia is 141 m² en de verwerkte hoeveelheid ruw zilver is 115 ton/jaar (Argentia, 2001). Dit resulteert in een ruimtebeslag van 1,2 m²/jr per ton verwerkt ruw zilver. Per ton filmafval ontstaat in totaal 0,0119 ton ruw zilver dat wordt verwerkt in een smeltoven. Dit komt overeen met een ruimtebeslag van 0,015 m²/jr/ton vast fotografisch afval.

De afvalwaterverwerkingsinstallatie bij VVM heeft een oppervlakte van ongeveer 10.000 m². In totaal wordt circa 300 m³ per dag, oftewel 110 kton per jaar aan afvalwater verwerkt. Dit resulteert in een ruimtebeslag van circa 0,09 m²/jr per ton afvalwater. Per ton film wordt 2,2 ton spoelwater verwerkt. Dit betekent een ruimtebeslag van 0,20 m²/jr.

Gezien het feit dat het spoelwater bij indamping vrijwel geen residu blijkt te vormen (TNO, 2000), wordt de hoeveelheid slib/residu die bij de zuivering van het afvalwater ontstaat als verwaarloosbaar beschouwd. Verwerking hiervan in een AVI geeft dan ook een verwaarloosbaar ruimtebeslag.

Aangenomen wordt dat het ruimtebeslag bij nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van die bij de reguliere toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak.

Het ruimtebeslag van de verwerking van de kunststof in een cementoven wordt niet meegenomen. Er wordt van uitgegaan dat er geen verschil is in ruimtebeslag tussen toepassing van deze stromen als secundaire brandstof en toepassing van primaire brandstoffen.

Onduidelijk is in hoeverre het vervangen van primaire brandstoffen wel leidt tot een aanpassing van het ruimtebeslag tengevolge van opslagfaciliteiten. Vanwege een verschil in stookwaarden zijn de benodigde hoeveelheden verschillend. Wegens gebrek aan informatie op dit punt wordt dit buiten beschouwing gelaten en aangemerkt als een leemte in kennis.

In de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI" wordt de kunststoffractie niet in een cementoven verwerkt, maar in een AVI verbrand. Voor het ruimtebeslag van de verwerking in een AVI wordt uitgegaan van een oppervlak van 2 ha, bij een doorzet van 450.000 ton per jaar. Dit leidt per ton afval tot een fysiek ruimtebeslag van 0,044 m²/jr. De verbranding van 0,99 ton kunststof leidt hiermee tot een fysiek ruimtebeslag van 0,044 m²/jr. Ten aanzien van de reststoffen is aangenomen dat filmafval bestaat uit zuiver PET en daarmee de hoeveelheid reststoffen die vrijkomen bij de verbranding verwaarloosbaar zijn en dus ook het ruimtebeslag voor de verdere verwerking of toepassing.

5.4 Transport

In het beschouwde verwerkingsalternatief vindt transport per as plaats. Het vaste fotografisch afval wordt per vrachtwagen aangevoerd. Het transport van filmafval naar Argentia wordt beschouwd, alsmede het transport van producten en reststoffen van het verwerkingsproces. Het gaat hier om de volgende producten/reststoffen: zilver, kunststoffen en spoelwater.

Voor het transport van het filmafval naar de verwerker wordt uitgegaan van één verwerker die filmafval door heel Nederland (alle verwerkers hebben landelijk recht om in te zamelen) inzamelt en derhalve van een gemiddelde transportafstand van 150 km heen en terug. Het filmafval wordt per vrachtauto getransporteerd waarbij wordt uitgegaan van ongeveer 12 ton per vracht.

Het spoelwater wordt afgevoerd naar VVM in tankauto's, waarbij wordt uitgegaan van 20 à 25 ton per vracht. Voor de gemiddelde transportafstand naar VVM is uitgegaan van 150 km heen en terug (op basis van afvoer vanaf een willekeurige plaats in Nederland).

De hoeveelheid slib/residu die ontstaat bij zuivering van het spoelwater wordt verwaarloosd (zie paragraaf 5.3) en daarmee de effecten van transport ook.

De kunststof wordt per vrachtauto (indirect) afgevoerd naar de cementindustrie. Uitgegaan wordt van vrachten van 10 à 15 ton per vracht. Voor de gemiddelde transportafstand naar de cementindustrie wordt uitgegaan van 300 km (heen en terug), op basis van de gemiddelde afstand van een willekeurige locatie tot een willekeurige cementoven (Nederland, Duitsland, België).

Door het niet aanvoeren van uitgespaarde primaire brandstof is er vermeden transport. Uitgegaan wordt van een afstand van 200 km (heen en terug) voor de aanvoer van kolen of stookolie (op basis van het transport van een havenlocatie tot aan de cementoven). In paragraaf 5.10 zijn de uitgespaarde hoeveelheden kolen en stookolie gegeven. Voor de gemiddelde belading van een vrachtauto wordt uitgegaan van ca 16 ton per vracht.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI" is uitgegaan van verwerking van de kunststof in een AVI. Voor de afvoer naar een AVI is uitgegaan van een gemiddelde transportafstand van 40 km (heen en terug) op basis van 11-15 AVI's.

Voor het transport van de bedrijfsmiddelen wordt uitgegaan van gemiddeld 3 tot 5 productielocaties. Daarmee komt de afstand op 75 km (heen en terug).

De afzet van de relatief kleine hoeveelheden slak en zilver in de regio zijn verder buiten beschouwing gelaten.

In tabel 5.2 staan de transportafstanden en het aantal tonkilometers weergegeven voor zowel de normale situatie als de gevoeligheidsanalyses "verwerking kunststof in AVI" en "vervanging stookolie".

Tabel 5.2; Overzicht transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid per ton vast fotografisch afval (kg)	Afstand (km)	Afstand normaal (tkm)	Afstand t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI" (tkm)
Vast fotografisch afval	1.000	150	150	150
Spoelwater (naar VVM)	2.200	150	330	330
Kunststofstroom	990	300	297	39,6 ¹⁾
NH ₄ OH (25%)	1,3	75	-	0,1
Vermeden prim. brandst. (kolen) ²⁾	1.260	200	252	-

1) Op basis van de gemiddelde afstand naar een AVI (40 km).

2) In de gevoeligheidsanalyse "vervanging stookolie" gaat het om 530 kg stookolie en een afstand van 106 tkm.

5.5 Energie

Energieverbruik verwerking filmafval

Het energieverbruik bij Argentia is bepaald op basis van door het bedrijf geleverde gegevens (Argentia, 2001) over het jaar 2000. In de geleverde informatie is een schatting gemaakt van de verdeling van het totale gas- en elektriciteitsverbruik over de verschillende processen.

Het elektriciteitsverbruik van de filmwasstraat (shredderen, wassen, spoelen) over 2000 is 393.000 kWh/jaar. Op basis van de hoeveelheid verwerkt film van 2.300 ton/jaar betekent dit een elektriciteitsverbruik van 170,9 kWh/ton film.

Het elektriciteitsverbruik van de elektrolyse ten behoeve van film wordt geschat op 354.000 kWh/jaar, oftewel 153,9 kWh/ton film. Het elektriciteitsverbruik van de chemische ontzilering is in totaal 31.000 kWh/jaar. Op basis van de verwerkte hoeveelheid spoelwater van 5.000 ton en de hoeveelheid zilverarme baden (ontwikkelaar) van 3.900 ton, is het verbruik 3,5 kWh per ton vloeistof en daarmee 7,7 kWh/ton film.

Het elektriciteitsverbruik voor het smelten van elektrolytisch en chemisch ruw zilver afkomstig van ingezamelde vloeistoffen en film, bedraagt in 2000 188.000 kWh/jaar. In 2000 is 38 ton elektrolytisch zilver (18 ton afkomstig van fotobaden en 20 ton afkomstig van film) en 2 ton chemisch zilver verwerkt, afkomstig van ingezamelde vloeistoffen en film. Uitgaande van het gegeven dat het energieverbruik voor het zuiveren van chemisch zilver circa viermaal zo hoog is als voor elektrolytisch zilver (Argentia, 2001), is het verbruik 4,1 kWh/kg elektrolytisch zilver en 16 kWh/kg chemisch zilver. Op basis van de hoeveelheid van 10,8 kg elektrolytisch zilver en 1,08 kg chemisch zilver per ton film bedraagt het elektriciteitsverbruik $44,3 + 17,3 = 61,6$ kWh per ton film.

Het elektriciteitsverbruik voor de verwerking van het afvalwater (ontzilverde vloeistof) bij VVM bestaat uit (VVM, 2000) de volgende posten (gegevens per ton afvalwater):

Zeefbandpers: 0,15 kWh

Blowers bioloog: 1,5 kWh

Kamerfilterpers: 0,11 kWh

Persluchtgebruik: 3,5 kWh.

De energie voor de zeefbandpers en de kamerfilterpers worden niet meegenomen bij de verwerking van het spoelwater, gezien het feit dat de hoeveelheid slib/residu verwaarloosbaar is (zie ook paragraaf 5.1). In totaal is het elektriciteitsverbruik per ton spoelwater dus 5 kWh, oftewel 11 kWh/ton film.

Volgens recente informatie van VVM (VVM, 2001) is het energieverbruik van de voorverdamper en de indamper samen 0,4 ton stoom per ton film, hetgeen overeenkomt met 357 MJ. Op basis van gegevens van VVM (VVM, 2000) verbruikt de indamper 0,25 ton stoom per ton afvalwater, oftewel 223 MJ per ton. Per ton filmafval wordt 2,2 m³ spoelwater verwerkt, hetgeen dus overeenkomt met 490,6 MJ.

Energieverbruik/-productie verwerking reststoffen

Bij de behandeling van het afvalwater bij VVM ontstaan slibstromen die worden afgevoerd ter verbranding in een AVI. De hoeveelheid slib is verwaarloosd (zie paragraaf 5.1), dus ook de hoeveelheid geproduceerde/verbruikte energie.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI" is de verwerking van kunststof (990 kg) in een AVI meegenomen. Een gemiddelde AVI verbruikt ongeveer 100 kWh elektrische energie per ton afval. Daarnaast kan bij een gemiddelde stookwaarde van 10,5 MJ/kg circa 750 kWh elektrische energie per ton afval worden teruggewonnen (ongeveer 26%).

De exacte toerekening dient plaats te vinden op basis van de calorische waarde van de hier te verstoffen kunststoffractie. Er wordt, gelet op de samenstelling van deze fractie vanuit gegaan dat het energieverbruik voor het voeden van de AVI niet zal afwijken van het verbruik dat geldt voor de gemiddelde AVI-voeding. Bij een calorische waarde die ongeveer 100% hoger ligt dan die van de gemiddelde AVI-voeding zal verbranden echter wel tot aanzienlijk meer rookgassen leiden waardoor het toe te rekenen energieverbruik van de rookgasreiniging vermoedelijk wel boven het gemiddelde zal liggen. Samengevat wordt het energieverbruik per ton residu hoger ingeschat dan de 100 kWh per ton die geldt voor de gemiddelde AVI-voeding, maar is een volledige ophoging met 100% (conform de 100% hogere stookwaarde) te veel. Er wordt uitgegaan van 160 kWh per ton residu.

Voor de toerekening van de geproduceerde energie wordt voor de kunststoffractie uitgegaan van een calorische waarde van 21,6 MJ/kg. Bij een bruto elektrisch rendement van 26% levert dit bruto 1.560 kWh elektriciteit per ton kunststofafval op.

Uitgaande van 990 kg mengsel per ton filmafval resulteert dit in een elektriciteitsgebruik van 158,4 kWh/ton en een elektriciteitsopbrengst van 1.544,4 kWh/ton.

Energieverbruik nuttige toepassing

Aangenomen is dat het energieverbruik bij nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van dat bij de reguliere toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Aangenomen is dat de verwerking van de kunststof in de cementoven, oftewel de toepassing hiervan als secundaire brandstof, geen energieverbruik met zich meebrengt. Onduidelijk is in hoeverre het energieverbruik van de voorbereiding, mengen van brandstof en grondstof, zal afwijken van de situatie waarin een reguliere brandstof wordt gebruikt. Zie voor vermeden primaire brandstoffen paragraaf 5.10.

5.6 Bedrijfsmiddelen

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking film

Voor de verwerking van filmafval bij Argentia worden diverse bedrijfsmiddelen verbruikt. Voor het ontzilveren van de film wordt bleekfixeer gebruikt. Dit is een afvalstroom, zodat hieraan geen milieu-ingrepen voor de productie ervan zijn verbonden. Er wordt ook water gebruikt als spoelvloeistof voor ontzilverd filmmateriaal. Per jaar wordt 5.000 m³ spoelwater voor de verwerking van 2.300 ton verbruikt (Argentia, 1999), dit betekent 2,2 ton water per ton verwerkt filmafval.

Bij de ontzilvering van fotobaden worden natronloog en zwavelzuur gebruikt voor de pH-correctie. Natronloog wordt tevens gebruikt in de rookgasreiniging van de smeltoven. Van deze hulpstoffen verbruikt Argentia de volgende totale hoeveelheden (Argentia, 2001):

Natronloog: 50 m³/jaar

Zwavelzuur: 22 m³/jaar

Aangenomen is dat t.b.v. de elektrolytische ontzilvering van (bleek)fixeer voornamelijk natronloog wordt verbruikt en voor de chemische ontzilvering van ontwikkelaar en spoelwater zwavelzuur. Verder is wegens gebrek aan gegevens hierover aangenomen dat het natronloogverbruik gelijk is verdeeld over elektrolyse en rookgasreiniging.

Het elektrolytisch ontzilverde bleekfixeer wordt gebruikt voor de ontzilvering van film, waarna het weer elektrolytisch wordt ontzilverd. De toerekening van het natronloogverbruik aan (bleek)fixeer en film is gedaan op basis van de hoeveelheid verkregen zilver, te weten 18 ton afkomstig van (bleek)fixeer en 20 ton afkomstig van film (Argentia, 2001). Voor film betekent dit een verbruik van 13 m³ voor 2.300 ton, is 5,7 liter per ton. De hoeveelheid zwavelzuur van 22 m³ wordt gebruikt voor 3,9 kton zilverarm fga (ontwikkelaar) en 5 kton spoelwater uit de filmwasstraat. Per ton vloeistof is dit dus 2,5 liter, ofwel per ton vast fotografisch afval 5,5 liter.

In 2000 is in de smeltoven 115 ton ruw zilver verwerkt, hetgeen resulteert in een natronloogverbruik van $25/115 = 0,22$ m³ per ton ruw zilver. Voor de 11,9 kg ruw zilver per ton film is dit dus 2,6 liter.

Bij de elektrolyse van bleekfixeer wordt tevens natriumbisulfiet toegevoegd ter verbetering van het rendement. Het jaarverbruik is 41 m³ (Argentia, 2001). De toerekening hiervan aan bleekfixeer en film is gedaan op basis van de hoeveelheid verkregen zilver, te weten 9 ton afkomstig van bleekfixeer (uitgaande van gelijke hoeveelheden voor bleekfixeer en zwart-wit fixeer) en 20 ton afkomstig van film. Voor film betekent dit 28 m³ voor 2.300 ton, is 12,3 liter per ton film.

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking reststoffen

De bij VVM gebruikte hulpstoffen voor de fysisch/chemische en biologische zuivering en voor de naverdamper worden hier niet meegenomen vanwege het feit dat deze stappen vrijwel geen bijdrage leveren aan de zuivering van het spoelwater (zie paragraaf 5.1 procesbeschrijving).

Bij de verwerking van het VVM-residu/slib in een AVI worden bedrijfsmiddelen verbruikt. De hoeveelheid residu/slib tengevolge van het spoelwater is echter verwaarloosbaar (zie 5.1 procesbeschrijving) en daarmee het verbruik van bedrijfsmiddelen.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in AVI” wordt de kunststoffractie verwerkt in een AVI. De rookgasreiniging van een AVI verbruikt NaOH (20%), Ca(OH)₂ en ammoniak (25% NH₄OH). De hoeveelheden natronloog en kalk hangen af van het halogeen- en zwavelgehalte van de afvalstof. Aangenomen is dat in de kunststofstroom geen halogenen en zwavel aanwezig zijn en dus ook geen natronloog en kalk toegerekend hoeft te worden aan het verbranden van de kunststoffractie in een AVI.

Naast kalk en natronloog wordt ook gebruik gemaakt van ammoniak ter reductie van de NO_x-emissies. Uitgaande van een verwijderingsrendement van 50% door de SNCR, de hoeveelheid kunststof (990 kg) en een calorische waarde van 21,6 GJ/ton komt het verbruik aan NH₄OH (25%) op 1,3 kg per ton vast fotografisch afval.

Gezien de aanname dat de kunststoffractie geen asrest bevat zullen er ook geen AVI-reststoffen ontstaan.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat het bedrijfsmiddelenverbruik bij de toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van die bij de toepassing van primair zilver. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Bij de toepassing van de kunststof in een cementoven worden geen bedrijfsmiddelen ingezet.

5.7 Emissies naar lucht

Emissies verwerking film

Bij het shredderen van film komt stof vrij. Ten behoeve van reiniging van de luchtstroom is een lamellendoekfilter geïnstalleerd dat met perslucht wordt gereinigd. Het opgevangen filmstof wordt teruggevoerd naar het mengsel van film en ontzilveringsvloeistof. De stofconcentratie bedraagt ongeveer 2 mg/m³ (Tauw, 2000), bij een debiet van 17.500 m³/uur. Op basis van de capaciteit van de shredder van 1,2 ton film/uur (Argentia, 2000), is de stofemissie dus 29,2 g/ton film.

Bij de elektrolyse ontstaan emissies van o.a. HCN, SO₂, NH₃, formaldehyde en amines. Deze componenten zijn afkomstig uit (bleek)fixeer en worden dan ook aan bleekfixeer toegerekend (en niet aan vast fotografisch afval). Bij de chemische ontzilvering ontstaan verder geen noemenswaardige emissies naar de lucht (Argentia, 2000).

Aangenomen is dat de emissies bij het smelten van het zilver als gevolg van verwerking van flimafval te verwaarlozen zijn. De bij dit proces optredende emissies worden veroorzaakt door de in vloeibaar fotografisch afval aanwezige stoffen. Gezien de samenstelling van film (zie tabel 2.1) zullen als gevolg van deze stroom geen of verwaarloosbare emissies optreden. Een uitzondering vormt de zilveremissie.

De gemiddelde zilverconcentratie is gelijk aan 0,82 mg/m³ (Tauw, 2000). Uitgaande van een gegeven debiet (4.100 m³/hr), de capaciteit van de smeltoven van 96 kg/uur (Argentia, 2000) en de hoeveelheid verwerk ruw zilver per ton filmafval (11,9 kg) is de zilveremissie naar de lucht gelijk aan 416,7 mg per ton filmafval.

Emissies verwerking reststoffen

De emissies bij de fysisch/chemische verwerking van afvalwater bij VVM worden geschat op maximaal 20 g C_xH_y/ton op basis van een maximale emissie van 400 g/uur, 16 uur/dag en 300 m³ afvalwater per dag (VVM, 2001). Aangezien het spoelwater nagenoeg geen organische verbindingen bevat, wordt de emissie hieruit als verwaarloosbaar beschouwd.

Bij de indamping van het afvalwater (bij VVM) zullen bepaalde componenten meeverdampen met het water. Voorzover deze niet in de condensor weer condenseren, worden deze behandeld in de biologische zuivering (VVM, 2000). Er zijn derhalve geen emissies naar lucht.

Verbranding van slib uit de zuivering in een AVI leidt tot emissies naar lucht. Van belang hierbij is de samenstelling van het slib. Zoals reeds aangegeven is de hoeveelheid slib verwaarloosbaar klein. Wel worden de emissies van zilver die via het slib vrijkomen meegenomen. Uitgegaan wordt van een zilverconcentratie van 100 mg/l in het spoelwater, oftewel een vracht van 0,22 kg/ton film. Dit zilver zal vrijwel geheel in het fysisch-chemisch slib terecht komen. Op basis van deze vracht aan zilver en de massabalans voor een AVI (zie ook achtergronddocument A1 bij het MER-LAP) zal er 0,15 gram zilver (per ton vast fotografisch afval) naar de lucht gaan.

Emissies bij nuttige toepassing reststoffen

Aangenomen is dat de emissies naar lucht bij de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschillen van die bij de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieuingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

De kunststoffen die vrijkomen na de ontzilvering worden gebruikt als alternatieve brandstof in de cementindustrie. In het kader van dit MER is balans voor een cementoven opgesteld (zie achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). Op basis van deze balans en de samenstelling van de film, met name C-gehalte 62% en calorische waarde 21,6 MJ/kg (zie tabel 2.1), zijn de emissies (componentgebonden en procesgebonden) naar lucht bepaald. Bij gebrek aan gegevens wordt aangenomen dat 1% van het zilver in de film na ontzilvering op de kunststof blijft zitten. Dit is dus 0,1 kg/ton film. In tabel 5.3 zijn de emissies naar lucht weergegeven voor het verwerken van het kunststof in de cementoven.

Tabel 5.3; Emissies naar lucht bij de verwerking kunststof in een cementoven

Component	Emissie naar lucht (mg/ton fotografisch afval)
Ag	50
CO ₂	2,27E+09
NO _x	1,04E+07
CO	3,24E+06
C _x H _y	8,64E+05
TCDD TEQ	6,48E-04
Fijn stof	1,94E+05

Vermeden emissies door verwerking reststoffen in cementoven

Door de inzet van kunststof als brandstof wordt primaire brandstof vervangen. Dit betekent dat er vermeden emissies zijn. In eerste instantie is aangenomen dat sprake is van vervanging van hoog-zwavelig kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse "vervanging stookolie" zijn tevens de vermeden milieu-ingrepen bij vervanging van stookolie bepaald. In paragraaf 5.10 zijn de vervangen hoeveelheden kolen (1,26 ton) en stookolie (0,53 ton) afgeleid.

De vermeden emissies door vervanging van kolen en door vervanging van stookolie staan weergegeven in tabel 5.4. De componentgebonden emissies zijn bepaald o.b.v. de samenstelling van hoog-zwavelig kolen en stookolie (MER MJP-GA II) en de massabalans voor de cementoven (zie ook achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). De procesgebonden emissies zijn gerelateerd aan de calorische waarde van de brandstof en verschillen daarom niet per MJ afval, kolen of stookolie. De vermeden procesgebonden emissies door uitsparing van kolen of stookolie zijn dus even groot als de emissies door verwerking van de kunststof in de cementoven.

Tabel 5.4 Vermeden emissies naar de lucht bij vervanging van kolen of stookolie door kunststof

Component	Percentage van input naar lucht (%)	Vervanging kolen (1,26 ton/ton film)		Vervanging stookolie (0,53 ton/ton film)	
		Input (g/ton kolen)	Vermeden emissie (mg/ton film)	Input (g/ton stookolie)	Vermeden emissie (mg/ton film)
As	0,05	4,05	2,6	0,8	0,21
Ba	0,05	320	201,6	0	0
Cd	0,5	1,17	7,4	0	0
Co	0,05	45,1	28,4	2	0,53
Cr	0,05	60	37,8	0,3	0,08
Cu	0,05	53	33,4	1	0,27
Hg	6	0,83	62,7	0,006	0,19
Mn	0,05	845	532,4	0	0
Mo	0,05	4	2,5	0,5	0,13
Ni	0,05	88,3	55,6	30	7,95
Pb	0,05	67	42,2	9	2,39
Sb	0,05	15	9,5	0	0
Se	0,05	5	3,2	0,75	0,20
Sn	0,05	15	9,5	0	0
Sr	0,05	220	138,6	0	0
V	0,05	399	251,4	60	15,90
Zn	0,05	264	166,3	3,5	0,93
Cl	0,6	1900	14364,0	90	286,20
F	1	93	1171,8	9	47,70
S (SO ₂) ¹⁾	7,2	17100	1551312,0	9300	354888
C (CO ₂) ¹⁾	100	600.000 ²⁾	2,77 E+09	850.000 ³⁾	1,65 E+09
NOx			1,04E+07		1,04E+07
CO			3,24E+06		3,24E+06
CxHy			8,64E+05		8,64E+05
TCDD TEQ			6,48E-04		6,48E-04
Fijn stof			1,94E+05		1,94E+05

1) bij samenstelling S en C, bij emissie SO₂ en CO₂

2) C-gehalte 60%

3) C-gehalte 85%

Gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI"

Verwerking van kunststof in een AVI leidt tot emissies naar de lucht. Voor de bepaling van de emissies is onderscheid gemaakt tussen componentgebonden en procesgebonden emissies. Op grond van de samenstelling van de kunststof, met name C-gehalte en calorische waarde (zie tabel 2.1) en een geschat zilveragehalte van 0,1 kg/ton film (zie hierboven), en de massabalans voor een AVI (zie achtergronddocument A1) zijn de emissies bij de verbranding vastgesteld. Deze emissies zijn weergegeven in tabel 5.5.

Tabel 5.5; Emissies naar lucht bij de verwerking van kunststof in een AVI t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in AVI"

Component	Emissie naar lucht (mg/ton fotografisch afval)
Ag	70
CO ₂	2,27E+09
NO _x	7,78E+05
NH ₃	3,89E+04
CO	2,59E+05
CxHy	6,48E+04
TCDD TEQ	6,48E-04
Fijn stof	3,90E+04

5.8 Emissies naar water

Emissies verwerking film

Bij de elektrolyse, chemische ontzilvering en bij het smeltproces komen geen emissies naar water vrij. De gaswasvloeistof van de smeltoven als ook het spoelwater dat gebruikt wordt bij het spoelen van de film wordt afgevoerd naar VVM ter zuivering.

De emissies naar water na de afvalwaterbehandeling bij VVM staan weergegeven in tabel 5.6 (TNO, 2000). De cijfers betreffen algemene emissiecijfers voor het hele bedrijf. Omdat echter geen naar afvalstroom gedifferentieerde cijfers bekend zijn, zijn deze cijfers gebruikt voor de afvalwaterstromen afkomstig van de filmverwerking. De cijfers zijn omgerekend naar emissies per ton film op basis van 5000 m³ spoelwater voor 2.300 ton film.

Tabel 5.6 Emissies naar het oppervlaktewater na afvalwaterbehandeling bij VVM

Component	Emissie (kg/ton afvalwater)	Emissie (mg/ton film)
Zwevend stof	9,10 E-03	1,98 E+04
Chloride	2,88 E-02	6,26 E+04
Zwavel	2,82 E-04	6,52 E+02
CZV	1,72 E-01	3,74 E+05
BZV	3,72 E-03	8,04 E+03
N-kjeldahl	3,51 E-01	7,63 E+05
Fosfaat	2,21 E-03	4,78 E+03

Emissies bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat er geen extra emissies zijn m.b.t. de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Bij de verwerking van kunststof in de cementoven komen geen emissies naar water vrij.

5.9 Emissies naar bodem

Emissies verwerking reststoffen

De hoeveelheid slib/residu die ontstaat bij de zuivering van het spoelwater bij VVM is verwaarloosbaar (zie procesbeschrijving) dus ook de hoeveelheid reststoffen die ontstaan bij verbranding van het slib/residu. Wel wordt de zilveremissie meegenomen die vanuit het spoelwater via het slib in de reststoffen terecht komt. Uitgegaan wordt van een zilverconcentratie van 100 mg/l in het spoelwater, oftewel een vracht van 0,22 kg/ton film. Dit zilver zal vrijwel geheel in het fysisch-chemisch slib terechtkomen.

Op basis van de massabalans voor een AVI (zie achtergronddocument A1) is bepaald welk deel van de input terechtkomt in slak, vliegias en rookgasreinigingsresidu (RGRR). Dit is respectievelijk 188 gram, 30 gram en 1,5 gram. Op basis van de proceskaarten voor de reststoffen (zie achtergronddocument A1) is vervolgens de uitloging naar de bodem bepaald. Onder de aanname dat er geen uitloging van rookgasreinigingsresidu (worden in big bags gestort met een extra PE-hoes) vindt er alleen uitloging plaats vanuit de slakken en het vliegias. Conform de proceskaarten is dit respectievelijk 94 mg en 30 mg per ton filmafval (tezamen gaat er dus 124 mg Ag naar de bodem).

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat er geen extra emissies zijn m.b.t. de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

In theorie zou sprake kunnen zijn van emissie vanuit de cement naar de bodem wanneer deze cement wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloging gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten. Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloging worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als nihil beschouwd.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse “toch uitloging” zal wel met een zekere bodembelasting worden gerekend gebaseerd op een diffusieproef op cementbeton (zie ook de proceskaart voor cement in achtergronddocument A1). Uitgaande van de samenstelling van zilver in het kunststof (100 g/ton filmafval), de massabalans voor een cementoven (99,95% van het zilver gaat naar het cement) en de uitlogingswaarden (0,05% van het zilver in het cement zal uitlogen) is in de gevoeligheidsanalyse “toch uitloging” een emissie van 50 mg aan zilver naar de bodem te verwachten (per ton filmafval).

Gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in AVI”

Zoals reeds voor het verwerken van het slib/residu van de VVM in een AVI is aangegeven zal het zilver aanwezig in het kunststof (100 gram per ton filmafval) zich in een AVI verdelen over de slakken, het vliegias en het rookgasreinigingsresidu. Conform de balans van een AVI en de proceskaarten voor de AVI-reststoffen (zie ook achtergronddocument A1) leidt dit tot een emissie naar de bodem die voor de slakken gelijk is aan 43 mg per ton filmafval en voor het vliegias gelijk is aan 14 mg (tezamen dus 57 mg).

5.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen

Uitsparing primair zilver

Door de terugwinning van zilver zijn er vermeden emissies door uitgespaarde winning en productie van zilver. Per ton film wordt 9,5 kg zilver teruggewonnen. Daarmee wordt de productie van deze hoeveelheid zilver bespaard.

Uitsparing kolen/stookolie en mergel cementoven

De kunststof wordt ingezet als brandstof in de cementindustrie. De kunststof heeft een stookwaarde van 21,6 MJ/kg. Er van uitgaande dat 1 MJ kunststof 1 MJ primaire brandstof vervangt, wordt per ton kunststof een hoeveelheid primaire brandstof met een energie-inhoud van 21,6 GJ bespaard. De vermeden milieu-ingrepen bij de winning/productie van deze hoeveelheid primaire brandstof wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. De omvang wordt bepaald met de SimaPro-database.

In het kader van deze LCA wordt als primaire brandstof uitgegaan van hoogzwavelig kolen. In het kader van de gevoeligheidsanalyse “vervanging stookolie” zal uitgegaan worden van stookolie. De stookwaarde van 1 ton kolen bedraagt 17.000 MJ (MER MJP-GA II). Voor de 0,99 ton kunststof wordt derhalve 1,26 ton kolen uitgespaard. In het geval van stookolie (met een stookwaarde van 40.600 MJ/ton) is sprake van een uitsparing van 0,53 ton.

De verwerking in een cementoven resulteert niet in vaste reststoffen. De vliegashouding uit de rookgasreiniging wordt aan de klinker toegevoegd en wordt dus als onderdeel van het product afgevoerd. De bijdrage aan de vorming van cement wordt bepaald door de asrest. Voor de kunststoffractie van filmafval is aangenomen dat deze geen asrest bevat en de verwerking ervan in een cementoven dus niet tot de vorming van vliegashouding leidt en dus ook niet bijdraagt aan het cement. Door de verwerking van kunststof wordt dus geen mergel/kalksteenmeel vermeden.

Echter, door de inzet van de kunststof in de cementindustrie wordt de inzet van kolen vermeden. Hoogzwavelig kolen dragen op grond van de asrest (0,4 ton per ton) wel bij aan de vorming van cement. Door de vermeden inzet van 1,26 ton kolen wordt dus 0,50 ton minder cement geproduceerd. Dit betekent een extra benodigde inzet van mergel/kalksteenmeel (in tabel 5.7 aangegeven als een negatieve besparing). In het geval van stookolie (bevat geen asrest) is dit niet nodig.

Tabel 5.7; Bespaarde brand-/grondstoffen bij verwerking kunststof in cementoven

	Besparing (ton/ton film)	
	brandstof	mergel
Vervanging kolen (normale situatie)	1,26	- 0,50
Vervanging stookolie (gevoeligheidsanalyse “vervanging stookolie”)	0,53	0

5.11 Finaal afval

De verwerking van film bij Argentia, spoelwater bij VVM en van de kunststof in een cementoven levert geen te storten afvalstromen op.

Ook in het geval de kunststoffractie wordt verbrand in een AVI (meegenomen in het kader van een gevoeligheidsanalyse) zijn er geen te storten afvalstoffen. Omdat de kunststof een verwaarloosbare asrest heeft ontstaan er geen reststoffen bij verbranding in de AVI.

5.12 Leemten in kennis

Leemten in kennis zijn er met betrekking tot de volgende zaken:

- De restconcentratie zilver in film na ontzilvering.
- De milieu-ingrepen bij VVM zijn voor het hele bedrijf gegeven. Bij VVM worden ook andere afvalwaterstromen verwerkt. Niet duidelijk is wat de specifieke bijdrage is van fotografisch afval.
- De milieu-effecten van verwerking van slak uit de smeltoven bij een edelmetaalbedrijf in vergelijking met de verwerking van primaire erts.

6. ALTERNATIEF V-2; FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + PYROLYSE + VERGLAZEN

6.1 Procesbeschrijving

De installatie van Edelchemie te Panheel is als referentie-installatie gehanteerd.

A. Transport

Vast fotografisch afval (filmafval) wordt per vrachtwagen aangevoerd.

B. Pyrolyse/verbranding

Het filmafval wordt verwerkt door een combinatie van pyrolyse en verbranding in een kameroven. De oventemperatuur bedraagt 1000-1450 °C.

De pyrolyse betreft een batchgewijs procédé met een ovenlading bestaande uit energierijke en energie-arme componenten. Een ovenlading heeft een totaalgewicht van 20 tot 50 ton en ziet er globaal als volgt uit:

- Goed brandbaar materiaal zoals vast filmafval: 20-40%
- Papier en ander slechts matig brandbaar afval: 30-50% (50% fotografisch afval)
- Slurries uit gaswassing en sulfideslib: 10-20% (20% fotografisch afval)
- Verpakkingsmateriaal, pallets, shredder-afval, etc.: 10-20% (10% fotografisch afval).

De totale ovenlading bestaat voor ca. 50% uit fotografisch afval (vloeibaar en vast), de rest is ander afval. De gemiddelde energie-inhoud van de ovenlading is 12 MJ/kg en het gehele proces duurt enkele dagen. Na circa 2 dagen gaat het pyrolyseproces langzaam over in het verbrandingsproces door geleidelijk luchtzuurstof toe te laten. Dan worden de vloeistoffen ingespoten zoals ontwikkelaar, gaswasvloeistof en vloeistof uit de ONO-behandeling.

Rookgassen worden afgezogen en de overgebleven assen/slakken met metaaloxiden, silicaten, sulfaten, halogenen, etc. worden ingezet in het verglazingsproces (smeltoven).

De bij de pyrolyse/verbranding gevormde rookgassen worden gereinigd m.b.v. een 3-traps gaswasinstallatie. De eerste twee trappen van de gaswassing betreffen venturiwassers waaraan diverse hulpstoffen worden toegevoegd waaronder ammoniak en de uit het fga gemaakte gaswasvloeistof. De derde trap bevat een venturiwasser, druppelvanger en expansievat. De afgassen worden gezuiverd van vlieggas, dampvormige metaalverbindingen, zwaveldioxide, stikstofoxiden, halogeniden en koolmonoxide. De ontstane neerslag wordt weer in de pyrolyse-oven verwerkt. De vloeistof wordt weer als geschikt gemaakt als gaswasvloeistof (ontsulfatering). Een deel van het water uit de derde trap wordt geloosd naar een RWZI.

C. Verglazing in smeltoven

De assen/slakken afkomstig van het pyrolyseproces worden gemengd met daarvoor geschikte toelagstoffen (chilialpeter, borax en glas) en via een lopende band in een smelt/verglazingsoven gebracht en verhit tot 1500°C. Verwarming vindt plaats met restbrandstoffen (huisbrandolie) en een methanol-water-mengsel. Door de verhitting wordt een metaallegering gevormd met hierop een slaklaag. De slaklaag wordt regelmatig afgetapt, gekoeld en gebroken. Daarna wordt het opgeslagen op het terrein ter verwerking.

De metaallegering wordt ongeveer elke 14 dagen afgetapt en tot anoden gegoten, die naar de elektrolyse-afdeling gaan voor verdere bewerking.

De bij het verglazingsproces gevormde rookgassen worden gereinigd m.b.v. een 3-traps-gaswasinstallatie (analoog aan de gaswassing van de pyrolyse-oven).

D. Ontzwaveling/aanmaak gaswasvloeistof

Door toevoeging van zuur en kalkmelk ontstaat ontsulfateringsgips (zwavelhoudend slib) ontstaat. Na ontwatering wordt dit slib opgeslagen in afwachting van afvoer. In dit MER wordt uitgegaan van verwerking van het slib in de cementindustrie. In een gevoeligheidsanalyse wordt de optie van stort meegenomen.

Uiteindelijk ontstaat een vloeistof die ingezet wordt als gaswasvloeistof.

E. Verwerking en zeven slak

De slak wordt op het terrein opgeslagen en ondergaat een verweringsproces, waarbij een afslibbaar product ontstaat bestaande uit metaalsulfiden. Na 6-12 maanden wordt de slak gewassen en gezeefd. Het slib wordt weer toegevoegd aan het te verglazen mengsel in de smeltoven. Het gezeefde product, synthetisch obsidiaan (= vulkanisch gesteente), wordt uiteindelijk opgeslagen in afwachting van nuttige toepassing. Het totale verweringsproces duurt 1 à 2 jaar.

F. Afvoer en nuttige toepassing

Het verglazingproduct obsidiaan kan nuttig worden toegepast als grindvervanger in de bereiding van betonproducten of als bouwgrondstof. Vanwege de onzekerheid over de kwaliteit wordt in een gevoeligheidsanalyse uitgegaan van stort.

G. Elektrolyse en zuivering elektroliet

De metaallegering (anodes) die ontstaan gedurende het verglazingsproces bevat circa 70% zilver, 20% lood en verder koper, nikkel, chroom, ijzer en andere metalen. De anodes worden met behulp van elektrolyse (met zilvernitraat als elektroliet) opgelost, waarbij het elektroliet steeds rijker wordt aan koper-lood-nikkel-chroom-ijzer-nitraat en binnen de anodefilters een onoplosbare slurry ontstaat. Het zilver slaat neer op de kathodes. Het ontstane NO_x wordt afgezogen naar de gaswassing van de verbrandingsovens.

Het zilver wordt periodiek verwijderd en in smeltkroezen gesmolten. De slurry wordt in de smeltoven verwerkt. Het vervuilde elektrolysebad wordt eerst d.m.v. pH-correctie, waarbij metaalhydroxiden of -sulfaten neerslaan, en daarna m.b.v. natriumsulfide, waarbij metaalsulfiden neerslaan, ontdaan van metalen. De overblijvende vloeistof wordt gebruikt voor menging met de gaswasvloeistof of wordt ingespoten in de verbrandingsoven.

De metaalhydroxiden en -sulfaten worden afgevoerd ter nuttige toepassing. Het sulfideslib wordt in de pyrolyse ingebracht.

H. Afvoer en nuttige toepassing metalen

Zilver, loodsulfaat, koper- en nikkelhydroxide worden afgevoerd ter nuttige toepassing.

6.2 Massabalans

De verwerking van afval resulteert in producten en/of reststoffen. Tabel 6.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van 1 ton filmafval. In de tabel is ook de bestemming aangegeven.

Edelchemie verwerkt naast fotografisch afval ook andere afvalstromen, in totaal ongeveer 12.000 ton, waarvan 5.000 ton baden, 4.500 ton materiaal zoals papier en film en 2.500 ton overig materiaal. De hoeveelheden geproduceerde producten en reststoffen, emissies en gebruikte energie en hulpstoffen zijn voor het hele bedrijf gegeven. Voor de toerekening van deze hoeveelheden aan de ingaande stromen is voor een tweetal benaderingen gekozen:

- 1) In de normale beschrijving (allocatiemethode 1) is, conform het TNO-rapport “Emissieprofielen Gevaarlijk Afval” (TNO, 2000) en de uitwerking van de overige fga-stromen (zie ook de achtergronddocumenten A7, A8, A10 en A11), er geen onderscheid gemaakt tussen de afvalstoffen. De uitgaande stromen en milieu-ingrepen zijn verdeeld over de 12.000 ton input aan afvalstromen. Hierbij zijn alleen de gebruikte afvalolie en methanol als brandstof (hulpstof) beschouwd. De hoeveelheden zilver zijn wel volledig toegerekend aan het aanwezige zilver in de verschillende afvalstromen.
- 2) Als gevoeligheidsanalyse “alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast fga” (allocatiemethode 2) worden alleen die ingrepen toegerekend aan vast fotografisch afval die fysiek ook aan die stroom toegerekend kunnen worden. Zoals bijvoorbeeld in achtergronddocument A7 (paragraaf 7.12) wordt geconstateerd is het moeilijk om op basis van de beschikbare gegevens een sluitende balans (wegens het ontbreken van voldoende samenstellingsgegevens van alle ingaande afvalstromen) te verkrijgen voor Edelchemie. Op basis van dat inzicht zijn alleen die ingrepen aan vast fotografisch afval toegerekend die ook herleidbaar in vast fotografisch afval aanwezig zijn. Gezien de afwezigheid van bijvoorbeeld lood, koper en nikkel in vast fotografisch afval zullen in deze gevoeligheidsanalyse geen van deze metalen afgescheiden worden voor nuttige toepassing (zie ook tabel 6.1).

Uit de totale hoeveelheid teruggewonnen zilver door Edelchemie en een verdeling hiervan over de fotografisch afvalstromen op basis van de zilveragehaltes heeft TNO een hoeveelheid berekend van 9,16 kg teruggewonnen zilver uit film met een zilveragehalte van 9,57 kg/ton (TNO, 2000). Dit komt overeen met 95,7%. In dit MER wordt vanwege de vergelijkbaarheid voor alle verwerkingsalternatieven uitgegaan van een gehalte zilver van 1%. Dit resulteert voor Edelchemie in een teruggewonnen hoeveelheid zilver van 9,6 kg/ton film.

In totaal ontstaan de volgende hoeveelheden producten/reststoffen (TNO, 2000):

- 21,7 ton lood (in de vorm van loodsulfaat)
- 6,5 ton koper (in de vorm van koperhydroxide)
- 1,9 ton nikkel (in de vorm van nikkelhydroxide)
- 500 ton obsidiaan
- 400 ton ontsulfateringsslib.

In de massabalans zijn de hoeveelheden per ton film gegeven voor de twee bovengenoemde allocatiemethoden.

Tabel 6.1 Massabalans verwerking vast fotografisch afval bij Edelchemie

	Hoeveelheid per ton verwerkt vast fotografisch afval (ton)		Bestemming
	Normale situatie (allocatiemethode 1)	Gevoeligheidsanalyse “alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast fga” (allocatiemethode 2)	
INPUT			
Filmafval	1	1	
OUTPUT			
Zilver	0,0096	0,0096	Nuttige toepassing
Obsidiaan	0,042	-	Nuttige toepassing/stort
Lood	0,0018	-	Nuttige toepassing
Koper	0,00054	-	Nuttige toepassing
Nikkel	0,00016	-	Nuttige toepassing
Ontsulfateringsslib	0,033	-	Cementindustrie/stort

6.3 Ruimtebeslag

Edelchemie heeft een verhard oppervlak van 3,5 ha en een totale capaciteit van 20.000 ton afval per jaar (Edelchemie, 2000). Ongeveer de helft van het verwerkte afval betreft fotografisch afval. In het geval van de eerste allocatiemethode is het ruimtebeslag 1,75 m²*j per ton afval, in dit geval filmafval. In het geval van de tweede allocatiemethode (“alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga”) is het ruimtebeslag ook 1,75 m²*j per ton afval.

6.4 Transport

In het beschouwde verwerkingsalternatief vindt transport per as plaats van filmafval en van producten en reststoffen van de afvalverwerkingsinrichting. De te vervoeren producten en reststoffen zijn: obsidiaan, ontsulfateringsslib, zilver en metalen.

Voor het transport van het filmafval naar de verwerker wordt uitgegaan van één verwerker die filmafval door heel Nederland (alle verwerkers hebben landelijk recht om in te zamelen) inzamelt en derhalve van een gemiddelde transportafstand van 150 km heen en terug. Het filmafval wordt per vrachtauto getransporteerd waarbij wordt uitgegaan van ongeveer 12 ton per vracht.

Voor de toepassing van het obsidiaan als bouwstof wordt uitgegaan van 75 km (in aansluiting op transportafstand bij toepassing van AVI-slak, zie hiervoor proceskaarten achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). Ook is het vermeden transport van bouwstof (hiervoor uitgegaan van grind) meegenomen, waarbij voor de transportafstanden eveneens is aangesloten bij AVI-slak (35 km over land en 50 km over water). Uitgegaan is van vrachten van circa 20 ton.

Het ontsulfateringsslib (sulfaatslib) wordt per vrachtauto afgevoerd naar de cementindustrie. Uitgegaan wordt van 20 à 25 ton per vracht. Voor de gemiddelde transportafstand naar de cementindustrie wordt uitgegaan van 300 km (heen en terug), op basis van de gemiddelde afstand van een willekeurige locatie in Nederland tot een willekeurige cementoven (Nederland, Duitsland, België).

In het geval van stort van obsidiaan en ontsulfateringsslib (sulfaatslib) is, uitgaande van 11-15 C3-stortplaatsen, met een transportafstand van 40 km (heen en terug) gerekend.

Voor de bedrijfsmiddelen (zie paragraaf 6.6) wordt uitgegaan van een gemiddeld transport van 75 km (heen en terug).

Tabel 6.2 Overzicht transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid per ton vast fotografisch afval (kg)	Afstand (normaal) (km)	Afstand normaal (tkm)	Gevoeligheidsanalyses	
				"alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" (tkm)	"toch storten" (tkm)
Vast fotografisch afval	1000	150	150	150	150
Obsidiaan	42	75	3,2	-	1,7 ¹⁾
Kalk (land)	4	50	0,2	-	0,2
(water)		600	2,4		2,4
Bedrijfsmiddelen	25,8	75	1,9	-	1,9
Sulfaatslib	33	300	9,9	-	1,3 ¹⁾
Vermeden grind (land)	42	35	1,47	-	-
(water)		50	2,1		

¹⁾ Op basis van een afstand van 40 km naar een stortplaats.

6.5 Energie

Energieverbruik verwerking film

De verwerkingsinstallatie van Edelchemie verbruikt energie, te weten in totaal (TNO, 2000):

- elektriciteit: 3.960 GJ
- (afval)olie (HBO): 24.776 GJ
- (afval)methanol: 4.131 GJ.

De afvalolie (38,9 MJ/kg (TNO, 2000)) wordt ingezet in de smeltoven. De methanol (24,3 MJ/kg (TNO, 2000)) wordt ingezet in de smeltoven en voor een deel ook in de pyrolyse. In de normale situatie is het elektriciteitsverbruik per ton film 330 MJ en het brandstoffenverbruik 2.410 MJ. Daar als brandstoffen echter afvalstoffen worden ingezet wordt het brandstoffenverbruik niet in rekening gebracht.

In de gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" is het filmafval, gezien zijn calorische waarde, te zien als een brandstof waarmee de laagcalorische (vloeibare fga) stromen verwerkt kunnen worden. Onduidelijk is hoeveel energie aan vast fotografisch afval toegerekend moet worden voor het behandelen en op temperatuur brengen van de kameroven (leemte in kennis). Verder kan gesteld worden dat met de inzet van dit filmafval andere (primaire) brandstoffen vermeden worden. Doordat onduidelijk is met welk rendement de energie uit het filmafval (in de kameroven) benut wordt is ook niet aan te geven hoeveel primaire brandstoffen vermeden worden (leemte in kennis). Daar komt nog bij dat het onduidelijk is of met de inzet van filmafval wel primaire brandstoffen vermeden worden. Kijkend naar het pakket aan verwerkte afvalstoffen kan ook verwacht worden dat dan andere hoogcalorische afvalstoffen gebruikt zouden worden en dus netto geen primaire brandstoffen uitgespaard worden. Samengevat wordt in deze gevoeligheidsanalyse aangenomen dat voor het verwerken van vast-fga geen energie verbruikt wordt, maar ook niet geproduceerd.

Zoals aangegeven in paragraaf 6.2 zou het benodigde energieverbruik voor de terugwinning van het zilver uit de film (smelten en elektrolyse) wel moeten worden meegenomen. De benodigde gegevens hiervoor zijn echter niet beschikbaar.

Energieverbruik verwerking reststoffen

In het geval van de gevoeligheidsanalyse “toch storten” (van obsidiaan en sulfaatslib) wordt energie verbruikt bij het opbrengen. Het energieverbruik voor stort (diesel) is 60 MJ per ton gestort materiaal. Voor het storten van 42 kg obsidiaan en van 33 kg sulfaatslib is dus 2,5 MJ en 2,0 MJ nodig.

Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen wordt dat de toepassing van zilver, overige metalen en sulfaatslib geen extra energieverbruik met zich meebrengt t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de toepassing van de overige metalen is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling met primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid metalen (leemte in kennis).

Voor de toepassing van obsidiaan zal verkleining noodzakelijk zijn. Het energieverbruik hiervoor wordt geraamd op ca 45 kWh per ton. Per ton film ontstaat 42 kg obsidiaan, en moet dus gerekend worden met een energieverbruik van 1,9 kWh. In de gevoeligheidsanalyse “alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga” ontstaat geen obsidiaan en is er dus geen energieverbruik voor verkleining toe te rekenen. Ook voor de gevoeligheidsanalyse “toch storten” wordt aangenomen dat er geen energieverbruik toegerekend hoeft te worden (het verkleinen is niet nodig voor het storten).

6.6 Bedrijfsmiddelen

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking film

De inrichting van Edelchemie verbruikt diverse bedrijfsmiddelen. De totaal verbruikte hoeveelheden (TNO,2000) en de hoeveelheden per ton film bij de verschillende allocatiemethoden staan weergegeven in tabel 6.3.

Voor de gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" is het niet duidelijk welke bedrijfsmiddelen precies waar voor nodig zijn. Een deel van de bedrijfsmiddelen zal van toepassing zijn voor het reinigen van de rookgassen, zoals bijvoorbeeld het afvangen van zwavel (gezien de samenstelling van vast-fga speelt dat niet) en een ander deel van de bedrijfsmiddelen is nodig voor het verkrijgen van een stabiel eindproduct (obsidiaan), ook dat speelt voor vast-fga niet. Gezien de onzekerheden die hierbij spelen worden in deze gevoeligheidsanalyse geen bedrijfsmiddelen toegerekend aan vast-fga (zie ook tabel 6.3).

Tabel 6.3 Hoeveelheden bedrijfsmiddelen bij de verwerking van filmafval

	Totaal verbruik (ton/jaar)	Verbruik in normale situatie (kg/ton film) (Allocatiemethode 1)	Verbruik in de gevoeligheidsanalyse “alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga” (kg/ton film) (Allocatiemethode 2)
Water	17.000	1.420	-
Kalk	48	4	-
Salpeterzuur	65	5,4	-
Ammoniak	66	5,5	-
Natriumsulfide (40%)	46	3,8	-
Chilisalpeter	51	4,3	-
Borax	30	2,5	-
Afvalglas	10	0,83	-

Voor glas zijn geen milieu-ingrepen voor productie toegerekend, omdat het een afvalstof betreft.

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking reststoffen

Voor de stort van obsidiaan en sulfaatslib (in het kader van gevoeligheidsanalyse "toch storten") worden geen bedrijfsmiddelen ingezet.

Bedrijfsmiddelenverbruik nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen wordt dat voor de nuttige toepassing van zilver, overige metalen, obsidiaan en sulfaatslib geen extra bedrijfsmiddelen worden ingezet t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de toepassing van de overige metalen is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling met primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid metalen (leemte in kennis).

Aangenomen wordt dat met de inzet van het sulfaatslib in de cementoven eenzelfde hoeveelheid primair gips wordt vermeden (19 kg), uitgaande van een d.s.-gehalte aan CaSO_4 in het sulfaatslib van 57% (zie ook paragraaf 6.10).

6.7 Emissies naar lucht

Emissies verwerking film

De bij de pyrolyse/verbranding en bij de verglazing gevormde rookgassen bestaan in hoofdzaak uit stikstofoxiden, zwaveldioxide, koolmono- en dioxide en waterdamp. Daarnaast bevatten de rookgassen nog een aantal specifiek aan het afval gerelateerde stoffen. De rookgassen worden gereinigd m.b.v. een gaswasinstallatie, waarbij ook een gedeelte van het ontzilverde vloeibare fga als reinigingsvloeistof wordt gebruikt. Reden hiervoor is dat de ammoniakverbindingen in het fga een reductie van stikstofoxiden tot resultaat heeft. Door toevoeging van kalkmelk aan de gaswasvloeistof ontstaat een sulfaatslib die wordt afgevoerd naar de cementindustrie.

Voor de emissies naar de lucht is voor de normale situatie uitgegaan van de cijfers uit (TNO, 2000). Deze zijn gebaseerd op metingen door de provincie en eigen opgaven van Edelchemie. De emissie van CO_2 ontbreekt in deze gegevens. Deze is berekend op basis van de totale energie-input en de aanname van 85,6 g/MJ (TNO, 2000). De totale energie-input is 7.000 ton brandbaar materiaal met een calorische waarde van 12 MJ/kg, is 84 TJ, plus 24,7 TJ afvalolie en 4,1 TJ methanol. De emissies van zilver zijn bepaald op basis van de massaverhouding zilver in de stromen fotografisch afval.

In de gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" worden alleen die emissies meegenomen die ook terug te voeren zijn naar het verwerkte filmafval. In dat kader zijn alleen de componentgebonden emissies van zilver en CO_2 van belang en de procesgebonden emissies als stof, NO_x , CO en C_xH_y . De aan filmafval toe te rekenen procesgebonden emissies zijn bepaald aan de hand van de jaarvrachten van deze emissies en de bovenstaande energie-input. Volgens is op basis van de energie-inhoud van filmafval (21,6 MJ/kg) bepaald hoeveel procesgebonden emissies er vrijkomen. De hoeveelheid CO_2 is bepaald op basis van de totale C-input minus de hoeveelheid C via CO.

De emissies per ton film volgens de twee allocatiemethoden zijn weergegeven in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Emissies naar lucht uit pyrolyse en smeltoven

Component	Emissies naar lucht (mg/ton film)	
	Normale situatie (allocatiemethode 1)	Gevoeligheidsanalyse "alleen herleid- bare ingrepen alloceren aan vast-fga" (allocatiemethode 2)
Ag	5,31 E+03 ¹⁾	5,31 E+03 ¹⁾
As	3,44 E+02	-
Cd	3,94 E+02	-
Co	1,94 E+02	-
Cr	4,25 E+03	-
Cu	2,05 E+03	-
Hg	9,92 E+01	-
Mn	3,60 E+03	-
Ni	1,80 E+03	-
Pb	2,67 E+04	-
Sb	1,41 E+03	-
Se	1,44 E+02	-
Sn	5,38 E+02	-
V	1,44 E+02	-
Zn	4,73 E+03	-
Stof	1,72 E+06	3,95E+06
HCl	5,29 E+04	-
HF	1,16 E+04	-
SO _x	1,18 E+05	-
H ₂ S	5,63 E+03	-
NO _x	7,41 E+05	1,70E+06
CO ₂	8,14 E+08	2,27E+09
CO	6,62 E+05	1,52E+06
C _x H _y	1,57 E+05	3,61E+05

1) De emissies van zilver zijn niet via een van de twee allocatiemethoden bepaald, maar o.b.v. de zilveragehalten in de fotografisch afval-stromen.

Emissies nuttige toepassing

Aangenomen is dat de emissies naar lucht bij de nuttige toepassing van zilver, andere metalen en obsidiaan niet verschillen van die bij de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de toepassing van de overige metalen is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling met primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid metalen (leemte in kennis).

Bij toepassing van het sulfaatslib in een cementoven zullen vanwege de verontreinigende stoffen (met name zware metalen) emissies naar lucht optreden. Het slib vervangt primair gips. Aangenomen is dat de vermeden emissies ten gevolge van dit gips verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de emissies van het sulfaatslib. Alleen de SO₂-emissies zullen vergelijkbaar zijn; de emissies en vermeden emissies vallen voor deze stof dus tegen elkaar weg.

Op basis van de samenstellingsgegevens van ontsulfateringsslib (TNO, 2000) en de massabalans voor een cementoven (zie achtergronddocument A1 bij het MER-LAP) zijn de emissies naar de lucht bepaald. Deze staan weergegeven in tabel 6.5. De input van zilver naar sulfaatslib is bepaald op basis van de massaverhouding zilver in de stromen fotografisch afval.

Alleen in de normale situatie (allocatiemethode 1) wordt sulfaatslib toegerekend aan de verwerking van film en daarmee emissies bij toepassing in een cementoven. Aangezien er fysiek gezien geen ontsulfateringsslib zal ontstaan vanuit filmafval (een deel van het kwik zal echter wel in het slib

opgenomen worden en dus tot kwikemissies leiden) wordt er in de gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast fga" alleen rekening gehouden met een kwikemissie naar de lucht.

Tabel 6.5 Emissies naar lucht bij toepassing ontsulfateringsslib in een cementoven

Component	Percentage van input naar lucht (%)	Input (mg/ton film)	Emissie naar lucht (mg/ton film) allocatie 1	Emissie naar lucht (mg/ton film) allocatie 2
Ag ¹⁾	0,05	1,9 E+05	95	95
Cd	0,5	167	0,83	-
Cr	0,05	2.130	1,1	-
Cu	0,05	7.670	3,8	-
Hg	6	70	4,2	-
Mo	0,05	167	0,083	-
Ni	0,05	1.870	0,93	-
Pb	0,05	53.300	27	-
Sb	0,05	900	0,45	-
Sn	0,05	1.330	0,67	-
Zn	0,05	17.700	8,8	-

1) De emissies van zilver zijn niet via een van de twee allocatiemethoden bepaald, maar o.b.v. de zilveragehalten in de fotografisch afval-stromen.

6.8 Emissies naar water

De emissies naar water via de lozing van afvalwater uit de gaswasser staan vermeld in tabel 6.6. De emissies zijn gebaseerd op cijfers van jaarvrachten van Edelchemie (TNO, 2000)³ en zijn omgerekend naar mg/ton film. De emissies van zilver is bepaald op basis van de massaverhouding zilver in de stromen fotografisch afval. Zoals reeds aangegeven aangeven bij de emissies naar lucht zijn er bij allocatiemethode 2 alleen zilveremissies.

Tabel 6.6 Emissies naar water via lozing gaswasser op RWZI

Component	Emissies naar water (mg/ton film)	
	Normale situatie (allocatiemethode 1)	Gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" (allocatiemethode 2)
Ag	2,3 E+04	2,3 E+04
Cd	34	-
Cr	465	-
Cu	537	-
Hg	3,08	-
Ni	1.960	-
Pb	4.830	-
Zn	1.670	-
SO ₄	5.410	-
CZV	969.000	-

1) De emissies van zilver zijn niet via een van de twee allocatiemethoden bepaald, maar o.b.v. de zilveragehalten in de fotografisch afval-stromen.

³ Edelchemie heeft meer recente cijfers geleverd. Deze verschillen voor bepaalde componenten een factor 5 of 10 met de cijfers die door TNO zijn gebruikt, zonder dat de oorzaak hiervan duidelijk is. Daarom is er voor gekozen de TNO-cijfers te gebruiken.

Emissies verwerking reststoffen

Bij de verwerking van de sulfaatslurrie in de cementoven komen geen emissies naar water vrij.

Emissies nuttige toepassing

Aangenomen is dat de emissies naar water bij de nuttige toepassing van zilver en andere metalen niet verschillen van die bij de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de toepassing van de overige metalen is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling met primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid metalen (leemte in kennis).

6.9 Emissies naar bodem

Emissies uit cement

In theorie zou sprake kunnen zijn van emissies vanuit de cement naar de bodem wanneer deze wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloging gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten. Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloging worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als nihil beschouwd.

In het kader van de gevoeligheidsanalyse “toch uitloging” zal wel met een zekere bodembelasting worden gerekend gebaseerd op een diffusieproef op cementbeton (zie uitlogingspercentages in proceskaart voor cement, achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). Op basis van de massabalans van de cementoven en de input via het sulfaatslib zijn de fracties berekend die per component in het cement terechtkomen. Hieruit zijn met behulp van de uitlogingspercentages uit cement de emissies naar bodem berekend. Deze zijn weergegeven in tabel 6.7.

De input vanuit het sulfaatslib is gebaseerd op de samenstelling van het sulfaatslib (TNO, 2000) en is omgerekend naar vracht per ton film. De input van zilver is bepaald op basis van de massaverhouding zilver in de stromen fotografisch afval.

Tabel 6.7 Emissies naar bodem uit cement ten gevolge van toepassing sulfaatslib voor de gevoeligheidsanalyse “toch uitloging”

Component	Input (mg/ton film)	Percentage van input naar cement (%)	Percentage van cement naar bodem (%)	Emissie naar de bodem t.b.v. de gevoeligheidsanalyse “toch uitloging” (mg/ton film)
Ag ¹⁾	1,9 E+05	99,95	0,05	95
Cd	167	99,5	0,65	1,1
Cr	2.130	99,95	0,05	1,1
Cu	7.670	99,95	0,05	3,8
Hg	70	94	1,1	0,72
Mo	167	99,95	0,05	0,083
Ni	1.870	99,95	0,05	0,93
Pb	53.300	99,95	0,05	27
Sb	900	99,95	0,05	0,45
Sn	1330	99,95	0,80	11
Zn	17.700	99,95	0,05	8,8

1) De emissies van zilver zijn niet via een van de twee allocatiemethoden bepaald, maar o.b.v. de zilveragehalten in de fotografisch afval-stromen.

Emissies uit obsidiaan

Bij de toepassing van het synthetisch obsidiaan als bouwstof kunnen emissies naar bodem optreden. Bekend is, uit vergelijkbare basaltachtige producten van de verwerking van andere afvalstoffen, dat een thermische immobilisatie 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 van verglazingresiduen in de normale situatie op nul gesteld.

De uitloging uit obsidiaan is onderzocht (Witteveen en Bos, 1994). Uit kolomproeven is alleen de uitloging van antimoon en molybdeen aangetoond en lagen de waarden van de andere componenten onder de detectiegrens. Deze resultaten komen dus overeen met de algemeen in MER-LAP gehanteerde lijn dat verglaasde producten (vrijwel) geen uitloging vertonen. Voor filmafval is in dit kader ook nog relevant dat (zie tabel 2.1) Sb en Mo niet in filmafval aanwezig zullen zijn.

In het kader van een gevoeligheidsanalyse zou wel uitloging meegenomen kunnen worden, en wel op basis van beschikbaarheidstesten aan obsidiaan. Aangezien de componenten waarover informatie beschikbaar is niet in filmafval voorkomen is aangenomen dat ook een dergelijke gevoeligheidsanalyse (zoals die bijvoorbeeld wel is uitgevoerd voor bleekfixeer (zie achtergronddocument A7)) niet zal leiden tot enige emissies naar de bodem.

6.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen

Door de terugwinning van zilver en andere metalen, de toepassing van het verglaasd product (obsidiaan) als bouwstof of grindvervanger en de toepassing van het sulfaatslib in de cementindustrie wordt de winning/productie van primaire grondstoffen uitgespaard. Behalve voor zilver wordt deze uitsparing alleen in de normale situatie meegenomen.

Voor het obsidiaan wordt uitgegaan van de vervanging van grind als bouwstof. Voor het sulfaatslib wordt uitgegaan van de vervanging van gips. Op basis van een droge stofgehalte van 57% van het sulfaatslib (Witteveen en Bos, 1994) wordt gerekend met een vervangen hoeveelheid van $0,57 \cdot 33 = 19$ kg. In tabel 6.10 staan de hoeveelheden weergegeven.

Zoals reeds aangegeven wordt in de gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga" alleen rekening gehouden met het terugwinnen van een hoeveelheid zilver. Zie ook tabel 6.10.

Tabel 6.10 Overzicht vervangen primaire grondstoffen

Soort	Hoeveelheid (kg/ton film) normale situatie	Hoeveelheid (kg/ton film) gevoeligheidsanalyse "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast-fga"
Zilver	9,6	9,6
Metalen		
Lood	1,8	-
Koper	0,54	-
Nikkel	0,16	-
Grind	42 ¹⁾	-
Gips	19 ¹⁾	-

1) In het geval van de gevoeligheidsanalyse "toch storten" is deze hoeveelheid nul.

6.11 Finaal afval

In het kader van de gevoeligheidsanalyse "toch storten" is met de stort van obsidiaan en sulfaatslib i.p.v. nuttige toepassing gerekend. In tabel 6.11 staan de te storten hoeveelheden weergegeven.

Tabel 6.11 Hoeveelheid finaal afval t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "toch storten"

Te storten afval	Hoeveelheid finaal afval t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "toch storten" (kg/ton film)
Obsidiaan	42
Sulfaatslib	33

6.12 Kennisleemten

Leemten in kennis betreffen de volgende zaken:

- De gegevens van de milieu-ingrepen bij Edelchemie betreffen het hele bedrijf. Omdat meerdere afvalstromen worden behandeld, zijn de milieu-ingrepen dus niet gespecificeerd voor de fotografisch afvalstromen.
- Het is onduidelijk of obsidiaan aan het Bouwstoffenbesluit voldoet en of nuttige toepassing dus mogelijk is.
- Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen van verwerking van de teruggewonnen metalen (lood, koper, nikkel) verschillen vanwege het verschil in samenstelling met primaire grondstoffen.

7. ALTERNATIEF V-3; SHREDDEREN/SPOELEN + FYSISCH/CHEMISCH ZUIVEREN + AVI

7.1 Procesbeschrijving

Referentiebedrijven zijn voor het shredderen, het spoelen is Metalchem, voor de elektrolyse Van Vlodrop, voor de fysisch/chemisch/biologische zuivering VVM en voor het verbranden in een AVI de AVR en HVC.

A. Aanvoer vast fotografisch afval

De inzameling van het vast fotografisch afval (filmafval) geschiedt door Metalchem en Van Vlodrop. Vast fotografisch afval wordt per vrachtwagen door de firma Van Vlodrop en Metalchem vervoerd. Het vaste fotografisch afval wordt door Van Vlodrop ter verwerking aangeboden aan Metalchem.

B. Shederren en spoelen filmafval

Het filmafval wordt eerst verkleind in een shredderstep, waarna het zilver wordt opgelost door een tweefase spoelstep. De eerste fase betreft het spoelen met een ijzeroplossing, waarbij zilverchloride zich afscheidt. De ijzeroplossing kan vervolgens weer opnieuw gebruikt worden. In de tweede fase wordt het zilverchloride met zwart-wit fixeer gemengd, waarbij het zilver door ammoniumthiosulfaat gecomplexed wordt en weer in oplossing gaat. Deze oplossing wordt ontzilverd door middel van elektrolyse. Uiteindelijk wordt de film gespoeld. Het spoelwater wordt ook ontzilverd door middel van elektrolyse, opnieuw gebruikt en uiteindelijk afgevoerd naar Van Vlodrop.

C-1. Afvoer en verbranding ontzilverde film in AVI

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

AVI-slakken die ontstaan worden nuttig toegepast als ophoogmateriaal. AVI-vliegias wordt geïmmobiliseerd bij de VBM en het immobiliseert wordt gestort. AVI-rookgasreinigingsresidu wordt in big-bags gestort.

C-2. Afvoer en verbranding ontzilverde film in cementoven

Naast de verwerking van kunststof in een AVI bestaat de mogelijkheid deze stroom in een cementoven te verwerken. In het kader van de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in cementoven" zijn voor deze verwerkingsroute eveneens de milieu-ingrepen bepaald.

Het verkleinde en ontzilverde filmmateriaal (verder aangeduid als de materiaalstroom "kunststof") wordt per vrachtwagen afgevoerd naar de cementindustrie, waar het als secundaire brandstof wordt 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 oven heeft een aanzienlijke lengte en de verbranding geschiedt bij een lager zuurstofgehalte dan in een AVI. De cementoven

kan zowel hoog- als laagcalorische afvalstoffen verwerken. Door de hoge temperatuur worden organische stoffen met een zeer hoog rendement vernietigd. Zuurvormende stoffen worden grotendeels door de alkalische grondstoffen geneutraliseerd.

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

D. Elektrolytische ontzilvering

De elektrolyse van de fixeer vindt batchgewijs plaats in een reactievat. Het zilver in oplossing slaat tijdens het elektrolyseproces als metallisch zilver neer op de kathode en kan worden verzameld door dit van de elektrode af te slaan.

Het elektrolytisch ontzilverde fixeer wordt afgevoerd naar Van Vlodrop ter verdere behandeling. Aangenomen wordt dat het gebruik van fixeer geen invloed heeft op de samenstelling en dus ook niet op de verdere verwerking. De verdere verwerking van het fixeer is dan ook buiten beschouwing gelaten bij de verwerking van filmafval volgens dit alternatief.

E. Afvoer en opwerking zilver

Het verzamelde ruwe zilver uit de elektrolyse wordt afgevoerd en bij Drijfhout in een smeltoven verwerkt. Als referentie-installatie wordt de smeltoven bij Argentia genomen (zie ook hoofdstuk 5). Hierin wordt het ruwe zilver bij een temperatuur van 1300°C verwerkt. Als eindproduct wordt 99,95% zuiver zilver verkregen. De vrijkomende gassen worden afgezogen en naar een gaswasinstallatie geleid. Aan de wasvloeistof wordt natronloog toegevoegd voor de regeling van de pH (nodig vanwege de aanwezigheid van zwavelhoudende componenten). De gaswasvloeistof wordt afgevoerd naar VVM ter zuivering.

De slak, waarin nog resten zilver bevinden, wordt naar een edelmetaalbedrijf afgevoerd en daar verder verwerkt.

F. Nuttige toepassing zilver

Het zilver (99,95% zuiver) wordt nuttig toegepast ter vervanging van primair zilver. De slak wordt verwerkt in een edelmetaalbedrijf waar de laatste resten zilver worden teruggewonnen.

G. Afvoer spoelwater en verwerking bij Van Vlodrop

Het ontzilverde spoelwater (geconcentreerde stroom met veel fixeer en een restconcentratie zilver van minder dan 50 mg/l) wordt naar Van Vlodrop afgevoerd. Afhankelijk van de samenstelling wordt dit in sommige gevallen nog extra ontzilverd en daarna afgevoerd naar VVM. Vanwege het feit dat deze ontzilvering meestal niet plaatsvindt, wordt deze bewerking niet meegenomen.

H. Fysisch/chemische en biologische zuivering (VVM) en afvoer slib

Indien de concentratie aan zware metalen te hoog is ($Ag > 5$ mg/l) wordt eerst een electroflocculatie en/of chemische precipitatie, door toevoeging van natriumsulfide, voorgeschakeld om de restconcentratie te verminderen. Het slib wordt gescheiden van de waterfase waarna het wordt ontwaterd m.b.v. een kamerfilterpers (tot 40% droge stof) en afgevoerd naar de AVR voor verbranding. De baden worden vervolgens fysisch/chemisch en biologisch gezuiverd.

De eerste stap betreft de behandeling in het monozeefkoolfilter. Hierbij worden grote organische en metaalhoudende organische complexbinders aan het kool gebonden. Het kool wordt bij verzadiging geregenereerd en opnieuw gebruikt.

De vloeistof wordt vervolgens fysisch-chemisch gezuiverd d.m.v flocculatie en flotatie. Hier vindt een verdere verwijdering van (on)opgeloste deeltjes plaats. Het slib wordt ontwaterd m.b.v. een zeefbandpers, tot een droge stofgehalte van ca 35%⁴, waarna het gezamenlijk met het biologische slib wordt afgevoerd naar de AVR voor verbranding.

Hierna volgt de biologische (aërobe) zuivering, waarbij organische stoffen verder worden afgebroken en slib wordt afgescheiden. Voor biologische zuivering wordt een Sequential Batch Reactor (SBR) toegepast die geschikt is voor hoogbelaste stromen. Het slib wordt gescheiden van de waterfase waarna het wordt ontwaterd m.b.v. een kamerfilterpers tot een droge stofgehalte van ca 40%⁴ en afgevoerd naar de AVR voor verbranding. Afhankelijk van de samenstelling is stort een optie. Het gezuiverde water wordt vervolgens naar de drietrapsverdamer geleid waar extra zuivering plaatsvindt.

In analogie met hoofdstuk 5 wordt aangenomen dat de hoeveelheid vrijkomend slib uit de fysisch/chemische stap verwaarloosbaar is en de hoeveelheid slib uit de bioloog minimaal.

I. Indamping en afvoer slib

Het verwerkingsprincipe bestaat uit het indampen van de vloeistoffase m.b.v. indirecte stoomverhitting onder vacuüm. Hierbij ontstaat een scheiding tussen het achterblijvende residu met onder meer hoogkokende (an)organische stoffen en het condensaat met waterdamp en eventueel aanwezige lichte organische fracties. Het verdampen vindt plaats bij 70-85°C en een onderdruk van 0,3 tot 0,6 bar. Voor het onderhouden van de onderdruk wordt gebruik gemaakt van een watteringpomp, waarvoor een koeler is geplaatst voor condensatie van de waterdamp.

Het afgezogen luchtmengsel wordt in de biologische zuivering geleid. Deze functioneert als gaswaster. Het condensaat wordt opnieuw in het proces van VVM ingezet of indien geen (schoon) proceswater nodig is, via de biologische zuivering van een buurbedrijf, geloosd op oppervlaktewater.

Het residu uit de verdampingsinstallatie wordt steekvast gemaakt door toevoeging van zaagsel⁴ en afgevoerd ter verbranding of naar de stort.

J-1. Verbranding residu/slib (AVI)

De slibstromen van VVM worden verbrand in een AVI. Zie voor procesbeschrijving AVI en verwerking AVI-reststoffen bij onderdeel C-1.

J-2. Storten slib

Afhankelijk van de samenstelling worden de slibstromen uit de bioloog en de indamper gestort in plaats van verbrand (gevoelheidsanalyse “stort slib”). Hierbij is uitgegaan van een C3-stort.

⁴ Recent zijn enkele proceswijzigingen tot stand gekomen, met name in de ontwatering van de slibstromen, waarbij hogere droge stofgehalten worden bereikt. Het residu uit de drietrapsverdamer wordt nu behandeld op een roterend vacuümfilter in plaats van opgemengd met zaagsel. De wijzigingen betekenen een sterke vermindering van de af te voeren hoeveelheden. Omdat specifieke gegevens over deze wijzigingen niet meer verwerkt konden worden, is uitgegaan van het oude proces.

7.2 Massabalans

Tabel 7.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden die ontstaan bij de verwerking van 1 ton film bij Metalchem. In de tabel is tevens de bestemming aangegeven.

Het terugwinningspercentage van zilver uit film is circa 95%. De gebruikte hoeveelheid spoelwater is 69 liter/ton film (Metalchem, 2001). De teruggewonnen hoeveelheid zilver is dus op basis van de samenstelling van film 9,5 kg/ton film. Uitgaande van een zuiverheid van 85% van het elektrolytische ruwe zilver, is dit 11,2 kg ruw zilver.

Tabel 5.1 Massabalans verwerking vast fotografisch afval bij Metalchem

	Hoeveelheid per ton verwerkt vast fotografisch afval (ton)	Bestemming
INPUT		
vast fotografisch afval	1	
water	0,069	
OUTPUT		
ruw zilver	0,0112	Zilveropwerking (Drijfhout)
kunststof	0,99	AVI
spoelwater	0,069	Verwerking (Van Vlodrop-VVM)

7.3 Ruimtebeslag

Ruimtebeslag verwerking film

Wegens gebrek aan gegevens is uitgegaan van 0,57 m²/jr per ton film voor de opslag, het shredderen en spoelen en de elektrolyse (naar analogie van de verwerking bij Argentia (zie hoofdstuk 5)).

Het ruimtebeslag van de zilversmelterij bij Argentia (referentie-installatie voor het smelten) is 141 m² en de verwerkte hoeveelheid ruw zilver is 115 ton/jaar (Argentia, 2001). Dit resulteert in een ruimtebeslag van 1,2 m²*jr per ton verwerkt ruw zilver. Per ton film ontstaat in totaal 0,0112 ton ruw zilver dat wordt verwerkt in een smeltoven. Dit komt overeen met een ruimtebeslag van 0,014 m²*jr/ton film.

Ruimtebeslag verwerking reststoffen

De afvalwaterverwerkingsinstallatie bij VVM heeft een oppervlakte van ongeveer 10.000 m². In totaal wordt circa 300 m³ per dag, oftewel 110 kton per jaar aan afvalwater verwerkt. Dit resulteert in een ruimtebeslag van circa 0,09 m²/jr per ton afvalwater. Per ton film wordt 0,069 ton afvalwater verwerkt. Dit betekent een ruimtebeslag van 0,006 m²*jr.

De kunststof wordt verbrand in een AVI. Verbranding in een AVI (gemiddeld: oppervlak 2 ha, doorzet 450.000 ton per jaar leidt zoals gezegd per ton afval tot een fysiek ruimtebeslag van 0,044 m²*jr. De verbranding van 0,99 ton kunststof leidt hiermee tot een fysiek ruimtebeslag van 0,044 m²*jr.

Aangenomen is dat de kunststof van het filmafval zuivere PET is en dat de asrest die ontstaat bij verbranding dus verwaarloosbaar is. Er is dus geen ruimtebeslag van AVI-reststoffen.

Ruimtebeslag nuttige toepassing

Aangenomen wordt dat het ruimtebeslag bij nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van die bij de reguliere toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Naast de verwerkingsroute van de kunststof in een AVI bestaat de mogelijkheid deze stroom te verwerken in een cementoven (gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in cementoven”). Het ruimtebeslag van de verwerking van de kunststof in een cementoven wordt niet meegenomen. Aangenomen wordt dat er geen verschil is in ruimtebeslag tussen toepassing van deze stromen als secundaire brandstof en toepassing van primaire brandstoffen.

Onduidelijk is in hoeverre het vervangen van primaire brandstoffen wel leidt tot een aanpassing van het ruimtebeslag tengevolge van opslagfaciliteiten. Vanwege een verschil in stookwaarden zijn de benodigde hoeveelheden verschillend. Wegens gebrek aan informatie op dit punt wordt dit buiten beschouwing gelaten en aangemerkt als een leemte in kennis.

7.4 Transport

In het beschouwde verwerkingsalternatief vindt transport per as plaats.

Voor het transport van het filmafval naar de verwerker wordt uitgegaan van één verwerker die filmafval door heel Nederland (alle verwerkers hebben landelijk recht om in te zamelen) inzamelt en derhalve van een gemiddelde transportafstand van 150 km heen en terug. Het filmafval wordt per vrachtauto getransporteerd waarbij wordt uitgegaan van ongeveer 12 ton per vracht.

Het spoelwater wordt afgevoerd naar Van Vlodrop in vrachten van 25 à 30 ton per vracht. Voor de transportafstand naar Van Vlodrop is uitgegaan van 150 km heen en terug (op basis van afvoer vanaf een willekeurige plaats in Nederland). Na eventuele verwerking wordt het spoelwater van Van Vlodrop afgevoerd naar VVM in vrachten van 20 à 25 ton. De transportafstand van Van Vlodrop naar VVM is circa 150 km heen en terug.

De kunststof wordt per vrachtauto afgevoerd naar een AVI in vrachten van ca 20 ton. Voor de afvoer naar een AVI is uitgegaan van een gemiddelde transportafstand van 40 km (heen en terug) op basis van 11-15 AVI's.

In het kader van een gevoeligheidsanalyse is uitgegaan van verwerking van de kunststof in een cementoven. Voor de gemiddelde transportafstand naar de cementindustrie wordt uitgegaan van 300 km (heen en terug), op basis van de gemiddelde afstand van een willekeurige locatie tot een willekeurige cementoven (Nederland, Duitsland, België).

Door het niet aanvoeren van uitgespaarde primaire brandstof is er vermeden transport. Uitgegaan wordt van een afstand van 200 km (heen en terug) voor de aanvoer van kolen of stookolie (op basis van het transport van een havenlocatie tot aan de cementoven). In paragraaf 7.10 zijn de uitgespaarde hoeveelheden kolen en stookolie gegeven. Voor de gemiddelde belading van een vrachtauto wordt uitgegaan van ca 16 ton per vracht.

In tabel 7.2 staan de transportafstanden en het aantal tonkilometers weergegeven.

Tabel 7.2 Overzicht transportafstanden

Materiaal	Hoeveelheid per ton vast fotografisch afval (kg)	Afstand (km)	Afstand normaal (tkm)	Afstand t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in cementoven" (tkm)
Vast fotografisch afval	1.000	150	150	150
Spoelwater (naar Van Vlodrop)	69	150	10,4	10,4
Spoelwater (naar VVM)	69	150	10,4	10,4
Bedrijfsmiddelen Metalchem	25,6	75	1,9	1,9
Kunststofstroom	990	40	39,6	297 ¹⁾
NH ₄ OH (25%)	1,3	75	0,1	-
Vermeden prim. brandst. (kolen)	1.260	-	-	252 ²⁾

1) Op basis van de gemiddelde afstand naar een cementoven (300 km).

2) Op basis van de gemiddelde afstand van kolen naar een cementoven (200 km).

7.5 Energie

Energieverbruik verwerking film

Het elektriciteitsverbruik bij Metalchem is 109 kWh/ton fotografisch afval (Metalchem, 2001). Deze waarde wordt ook aangenomen voor het shredderen en spoelen van filmafval.

Energieverbruik/-productie verwerking reststoffen

Het elektriciteitsverbruik voor het smelten van elektrolytisch ruw zilver bij Argentia (referentie-installatie) is 4,09 kWh/kg elektrolytisch zilver (zie paragraaf 5.5). Op basis van 9,5 kg teruggewonnen zilver en een zuiverheid van 85% van ruw zilver, is de hoeveelheid ruw zilver 11,2 kg/ton film. Het elektriciteitsverbruik bedraagt dus 45,8 kWh per ton film.

Het elektriciteitsverbruik voor de verwerking van het afvalwater (ontzilverde vloeistof) bij VVM bestaat uit (VVM, 2000) de volgende posten (gegevens per ton afvalwater):

Electroflocculatie: 80 kWh

Zeefbandpers: 0,15 kWh

Blowers bioloog: 1,5 kWh

Kamerfilterpers: 0,11 kWh

Persluchtgebruik: 3,5 kWh.

In totaal is het elektriciteitsverbruik per ton spoelwater dus 85 kWh, oftewel 5,9 kWh/ton film (op basis van 0,069 ton spoelwater/ton film).

Volgens recente informatie van VVM (VVM, 2001) is het energieverbruik van de voorverdamper en de indamper samen 0,4 ton stoom per ton fga, hetgeen overeenkomt met 357 MJ. Op basis van gegevens van VVM (VVM, 2000) verbruikt de indamper 0,25 ton stoom per ton afvalwater, oftewel 223 MJ per ton. Op basis van de hoeveelheid van 0,069 ton spoelwater per ton film, is dit 15,4 MJ/ton film.

Energieverbruik/-productie verwerking reststoffen

De kunststoffractie (990 kg) wordt in een AVI verwerkt. Een gemiddelde AVI verbruikt ongeveer 100 kWh elektrische energie per ton afval. Daarnaast kan bij een gemiddelde stookwaarde van 10,5 MJ/kg circa 750 kWh elektrische energie per ton afval worden teruggewonnen (ongeveer 26%).

De exacte toerekening dient plaats te vinden op basis van de calorische waarde van de hier te verstoffen kunststoffractie. Er wordt, gelet op de samenstelling van deze fractie vanuit gegaan dat het energieverbruik voor het voeden van de AVI niet zal afwijken van het verbruik dat geldt voor de gemiddelde AVI-voeding. Bij een calorische waarde die ongeveer 100% hoger ligt dan die van de gemiddelde AVI-voeding zal verbranden echter wel tot aanzienlijk meer rookgassen leiden waardoor het toe te rekenen energieverbruik van de rookgasreiniging vermoedelijk wel boven het gemiddelde zal liggen. Samengevat wordt het energieverbruik per ton residu hoger ingeschat dan de 100 kWh per ton die geldt voor de gemiddelde AVI-voeding, maar is een volledige ophoging met 100% (conform de 100% hogere stookwaarde) te veel. Er wordt uitgegaan van 160 kWh per ton residu.

Voor de toerekening van de geproduceerde energie wordt voor de kunststoffractie uitgegaan van een calorische waarde van 21,6 MJ/kg. Bij een bruto elektrisch rendement van 26% levert dit bruto 1.560 kWh elektriciteit per ton kunststofafval op.

Uitgaande van 990 kg mengsel per ton filmafval resulteert dit in een elektriciteitsgebruik van 158,4 kWh/ton en een elektriciteitsopbrengst van 1.544,4 kWh/ton.

Bij de behandeling van het afvalwater bij VVM ontstaan slibstromen die worden afgevoerd ter verbranding in een AVI. De hoeveelheid slib is verwaarloosd (zie paragraaf 7.1), dus ook de hoeveelheid geproduceerde/verbruikte energie.

Het verzadigde kool uit het koolabsorptieproces wordt geregenereerd. Dit kost elektriciteit. De hoeveelheid verbruikt kool is echter verwaarloosd (zie ook paragraaf 7.6) en daarmee het elektriciteitsverbruik.

Energieverbruik nuttige toepassing

Aangenomen is dat het energieverbruik bij nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van dat bij de reguliere toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

In het kader van een gevoeligheidsanalyse is verwerking van de kunststof in een cementoven meegenomen. Aangenomen is dat deze toepassing van een secundaire brandstof, geen energieverbruik met zich meebrengt. Onduidelijk is in hoeverre het energieverbruik van de voorbereiding, mengen van brandstof en grondstof, zal afwijken van de situatie waarin een reguliere brandstof wordt gebruikt. Zie voor vermeden primaire brandstoffen paragraaf 7.10.

7.6 Bedrijfsmiddelen

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking film

Voor de verwerking van het filmafval bij Metalchem worden per ton film de volgende hoeveelheden hulpstoffen gebruikt (Metalchem, 2001):

- IJzerchloride (40% oplossing): 11 liter
- H₂O₂ (35% oplossing): 4,1 liter
- HCl (36% oplossing): 8,1 liter.

Voor het ontzilveren van de film wordt fixeer gebruikt. Dit is een afvalstroom, zodat hieraan geen milieu-ingrepen voor de productie zijn verbonden. Er wordt water gebruikt als spoelvoestof voor ontzilverd filmmateriaal: 69 liter spoelwater per ton film.

Bedrijfsmiddelenverbruik verwerking reststoffen

In de rookgasreiniging van de smeltoven bij Argentia (referentie-installatie) is het natronloogverbruik 0,22 m³ per ton ruw zilver (zie paragraaf 5.6). Voor de 11,2 kg ruw zilver per ton film is dit dus 2,5 liter.

De kunststoffractie wordt verwerkt in een AVI. De rookgasreiniging van een AVI verbruikt NaOH (20%), Ca(OH)₂ en ammoniak (25% NH₄OH). De hoeveelheden natronloog en kalk hangen af van het halogeen- en zwavelgehalte van de afvalstof. Aangenomen is dat in de kunststofstroom geen halogenen en zwavel aanwezig zijn en dus ook geen natronloog en kalk toegerekend hoeft te worden aan het verbranden van de kunststoffractie in een AVI.

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, de hoeveelheid kunststof (990 kg) en een calorische waarde van 21,6 GJ/ton komt het verbruik aan NH₄OH (25%) op 1,3 kg per ton vast fotografisch afval.

Gezien de aanname dat de kunststoffractie geen asrest bevat zullen er ook geen AVI-reststoffen ontstaan.

De slibstromen afkomstig van VVM worden verbrand in een AVI. De hoeveelheden hierbij gebruikte hulpstoffen (natronloog, kalk en ammoniak) hangen af van de samenstelling van het slib. Er zijn echter geen gegevens over de samenstelling van het spoelwater en daarmee van het slib. Gezien de kleine hoeveelheid spoelwater en slib, zullen de hoeveelheden zeer klein zijn (leemte in kennis).

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat het bedrijfsmiddelenverbruik bij de toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschilt van die bij de toepassing van primair zilver. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Bij de toepassing van de kunststof in een cementoven (gevoeligheidsanalyse) worden geen bedrijfsmiddelen ingezet.

7.7 Emissies naar lucht

Emissies verwerking film

Bij het shredderen van film komt stof vrij. De emissies worden afgevangen in een filter. Wegens gebrek aan gegevens is voor de restemissie uitgegaan van het proces bij Argentia (paragraaf 5.7), te weten een stofemissie van 29,2 g/ton film.

Aangenomen is dat de emissies bij het smelten van het zilver als gevolg van verwerking van film-afval te verwaarlozen zijn. De bij dit proces optredende emissies worden veroorzaakt door de in vloeibaar fotografisch afval aanwezige stoffen. Gezien de samenstelling van film (zie tabel 2.1) zullen als gevolg van deze stroom geen of verwaarloosbare emissies optreden. Een uitzondering vormt de zilveremissie.

De gemiddelde zilverconcentratie is gelijk aan 0,82 mg/m³ (Tauw, 2000). Uitgaande van een gegeven debiet (4.100 m³/hr), de capaciteit van de smeltoven van 96 kg/uur (Argentia, 2000) en de hoeveelheid verwerk ruw zilver per ton filmafval (11,2 kg) is de zilveremissie naar de lucht gelijk aan 392,2 mg per ton filmafval.

Emissies verwerking reststoffen

Verwerking van kunststof in een AVI leidt tot emissies naar de lucht. Voor de bepaling van de emissies is onderscheid gemaakt tussen componentgebonden en procesgebonden emissies. Op grond van de samenstelling van de kunststof, met name C-gehalte en calorische waarde (zie tabel 2.1) en een geschat zilveragehalte van 0,1 kg/ton film (bij gebrek aan gegevens wordt aangenomen dat 1% van het zilver in de film na ontzilvering op het kunststof blijft, analoog aan hoofdstuk 5), en de massabalans voor een AVI (zie achtergronddocument A1) zijn de emissies bij de verbranding vastgesteld. Deze emissies zijn weergegeven in tabel 7.5.

Tabel 7.5 Emissies naar lucht bij de verwerking van kunststof in een AVI

Component	Emissie naar lucht (mg/ton fotografisch afval)
Ag	70
CO ₂	2,27E+09
NO _x	7,78E+05
NH ₃	3,89E+04
CO	2,59E+05
C _x H _y	6,48E+04
TCDD TEQ	6,48E-04
Fijn stof	3,90E+04

De emissies bij de fysisch/chemische verwerking van afvalwater bij VVM worden geschat op maximaal 20 g C_xH_y/ton op basis van een maximale emissie van 400 g/uur, 16 uur/dag en 300 m³ afvalwater per dag (VVM, 2001). Aangezien het spoelwater nagenoeg geen organische verbindingen bevat, wordt de emissie hieruit als verwaarloosbaar beschouwd.

Bij de indamping van het afvalwater (bij VVM) zullen bepaalde componenten meeverdampen met het water. Voorzover deze niet in de condensor weer condenseren, worden deze behandeld in de biologische zuivering (VVM, 2000). Er zijn derhalve geen emissies naar lucht.

Verbranding van slib uit de zuivering in een AVI leidt tot emissies naar lucht. Van belang hierbij is de samenstelling van het slib. Zoals reeds aangegeven is de hoeveelheid slib verwaarloosbaar klein. Wel worden de emissies van zilver die via het slib vrijkomen meegenomen. Uitgegaan wordt van een zilverconcentratie van maximaal 50 mg/l in het spoelwater, oftewel een vracht van 0,0035

kg/ton film. Dit zilver zal vrijwel geheel in het fysisch-chemisch slib terecht komen. Op basis van deze vracht aan zilver en de massabalans voor een AVI (zie ook achtergronddocument A1 bij het MER-LAP) zal er 2,4 mg zilver (per ton vast fotografisch afval) naar de lucht gaan.

Emissies bij nuttige toepassing reststoffen

Aangenomen is dat de emissies naar lucht bij de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven niet verschillen van die bij de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieuingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

In de gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in cementoven” worden de kunststoffen die vrijkomen na de ontzilvering gebruikt als alternatieve brandstof in de cementindustrie. In het kader van dit MER is balans voor een cementoven opgesteld (zie achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). Op basis van deze balans en de samenstelling van de film, met name C-gehalte 62% en calorische waarde 21,6 MJ/kg (zie tabel 2.1), zijn de emissies (componentgebonden en procesgebonden) naar lucht bepaald. Zoals reeds aangegeven wordt bij gebrek aan gegevens aangenomen dat 1% van het zilver in de film na ontzilvering op de kunststof blijft zitten. Dit is dus 0,1 kg/ton film. In tabel 7.6 zijn de emissies naar lucht weergegeven voor het verwerken van het kunststof in de cementoven.

Tabel 7.6 Emissies naar lucht bij de verwerking kunststof in een cementoven t.b.v. de gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in cementoven”

Component	Emissie naar lucht (mg/ton fotografisch afval)
Ag	50
CO ₂	2,27E+09
NO _x	1,04E+07
CO	3,24E+06
C _x H _y	8,64E+05
TCDD TEQ	6,48E-04
Fijn stof	1,94E+05

Vermeden emissies door verwerking reststoffen in cementoven

Door de inzet van kunststof als brandstof wordt primaire brandstof vervangen. Dit betekent dat er vermeden emissies zijn. In deze gevoeligheidsanalyse wordt aangenomen dat er sprake is van het vervangen van hoogzwavelig kolen. In paragraaf 7.10 is afgeleid hoeveel kolen vervangen worden met de inzet van 990 kg kunststof in een cementoven: 1,26 ton.

De vermeden emissies door vervanging van kolen staan weergegeven in tabel 7.7. De componentgebonden emissies zijn bepaald o.b.v. de samenstelling van hoogzwavelig kolen (MER MJP-GA II) en de massabalans voor de cementoven (zie ook achtergronddocument A1 bij het MER-LAP). De procesgebonden emissies zijn gerelateerd aan de calorische waarde van de brandstof en verschillen daarom niet per MJ afval, kolen of stookolie. De vermeden procesgebonden emissies door uitsparing van kolen zijn dus even groot als de emissies door verwerking van de kunststof in de cementoven.

Tabel 7.7 Vermeden emissies naar de lucht bij vervanging van kolen t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in cementoven"

Component	Percentage van input naar lucht (%)	Vervanging kolen (1,26 ton/ton film)	
		Input (g/ton kolen)	Vermeden emissie (mg/ton film)
As	0,05	4,05	2,6
Ba	0,05	320	201,6
Cd	0,5	1,17	7,4
Co	0,05	45,1	28,4
Cr	0,05	60	37,8
Cu	0,05	53	33,4
Hg	6	0,83	62,7
Mn	0,05	845	532,4
Mo	0,05	4	2,5
Ni	0,05	88,3	55,6
Pb	0,05	67	42,2
Sb	0,05	15	9,5
Se	0,05	5	3,2
Sn	0,05	15	9,5
Sr	0,05	220	138,6
V	0,05	399	251,4
Zn	0,05	264	166,3
Cl	0,6	1900	14364,0
F	1	93	1171,8
S (SO ₂) ¹⁾	7,2	17100	1551312,0
C (CO ₂) ¹⁾	100	600.000 ²⁾	2,77 E+09
NOx			1,04E+07
CO			3,24E+06
CxHy			8,64E+05
TCDD TEQ			6,48E-04
Fijn stof			1,94E+05

1) bij samenstelling S en C, bij emissie SO₂ en CO₂

2) C-gehalte 60%

7.8 Emissies naar water

Emissies verwerking film

De verwerking van vast fotografisch afval bij Metalchem veroorzaakt geen emissies naar water.

Emissies verwerking reststoffen

Bij het smeltproces komen geen emissies naar water vrij. De gaswasvloei stof van de smeltoven wordt afgevoerd naar VVM ter zuivering.

De emissies naar water na de afvalwaterbehandeling bij VVM staan weergegeven in tabel 7.8 (TNO, 2000). De cijfers betreffen algemene emissiecijfers voor het hele bedrijf. Omdat echter geen naar afvalstroom gedifferentieerde cijfers bekend zijn, zijn deze cijfers gebruikt voor de afvalwaterstromen afkomstig van de filmverwerking. De cijfers zijn omgerekend naar emissies per ton film op basis van 0,069 ton speelwater per ton film.

Tabel 7.8 Emissies naar het oppervlaktewater na afvalwaterbehandeling bij VVM

Component	Emissie (kg/ton afvalwater)	Emissie (mg/ton film)
Zwevend stof	9,10 E-03	627,9
Chloride	2,88 E-02	1987,2
Zwavel	2,82 E-04	19,5
CZV	1,72 E-01	11.868
BZV	3,72 E-03	256,7
N-kjeldahl	3,51 E-01	24.219
Fosfaat	2,21 E-03	152,5

Verwerking van het slib/residu in een AVI leidt niet tot emissies naar water, omdat uit is gegaan van een droge rookgasreiniging (zie achtergronddocument A1).

De verwerking van de kunststof in een AVI leidt niet tot emissies naar water, omdat uit is gegaan van een droge rookgasreiniging (zie achtergronddocument A1).

Emissies bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat er geen extra emissies zijn m.b.t. de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

Bij de verwerking van kunststof in de cementoven (gevoeligheidsanalyse) komen geen emissies naar water vrij.

7.9 Emissies naar bodem

Emissies verwerking reststoffen

Bij de verwerking van de kunststof in een AVI ontstaan reststoffen. Bij de stort van AVI-vliegas en bij de nuttige toepassing van AVI-slak kunnen emissies naar de bodem optreden. Voor AVI-RgRR wordt aangenomen dat geen uitloging plaatsvindt vanwege het storten in big-bags met extra afdekhoes waardoor water niet bij het materiaal kan komen.

Op basis van de massabalansen voor een AVI (zie achtergronddocument A1 van het MER-LAP) per component (in dit geval alleen zilver) is bepaald welk deel van de input terecht komt in slak, vliegas en rookgasreinigingsresidu (RgRR). Op basis van de proceskaarten voor de reststoffen (zie ook achtergronddocument A1) is vervolgens de uitloging naar de bodem bepaald. Op basis hiervan en de aanname dat het kunststof nog 100 gram zilver zal bevatten zal het verbranden van de kunststoffractie in een AVI leiden tot een emissie naar de bodem die voor de slakken gelijk is aan 43 mg per ton filmafval en voor het vliegas gelijk is aan 14 mg (tezamen dus 57 mg).

Ook bij de verbranding van het slib/residu dat ontstaat bij de zuivering van het spoelwater bij VVM ontstaan reststoffen, waaruit emissies naar bodem kunnen optreden. Er zijn echter geen gegevens over de samenstelling van het spoelwater en daarmee van het slib. Gezien de kleine hoeveelheid spoelwater en slib, zullen de emissies zeer laag zijn. Wel wordt de zilveremissie meegenomen die vanuit het spoelwater via het slib in de reststoffen terecht komt. Uitgegaan wordt van een zilverconcentratie van 50 mg/l in het spoelwater, oftewel een vracht van 0,0035 kg/ton film. Dit zilver zal vrijwel geheel in het fysisch-chemisch slib terechtkomen.

Op basis van de massabalansen voor een AVI (zie achtergronddocument A1) is bepaald welk deel van de input terecht komt in slak, vliegas en rookgasreinigingsresidu (RgRR). Op basis van de pro-

ceskaarten voor de reststoffen (zie ook achtergronddocument A1) is vervolgens de uitloging naar bodem bepaald. Conform de proceskaarten is dit respectievelijk 1,5 mg (uit de slakken) en 0,47 mg (uit het vliegias) per ton filmafval (tezamen gaat er dus 2,0 mg Ag naar de bodem).

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Aangenomen is dat er geen extra emissies zijn m.b.t. de nuttige toepassing van zilver en slak uit de smeltoven t.o.v. de toepassing van primaire grondstoffen. Voor de verwerking van slak bij een edelmetaalbedrijf is dit echter onzeker. Niet duidelijk is in hoeverre de milieu-ingrepen verschillen vanwege het verschil in samenstelling tussen het slak en primaire grondstoffen. De eventuele effecten hiervan zullen klein zijn vanwege de relatief geringe hoeveelheid slak (leemte in kennis).

In het kader van een gevoeligheidsanalyse (“verwerking kunststof in cementoven”) is de verwerking van de kunststof in een cementoven meegenomen. In theorie zou sprake kunnen zijn van emissie vanuit de cement naar de bodem wanneer deze cement wordt toegepast. Uitlooggegevens onder praktijkcondities zijn niet bekend. Aangenomen mag worden dat de uitloging gering is omdat bij de cementproductie in feite sprake is van binding (immobilisatie) van de chemische componenten.

Daarnaast geldt dat cement op diverse manieren wordt toegepast met een enorm scala aan producten die niet altijd aan uitloging worden blootgesteld. Derhalve wordt bodembelasting bij toepassing van cement in het kader van deze LCA als nihil beschouwd.

7.10 Uitgespaarde winning/productie grond- en brandstoffen

Uitsparing primair zilver

Door de terugwinning van zilver zijn er vermeden emissies door uitgespaarde winning en productie van zilver. Per ton film wordt 9,5 kg zilver teruggewonnen. Daarmee wordt de productie van deze hoeveelheid zilver bespaard.

Uitsparing zand

De hoeveelheid reststoffen bij verbranding van kunststof in een AVI is verwaarloosbaar vanwege de verwaarloosbare asrest. Er is dus geen sprake van uitsparing van grondstoffen (zand) door de nuttige toepassing van AVI-slak.

Uitsparing kolen en mergel cementoven (gevoeligheidsanalyse)

In de gevoeligheidsanalyse “verwerking kunststof in cementoven” wordt de kunststoffractie ingezet als brandstof in de cementindustrie. De kunststof heeft een stookwaarde van 21,6 MJ/kg. Er van uitgaande dat 1 MJ kunststof 1 MJ primaire brandstof vervangt, wordt per ton kunststof een hoeveelheid primaire brandstof met een energie-inhoud van 21,6 GJ bespaard. De vermeden milieu-ingrepen bij de winning/productie van deze hoeveelheid primaire brandstof wordt als een negatieve milieu-ingreep opgenomen in de LCA-berekeningen. De omvang wordt bepaald met de SimaPro-database.

In het kader van deze LCA wordt als primaire brandstof uitgegaan van hoogzwavelig kolen. De stookwaarde van 1 ton kolen bedraagt 17.000 MJ (MER MJP-GA II). Voor de 0,99 ton kunststof wordt derhalve 1,26 ton kolen uitgespaard.

De verwerking in een cementoven resulteert niet in vaste reststoffen. De vliegias uit de rookgasreiniging wordt aan de klinker toegevoegd en wordt dus als onderdeel van het product afgevoerd. De bijdrage aan de vorming van cement wordt bepaald door de asrest. Voor de kunststoffractie van filmafval is aangenomen dat deze geen asrest bevat en de verwerking ervan in een cementoven dus

niet tot de vorming van vlieg-as leidt en dus ook niet bijdraagt aan het cement. Door de verwerking van kunststof wordt dus geen mergel/kalksteenmeel vermeden.

Echter door de inzet van de kunststof in de cementindustrie wordt de inzet van kolen vermeden. Hoogzwavelige kolen dragen op grond van de asrest (0,4 ton per ton) wel bij aan de vorming van cement. Door de vermeden inzet van 1,26 ton kolen wordt dus 0,50 ton minder cement geproduceerd. Dit betekent een extra benodigde inzet van mergel/kalksteenmeel (in tabel 7.9 aangegeven als een negatieve besparing).

Tabel 7.9 Bespaarde brand-/grondstoffen bij verwerking kunststof in cementoven t.b.v. de gevoeligheidsanalyse "verwerking kunststof in cementoven"

	Besparing (ton/ton film)	
	brandstof	mergel
Vervanging kolen	1,26	- 0,50

7.11 Finaal afval

De verwerking van film bij Metalchem levert geen te storten afvalstromen op.

Ook bij de verwerking van de kunststoffractie in een AVI zijn er geen te storten afvalstoffen. Omdat de kunststof een verwaarloosbare asrest heeft ontstaan er geen reststoffen bij verbranding in de AVI.

7.12 Leemten in kennis

Leemten in kennis zijn er met betrekking tot de volgende zaken:

- De restconcentratie zilver in film na ontzilvering.
- De milieu-ingrepen bij VVM zijn voor het hele bedrijf gegeven. Bij VVM worden ook andere afvalwaterstromen verwerkt. Niet duidelijk is wat de specifieke bijdrage is van fotografisch afval.
- De samenstelling van het spoelwater en het hieruit afkomstige slib en daarmee de met de verwerking hiervan gepaard gaande milieu-ingrepen.
- De milieu-effecten van verwerking van slak uit de smeltoven bij een edelmetaalbedrijf in vergelijking met de verwerking van primaire ertsen.

BIJLAGE 1

OVERZICHTEN MILIEU-INGREPEN

Verwerkingstechniek: V-1						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	filmverw./ontz. zilversmelten afvalwaterverw. verw. kunststof AVI	0,57 0,015 0,20 -	0,57 0,015 0,20 0,044	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht) ^(f)	film spoelwater kunststof NH ₄ OH	150 (12) 330 (25) 297 (12) - (10)	150 330 39,6 0,1	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	filmverwerking elektrolyse chemische ontzilvering zilversmelten <u>afvalwaterverw.:</u> elektriciteit stoom <u>verw. kunststof AVI:</u> elektr.verbruik	170,9 kWh 153,9 kWh 7,7 kWh 61,6 kWh 11 kWh 490,6 MJ -	170,9 153,9 7,7 61,6 11 490,6 158,4 kWh	als normaal	als normaal
4.	Bedrijfsmid- delen	<u>filmverw.:</u> spoelwater <u>ontzilvering:</u> natronloog (20%) natriumbisulfiet zwavelzuur <u>zilversmeltoven:</u> natronloog (20%) <u>verw. kunststof AVI:</u> NH ₄ OH (25%)	2,2 ton 5,7 liter 12,3 liter 5,5 liter 2,6 liter -	2,2 5,7 12,3 2,5 5,5 1,3 kg	als normaal	als normaal
5.	Emissie lucht (mg)	<u>shredderen film:</u> stof <u>zilversmeltoven:</u> Ag <u>verw. slib AVI:</u> Ag <u>verw. kunststof cemen- toven</u> Ag CO ₂ NOx CO CxHy Dioxines (TEQ) Fijn stof <u>verw.kunststof AVI:</u> Ag CO ₂ NOx NH ₃ CO CxHy Dioxines (TEQ) Fijn stof	29.200 416,7 150 50 2,27 E+09 1,04 E+07 3,24 E+06 8,64 E+05 6,48 E-04 1,94 E+05 - - - - - - - - -	29.200 416,7 150 - - - - - - - 70 2,27 E+09 7,78 E+05 3,89 E+04 2,59 E+05 6,48 E+04 6,48 E-04 3,90 E+04	als normaal	als normaal

Verwerkingstechniek: V-1						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
6.	Emissie water (mg)	<u>afvalwaterverw.:</u> Zwevend stof Chloride Zwavel CZV BZV N-kjeldahl Fosfaat	1,98 E+04 6,26 E+04 6,52 E+02 3,74 E+05 8,04 E+03 7,63 E+05 4,78 E+03	als normaal	als normaal	als normaal
7.	Emissie bodem (mg)	<u>AVI-reststoffen verwerking slib:</u> Ag <u>cement:</u> Ag <u>AVI-reststoffen verwerking kunststof:</u> Ag	124 0 -	124 - 57	124 50 -	als normaal
8.	Finaal afval / te storten rest		-	-	-	-
9.	Vermeden transport in tkm(ton/vracht)	kolen stookolie	252 (16) - (16)	- -	- 106	als normaal
10.	Vermeden energie	electric.produc. verw. kunststoffen	-	1.544,4 kWh	-	-
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	As Ba Cd Co Cr Cu Hg Mn Mo Ni Pb Sb Se Sn Sr V Zn Cl F SO ₂ CO ₂ NOx CO CxHy TCDD TEQ stof	2,6 201,6 7,4 28,4 37,8 33,4 62,7 532,4 2,5 55,6 42,2 9,5 3,2 9,5 138,6 251,4 166,3 14.364,0 1.171,8 1.551.312,0 2,77 E+09 1,04 E+07 3,24 E+06 8,64 E+05 6,48 E-04 1,94 E+05	- -	0,21 0 0 0,53 0,08 0,27 0,19 0 0,13 7,95 2,39 0 0,20 0 0 15,9 0,93 286,2 47,7 354.888 1,65 E+09 1,04 E+07 3,24 E+06 8,64 E+05 6,48 E-04 1,94 E+05	als normaal
12.	Vermeden emissie water		-	-	-	-
13.	Vermeden emissie bodem		-	-	-	-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	zilver kolen stookolie mergel	9,5 kg 1,26 ton - - 0,50 ton	9,5 kg - - -	9,5 kg - 0,53 ton 0	als normaal
15.	Overig	zuiveren spoelwater	-	-	-	-

- (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 "verwerking kunststof in AVI"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "vervanging stookolie"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging".

Verwerkingstechniek: V-2						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	installatie	1,75	als normaal	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	film obsidiaan sulfaatslib kalk land water bedrijfsmiddelen	150 (12) 3,2 (20) 9,9 (20) 0,2 (10) 2,4 (-) 1,9 (10)	150 - - - - -	150 1,7 1,3 0,2 2,4 1,9	als normaal
3.	Energiegebruik	<u>installatie</u> : elektr. verkleining obsidiaan stort obsidiaan(diesel) stort sulfaatslib(diesel)	330 MJ 1,9 kWh - -	- - - -	330 MJ - 2,5 MJ 2,0 MJ	als normaal
4.	Bedrijfsmiddelen	<u>installatie</u> water kalk salpeterzuur ammoniak natriumsulfide (40%) chilisalpeter borax	1420 kg 4 kg 5,4 kg 5,5 kg 3,8 kg 4,3 kg 2,5 kg	- - - - - - -	als normaal	als normaal

Verwerkingstechniek: V-2								
ASPECT	(specificatie)		INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)				
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)		
5.	Emissie (mg)	lucht	<u>installatie</u>					
			Ag	5,31 E+03	5,31 E+03	5,31 E+03	als normaal	
			As	3,44 E+02	-	3,44 E+02		
			Cd	3,94 E+02	-	3,94 E+02		
			Co	1,94 E+02	-	1,94 E+02		
			Cr	4,25 E+03	-	4,25 E+03		
			Cu	2,05 E+03	-	2,05 E+03		
			Hg	9,92 E+01	-	9,92 E+01		
			Mn	3,60 E+03	-	3,60 E+03		
			Ni	1,80 E+03	-	1,80 E+03		
			Pb	2,67 E+04	-	2,67 E+04		
			Sb	1,41 E+03	-	1,41 E+03		
			Se	1,44 E+02	-	1,44 E+02		
			Sn	5,38 E+02	-	5,38 E+02		
			V	1,44 E+02	-	1,44 E+02		
			Zn	4,73 E+03	-	4,73 E+03		
			stof	1,72 E+06	3,95 E+06	1,72 E+06		
			HCl	5,29 E+04	-	5,29 E+04		
			HF	1,16 E+04	-	1,16 E+04		
			SOx	1,18 E+05	-	1,18 E+05		
			H ₂ S	5,63 E+03	-	5,63 E+03		
			NOx	7,41 E+05	1,70 E+06	7,41 E+05		
			CO ₂	8,14 E+08	2,27 E+09	8,14 E+08		
			CO	6,62 E+05	1,52 E+06	6,62 E+05		
			CxHy	1,57 E+05	3,61 E+05	1,57 E+05		
			<u>cementoven</u>	Ag	95	95		-
				Cd	0,83	-		-
Cr	1,1	-		-				
Cu	3,8	-		-				
Hg	4,2	-		-				
Mo	0,083	-		-				
Ni	0,93	-		-				
Pb	27	-		-				
Sb	0,45	-		-				
Sn	0,67	-		-				
Zn	8,8	-		-				
6.	Emissie (mg)	water	Ag	2,3 E+04	2,3 E+04	als normaal	als normaal	
			Cd	34	-			
			Cr	465	-			
			Cu	537	-			
			Hg	3,08	-			
			Ni	1.960	-			
			Pb	4.830	-			
			Zn	1.670	-			
			SO ₄	5.410	-			
CZV	969.000	-						
7.	Emissie (mg)	bodem	<u>cement:</u>					
			Ag	-	-	-	95	
			Cd	-	-	-	1,1	
			Cr	-	-	-	1,1	
			Cu	-	-	-	3,8	
			Hg	-	-	-	0,72	
			Mo	-	-	-	0,083	
			Ni	-	-	-	0,93	
			Pb	-	-	-	27	
			Sb	-	-	-	0,45	
			Sn	-	-	-	11	
Zn	-	-	-	8,8				

Verwerkingstechniek: V-2						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)		
				1 ^(b)	2 ^(c)	3 ^(d)
8.	Finaal afval / te storten rest	obsidiaan sulfaatslib	- -	- -	42 33	- -
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	grind (land) grind (water)	1,47 (20) 2,1 (-)	- -	- -	1,47 2,1
10.	Vermeden energie		-	-	-	-
11.	Vermeden emissie lucht		-	-	-	-
12.	Vermeden emissie water		-	-	-	-
13.	Vermeden emissie bodem		-	-	-	-
14.	Vermeden be- drijfmiddelen	zilver lood koper nikkel grind gips	9,6 kg 1,8 kg 0,54 kg 0,16 kg 42 kg 19 kg	9,6 kg - - - - -	9,6 kg 1,8 kg 0,54 kg 0,16 kg - -	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 "alleen herleidbare ingrepen alloceren aan vast fga"
- (c) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch storten"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "toch uitloging".

Verwerkingstechniek: V-3				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheids- analyses^(a)
				1^(b)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)	filmverw./elektrolyse zilversmelten afvalwaterverw. verw. kunststof AVI	0,57 0,014 0,006 0,044	0,57 0,014 0,006 -
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	film spoelwater spoelwater kunststof bedrijfsmiddelen NH ₄ OH	150 (12) 10,4 (25) 10,4 (25) 39,6 (12) 1,9 (10) 0,1 (10)	150 10,4 10,4 297 1,9 -
3.	Energiegebruik	filmverw./elektrolyse zilversmelten <u>afvalwaterverw.:</u> elektriciteit stoom <u>verw. kunststof AVI:</u> elektr.verbruik	109 kWh 45,8 kWh 5,9 kWh 15,4 MJ 158,4 kWh	109 45,8 5,9 15,4 -
4.	Bedrijfsmidde len	<u>filmverw.:</u> spoelwater IJzerchloride (40%) H ₂ O ₂ (35%) HCl (36%) <u>zilversmeltoven:</u> natronloog (20%) <u>verw. kunststof AVI:</u> NH ₄ OH (25%)	69 liter 11 liter 4,1 liter 8,1 liter 2,5 liter 1,3 kg	69 11 4,1 8,1 2,5 -
5.	Emissie lucht (mg)	<u>shredderen film:</u> stof <u>zilversmeltoven:</u> Ag <u>verw. slib AVI:</u> Ag <u>verw. kunststof AVI</u> Ag CO ₂ NOx NH ₃ CO CxHy Dioxines (TEQ) Fijn stof <u>verw.kunststof cementoven:</u> Ag CO ₂ NOx CO CxHy Dioxines (TEQ) Fijn stof	29.200 392,2 2,4 70 2,27 E+09 7,78 E+05 3,89 E+04 2,59 E+05 6,48 E+04 6,48 E-04 3,90 E+04 - - - - - - -	29.200 392,2 2,4 - - - - - - - - - 50 2,27 E+09 1,04 E+07 3,24 E+06 8,64 E+05 6,48 E-04 1,94 E+04

Verwerkingstechniek: V-3				
ASPECT	(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses ^(a)	
1 ^(b)				
6.	Emissie water (mg)	<u>afvalwaterverw.:</u>		
		Zwevend stof	627,9	als normaal
		Chloride	1.987,2	
		Zwavel	19,5	
		CZV	11.868	
		BZV	256,7	
		N-kjeldahl	24.219	
	Fosfaat	152,5		
7.	Emissie bodem (mg)	<u>AVI-reststoffen verwerking slib:</u>		
		Ag	2,0	2,0
		<u>cement:</u>		
		Ag		
	<u>AVI-reststoffen verwerking kunststof:</u>			
	Ag	57		-
8.	Finaal afval / te storten rest		-	-
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	kolen	- (16)	252
10.	Vermeden energie	elektr.prod. AVI	1.544,4 kWh	-
11.	Vermeden emissie lucht (mg)	As	-	2,6
		Ba	-	201,6
		Cd	-	7,4
		Co	-	28,4
		Cr	-	37,8
		Cu	-	33,4
		Hg	-	62,7
		Mn	-	532,4
		Mo	-	2,5
		Ni	-	55,6
		Pb	-	42,2
		Sb	-	9,5
		Se	-	3,2
		Sn	-	9,5
		Sr	-	138,6
		V	-	251,4
		Zn	-	166,3
		Cl	-	14.364,0
		F	-	1.171,8
		SO ₂	-	1.551.312,0
		CO ₂	-	2,77 E+09
		NOx	-	1,04 E+07
		CO	-	3,24 E+06
		CxHy	-	8,64 E+05
TCDD TEQ	-	6,48 E-04		
	stof	-	1,94 E+05	
12.	Vermeden emissie water		-	-
13.	Vermeden emissie bodem		-	-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	zilver	9,5 kg	9,5 kg
		kolen	-	1,26 ton
		mergel	-	- 0,50 ton
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 "verwerking kunststof in cementoven".

BIJLAGE 2

LITERATUURLIJST

Argentia, 1999

Brief aan TNO-STB d.d. 28-5-1999 betreffende "Emissieprofiel Argentia".

Argentia, 2000

"Aanvraag om een Wet milieubeheervergunning Argentia B.V., Moerdijk".

Argentia, 2001

Faxbericht aan OpdenKamp Adviesgroep d.d. 20-9-2001 betreffende "Gegevens Argentia t.b.v. MER-LAP".

Argentia, 2001b

Mondelinge informatie mevrouw D. Sijtsma, Argentia.

Chemviron, 1999

"Faxbericht aan VVM, d.d. 1-7-1999 betreffende "Milieurendementen".

Edelchemie, 2000

Bijlage bij brief aan Iwaco (ref 42/2000/LN/kc, d.d. 13-8-2000) betreffende "F.G.A.-verwerking en vergelijking verwerkingstechnieken".

MER MJP-GA II

Milieu-effectrapport Meerjarenplan gevaarlijke afvalstoffen II. TNO i.o.v. VROM/IPO, april 1996

Metalchem, 2001

Mondelinge informatie de heer Potze, Metalchem.

Tauw, 2000

"Emissie-onderzoek 2000 Argentia", metingen 25-2-2000.

TNO, 2000

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

VVM, 2000.

Bijlage bij faxbericht aan Iwaco d.d. 1-8-2000 betreffende "Onderzoek Fga verwerking bij VVM".

VVM, 2001.

"Kwantitatieve LCA-vergelijking waarbij het verwerken van vloeibaar Fga afkomstig van kleur fotografie langs een alternatieve route wordt vergeleken met de minimumstandaard uit het MJP-GA II." (concept).

VVM, 2001b.

Mondelinge informatie de heer E. van Duyn, VVM.

Witteveen en Bos, 1994.

"Rapportage milieuhygiënische kwaliteit van obsidiaan in relatie tot hergebruik".

Zuiveringsschap Limburg, 1998

Rapportage "Werking van rioolwaterzuiveringsinstallaties in 1998"