

MILIEUEFFECTRAPPORT LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN

Achtergronddocument A4 Uitwerking “asbest”

Afval Overleg Orgaan
2002

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	5
2. ASBEST	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Samenstelling asbest	6
3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES	8
4. UITGANGSPUNTEN EN SYSTEEMGRENZEN	11
5. PYROLYSE/SMELTEN	13
5.1 Inleiding	13
5.2 Procesbeschrijving	13
5.3 Massabalans en ruimtebeslag	16
5.4 Transport	18
5.5 Energie	19
5.6 Bedrijfsmiddelen	21
5.7 Emissies	22
6. CORDIAM-TECHNOLOGIE	24
6.1 Procesbeschrijving	24
6.2 Informatie ten behoeve van LCA	24
7. OPLOSSEN IN NATRONLOOG	25
7.1 Inleiding	25
7.2 Procesbeschrijving	26
7.3 Massabalans en ruimtebeslag	28
7.4 Transport	29
7.5 Energie	30
7.6 Bedrijfsmiddelen	31
7.7 Emissies	32
8. SMELTEN IN PLASMA-OVEN	35
8.1 Inleiding	35
8.2 Procesbeschrijving	35
8.3 Informatie ten behoeve van LCA	36
9. STORTEN	37
9.1 Inleiding	37
9.2 Procesbeschrijving	37
9.3 Massabalans en ruimtebeslag	37
9.4 Transport	38
9.5 Energie	38
9.6 Bedrijfsmiddelen	38
9.7 Emissies	39
10. THERMOCHEMISCHE VERWERKING (SINTEREN)	40
10.1 Inleiding	40
10.2 Procesbeschrijving	40
10.3 Massabalans en ruimtebeslag	42
10.4 Transport	42
10.5 Energie	43
10.6 Bedrijfsmiddelen	45
10.7 Emissies	45

11.	LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE	47
11.1	Inleiding	47
11.2	Alternatief pyrolyse/smelten	47
11.3	Alternatief oplossen in Natronloog	47
11.4	Alternatief storten	47
11.5	Alternatief thermochemische verwerking (sinteren)	47

BIJLAGEN:

- 1: Literatuurlijst
- 2: Ingreeptabellen

1. INLEIDING

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

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

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

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

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

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

De in de LCA-berekeningen gebruikte informatie wordt in het navolgende gepresenteerd voor de afvalstroom “**Asbest**”. Daarbij wordt ook aangegeven van welke referentie-installaties is uitgegaan bij het bepalen van de emissies en het energie- en bedrijfsmiddelenverbruik.

2. ASBEST

2.1 Algemeen

Asbest is de verzamelnaam voor een groep in de natuur voorkomende dunne en sterke silicatenvezels. Er zijn zes soorten asbest, te weten chrysotiel (wit asbest), amosiet (bruine asbest), crocidoliet (blauwe asbest), anthophylliet, tremoliet en actinoliet.

Asbest is onbrandbaar, warmte- en elektrisch isolerend, zeer goed bestand tegen zuren en logen, flexibel, sterk en heeft goede wrijvingseigenschappen. Door deze kenmerken zijn er ruim 3.000 commerciële toepassingen van asbest.

Sinds 1940 is 80% van alle asbest in Nederland toegepast in de bouw. Chrysotiel asbest is het minst schadelijk, het meest flexibel en mede daarom het meest toegepast, hoofdzakelijk (circa 85%) in asbestcementplaten (eterniet). Ongeveer 10 % is toegepast in golfplaten, isolatieplaten en plantenbakken en circa 5% in vinyl (1963-1980), koppelingsplaten en remvoeringen van auto's.

2.2 Samenstelling asbest

De samenstelling van de diverse asbesthoudende producten is verschillend. Omdat asbestcementplaten (eterniet) de omvangrijkste stroom (43%) van alle asbesthoudende productgroepen is, wordt in deze LCA uitgegaan van de samenstelling van asbestcementplaten, zoals weergegeven in tabel 2.2.

Figuur 2.1; Chrysotielvezel onder de elektronenmicroscoop



Asbestcementplaten bestaan uit cement en chrysotiel oftewel wit asbest met de chemische samenstelling $Mg_3Si_2O_5(OH)$. De chrysotiele structuur bestaat uit een dubbellaag, waarvan een laag Mg, O en OH bevat en de andere bestaat uit Si en O. De beide lagen passen niet exact op elkaar, waardoor de structuur enigszins oprolt om lange, holle buizen te vormen (zie figuur 2.1). De verbindingen tussen de lagen zijn zwak, waardoor chrysotiele asbestvezels een goede flexibiliteit bezitten.

De chemische (oxidische) samenstelling van chrysotiel asbest is weergegeven in tabel 2.1. In die tabel worden de ranges aangegeven van de samenstelling in gewichtspercentages. Daardoor bedraagt het totaal geen 100%.

Tabel 2.1; Chemische samenstelling van chrysotiel asbest in gewicht%

OXIDE	HOEVEELHEID
SiO ₂	38 – 42
Al ₂ O ₃	0 – 2
Fe ₂ O ₃	0 – 8
MgO	38 – 42
CaO	0 – 2
Na ₂ O	0 – 1
H ₂ O	11 – 13

(IBET, 1999)

Chrysotiel asbest komt nooit zuiver voor; het is altijd in meer of mindere mate verontreinigd met amfibole soorten die veel minder (ca 2%) water bevatten, waaronder amosiet (bruin asbest) en crocidoliet (blauw asbest). Amfibolen bestaan uit verschillende samenstellingen van de componenten Si, O, Na, Mg, Ca en Fe. De amfiboolstructuur wordt gevormd door dubbele ketens Si en O, evenwijdig aan de lengte-as van de vezels. De ketens worden verbonden door andere elementen zoals Na, Mg, Ca en Fe.

Als ingangsmateriaal voor de te beschouwen verwerkingsalternatieven wordt de in tabel 2.2 weergegeven samenstelling aangehouden. Dit betekent dat er in deze LCA van uit wordt gegaan dat asbestcementplaten geen zware metalen en geen vocht bevatten. Met betrekking tot het vochtgehalte wordt het volgende opgemerkt.

Chrysotiel asbest bevat weliswaar ca. 10% water (zie tabel 2.1), maar omdat het beschouwde ingangsmateriaal voor slechts 10% uit asbest bestaat en chrysotiel asbest nooit in zuivere vorm voorkomt, wordt de resthoeveelheid van ca. 1% vocht verwaarloosd en niet meegenomen in deze LCA. Bovendien is ongeveer de helft van de asbestcementplaten in pandig (droog) verwerkt in de vorm van isolatieplaten en plafondplaten (IBET, maart 1999) en worden asbestcementplaten dubbel ingepakt, opgeslagen en getransporteerd naar de verwerkers.

Tabel 2.2; Samenstelling asbestcementplaten

SAMENSTELLING ASBESTCEMENTPLATEN (ETERNIET)	
Asbestcementplaten met 10% asbest in gewichtspercentages op droge stof	
SiO ₂	24,3
Al ₂ O ₃	3,5
Fe ₂ O ₃	1,8
MgO	4,7
CaO	63,5
Na ₂ O	2,2

(IBET, 1999)

3. VERWERKINGSALTERNATIEVEN EN REFERENTIE-INSTALLATIES

Asbest is een inerte stof die niet uitlooft. In principe kan het worden verwerkt op een gewone stortplaats, mits bij aanvoer en storten speciale maatregelen zijn getroffen om te voorkomen dat asbestdeeltjes in de lucht komen. Het in Nederland vrijkomende asbestcement worden momenteel gestort. Het merendeel op reguliere stortplaatsen en een beperkt deel als C₃-afval.

Asbestcementplaten worden ook regelmatig (in geringe hoeveelheden) aangetroffen in grond en puinfracties. Onduidelijk was of de grond en het puin dan nuttig mocht worden toegepast. Sinds kort wordt nuttige toepassing toegestaan als het asbestgehalte niet hoger is dan 10 mg/kg. Deze norm heeft betrekking op de categorie hechtgebonden asbest.

Het storten van asbestcementplaten is een laagwaardige verwerkmethode. Er wordt dan ook onderzoek gedaan naar alternatieve verwerkmethoden, met name thermische verwerkmethoden (thermische immobilisatie, pyrolyse/smelten).

Diverse smeltproeven zijn uitgevoerd in het kader van het onderzoeksprogramma T-2000. Daarbij is onder andere gebruik gemaakt van de pyrometallurgische smelter te Bestwig (Nordrhein-Westfalen), waarvoor Gibros-PEC de licentierechten bezit. North Refinery heeft concrete plannen ontwikkeld voor het realiseren van een pyrolyse-, vergassings- en smeltinrichting in Nederland voor diverse afvalstoffen, waaronder asbest. Asbestcementplaten zouden dan in een pyrometallurgische smelter van Gibros-PEC worden omgevormd tot een basaltachtig product, dat als categorie-1 bouwstof kan worden toegepast. Nog onzeker is of de plannen van North Refinery in Delfzijl zullen worden geëffectueerd. Mede tegen deze achtergrond zijn er plannen om, naast Delfzijl, ook in Groningen en Rotterdam een PEC-installatie te realiseren. Het MER voor de PEC-installatie in Groningen is inmiddels gereed (PEC Groningen, 2000).

In het kader van T-2000 zijn ook proeven uitgevoerd met het "Smelten van asbesthoudend afval en ontwikkelen van een waardevol eindproduct" (Ibet-1999). Centrale conclusie van dat onderzoek is dat een smeltinstallatie voor asbesthoudend afval op basis van een conventionele glasoven technisch en economisch haalbaar is. Inmiddels worden er, mede op basis van aanvullend onderzoek, voorbereidingen getroffen voor het realiseren van een pilotplant in Nederland met een capaciteit van ongeveer 25.000 ton/jaar. In die pilotplant zal asbesthoudend afval gecombineerd met zuiveringsslib in een standaard glassmeltoven (bij 1550°C) worden verwerkt tot een basaltachtig product (Ibet, 2000).

In het buitenland bestaan enkele kleinschalige plasma-ovens voor het smelten van asbest. De firma INERTAM uit Morcenx (Frankrijk) is benaderd voor informatie over de plasma-oven en de resultaten bij de verwerking van asbest. Er is echter slechts een beperkte hoeveelheid informatie ontvangen, zodat geen LCA betreffende dit verwerkingsalternatief kan worden uitgevoerd. Dit behoeft evenwel niet als een knelpunt te worden gezien, aangezien het hier om een smeltprocédé gaat en verwerking van asbestcementplaten door middel van smelten reeds wordt beschouwd in het alternatief "North Refinery/Gibros-PEC". Het verschil tussen de twee smeltalternatieven zit in de wijze van verhitten. Bij de plasma-oven wordt gebruik gemaakt van een "plasmatoorts". Dit type smeltoven wordt gekenmerkt door zeer hoge smelttemperaturen en relatief hoge verwerkingskosten en wordt om die reden minder kansrijk geacht. Gelet op het bovenstaande wordt de door INERTAM toegepaste verwerkingstechniek in hoofdstuk 8 slechts kort beschreven.

In Italië worden in een pilotplant proeven uitgevoerd met de zogenaamde 'Cordiam' keramiekttechnologie van de firma Ecotec (Cordiam, 1998; Oskam/ART, 2000). Oskam, ART, alsmede verschillende Italiaanse en Nederlandse instanties zijn benaderd met het verzoek informatie over deze (thermische immobilisatie) technologie en de operationele installaties te verstrekken. Ondanks herhaalde verzoeken is echter niet gereageerd, zodat het niet mogelijk is gebleken een LCA uit te voeren voor asbestverwerking middels de Cordiam-technologie. Bovendien blijkt het Cordiam-proces niet op praktijkschaal operationeel te zijn. De technologie wordt dan ook uitsluitend kort beschreven in hoofdstuk 6.

Een van de nieuwe technieken, waarmee recent op zeer kleine schaal is geëxperimenteerd, is het zogenaamde Tre-Se-Ne-Rie procédé. Bij deze techniek wordt asbest chemisch vernietigd door het op te lossen in natronloog (NaOH). Er kan nog niet worden gesproken van een bewezen techniek. De firma WATCO verwacht binnen 2 à 2,5 jaar in Nederland een proefinstallatie te kunnen realiseren. De resultaten van de experimenten in 1999 zijn ontvangen en verwerkt in hoofdstuk 7. Met betrekking tot de nog ontbrekende informatie zijn in overleg met de initiatiefnemer aannames gedaan, teneinde een LCA te kunnen uitvoeren. Tegen deze achtergrond wordt hier reeds opgemerkt dat uit de resultaten van deze LCA hooguit zeer voorzichtige conclusies kunnen worden getrokken.

Een andere nieuwe techniek betreft een thermochemisch verwerkingsproces, waarbij asbest(houdend) afval wordt gesinterd: het "Asbestos Conversion System"(ACS) van de Amerikaanse firma Asbestos Recycling Inc., verder aangeduid als ARI Technologies Inc. In dit proces wordt asbestafval eerst behandeld met chemicaliën en vervolgens verhit. Het eindproduct kan nuttig worden toegepast als categorie-1 bouwstof.

In de Verenigde Staten zijn drie mobiele installaties operationeel, die op locatie verschillende soorten asbestafval kunnen verwerken. In Europa bestaat belangstelling voor deze techniek. De Nederlandse firma Oskam Asbestverwijdering te Utrecht heeft het voornemen om in Nederland een vaste installatie te realiseren en heeft daarvoor het bedrijf Asbestos Recycling Technology (ART) opgericht.

Gelet op het voorgaande kunnen meerdere verwerkingsalternatieven voor asbestcementplaten worden onderscheiden. Overigens kunnen bij alle vier beschouwde alternatieven meerdere soorten asbest(afval), ook gemengd, worden verwerkt. Op dit moment is uitsluitend over de in tabel 3.1 vermelde alternatieven voldoende informatie beschikbaar om een LCA te kunnen uitvoeren.

Tabel 3.1; Overzicht verwerkingsalternatieven en referentie-installaties

VERWERKINGSMETHODEN	REFERENTIE-INSTALLATIES
Pyrolyse/smelten	Gibros-PEC-installatie
Oplossen in NaOH en verwarmen	Proef in voormalige EZH-centrale
Storten	Stortplaats Boeldershoek
Thermochemisch verwerken	ACS-installatie in Nederland (in voorbereiding)

Aan de keuze voor bovenstaande referentie-installaties liggen de volgende overwegingen ten grondslag. In Nederland zijn op dit moment (juni 2001) ten minste drie PEC-installaties voorzien, te weten in Delfzijl (North Refinery, MER, 1998), in Groningen (PEC Groningen, 2000) en op de Maasvlakte bij Rotterdam. De installatie in Delfzijl is reeds vergund en daarvan is ook de meeste informatie beschikbaar in de vorm van een uitgebreid MER. Het Tre-Se-Ne-Rie procédé is nieuw en de enige informatie is afkomstig van de proef in de voormalige EZH-centrale te Rotterdam. De keuze voor stortplaats Boeldershoek is ingegeven door het feit dat alle stortplaatsen waar asbest(cementplaten) wordt verwerkt, gehouden zijn aan de uniforme regels zoals vastgelegd in het Stortbesluit Bodembescherming (1995). Omdat er derhalve bij de uitvoering van die regels minie-

me onderlinge verschillen bestaan en van de exploitant van stortplaats Boeldershoek (Regio Twente) uitgebreide informatie is ontvangen, is gekozen voor deze stortplaats als referentie-inrichting. Het Asbestos Conversion System is nieuw en de enige informatie is afkomstig van de installaties in de Verenigde Staten.

4. UITGANGSPUNTEN EN SYSTEEMGRENZEN

Algemeen

In het totale afvalbeheertraject voor asbestcementplaten zijn diverse processen te onderscheiden. Het is niet altijd nodig om alle processen in de LCA-berekeningen mee te nemen. De LCA-berekeningen worden namelijk uitgevoerd om alternatieven onderling te vergelijken. In de procesbeschrijving zijn derhalve ook steeds systeemgrenzen aangegeven, waaruit blijkt welke processen wel en niet in de LCA-berekeningen worden opgenomen.

Zo vormen de acceptatiecriteria voor asbestcementplaten geen onderscheidend criterium. Voor de beschouwde alternatieven worden dezelfde acceptatiecriteria aangehouden, te weten:

- aanlevering alleen in gesloten verpakking (big-bags) door erkende asbestverwijderaars / inzamelaars;
- geen vermenging met overig bouw- en sloofafval;
- geen verontreiniging met andere afvalstromen.

Bij afvalverwerkingsprocessen kunnen secundaire grondstoffen ontstaan, die nuttig kunnen worden toegepast. In dergelijke gevallen is 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.

Big-bags

Bij de uitwerking van de onderscheiden verwerkingsalternatieven voor asbestcementplaten worden big-bags zowel de inputzijde (verbruik bedrijfsmiddelen) als aan de outputzijde (effecten bij en t.g.v. verwerking) buiten beschouwing gelaten, omdat deze geen onderscheidende criteria vormen. Dit uitgangspunt is gebaseerd op het volgende. Asbestcementplaten worden bij alle verwerkingsalternatieven in dezelfde soort big-bags aangeleverd. Het betreft big-bags ter grootte van een 16-kuubs container¹. De big-bags worden bij alle verwerkingsalternatieven meeverwerkt. Weliswaar zullen tussen de beschouwde verwerkingsalternatieven verschillen optreden bij de (milieu)ingrepen, maar die verschillen zullen marginaal zijn, aangezien:

- het aandeel big-bags per ton asbestcementplaten slechts 0,125% bedraagt: voor 16 ton asbest (= 1 vracht) is één big-bag nodig van ca. 20 kg, d.i. 1,25 kg per ton oftewel 0,125%;
- bij elk verwerkingsalternatief de effecten van het meeverwerken van big-bags ten opzichte van de effecten van de verwerking van de afvalstroom verwaarloosbaar klein zijn;

¹ Voor de andere opties dan storten, en met name voor de optie "oplossen in NaOH", is het niet zeker of de schaal-grootte van de voorbewerking inderdaad zal worden toegesneden op partijen van 16 ton ineens. Aan de andere kant komt het ook bij de optie storten voor dat er in kleinere hoeveelheden van 16 ton per vracht wordt gestort (formaat big-bag). De keuze om nu uit te gaan van 16 ton per vracht had dus net zo goed een kleinere kunnen zijn, maar de vergelijking zal daarmee niet wezenlijk veranderen. Essentieel is dat in alle vergeleken opties sprake zou kunnen zijn van dezelfde hoeveelheid big-bag per ton asbest.

- * Zo neemt de relatief geringe massa (c.q. het geringe volume) van de big-bags bij het storten van asbestcementplaten ten opzichte van het ruimtebeslag van één ton asbest een verwaarloosbare hoeveelheid ruimte in beslag;
- * Evenzo leidt, in geval van thermische verwerking (PEC Groningen, 2000) de beperkte hoeveelheid big-bags naar verwachting niet tot een (substantieel) hoger of lager energieverbruik. Deze verwachting is gebaseerd op het volgende. Big-bags worden vervaardigd uit polyamide (PA). De verbranding van PA in een AVI kost energie, omdat hulpbrandstoffen nodig zijn waarvan de energie-inhoud de energie-inhoud van PA overtreft. Vanwege het ontbreken van gegevens over de energiebalans van PA in een PEC-installatie en gezien de ongunstige situatie bij een AVI, is niet zeker of de PEC-installatie de warmte-inhoud van PA kan benutten (IVAM, 2001). Aangenomen wordt dan ook dat thermische verwerking van big-bags 'energieneutraal' plaatsvindt. Bovendien worden bij het alternatief pyrolyse/smelten (PEC Groningen, 2000) de onzekerheden ten aanzien van het energieverbruik bovendien al meegenomen in de gevoeligheidsanalyses. Dat zelfde geldt ook voor het alternatief oplossen in natronloog (Tre-Se-Ne-Rie).

Transportafstanden

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

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

Tabel 4.1; Gestandaardiseerde transportafstanden (km)

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

5. PYROLYSE/SMELTEN

5.1 Inleiding

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

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

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

5.2 Procesbeschrijving

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

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

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

Omdat asbest in de smelter niet tot productie van synthesesgas leidt en geen zwavel bevat, levert de verwerking van asbest geen bijdrage aan de processtappen I tot en met Q. Omwille van consistentie bij de beschrijving van dit verwerkingsalternatief bij andere afvalstromen worden alle processtappen hierna beschreven.

A. Transport asbestcementplaten

Asbestcementplaten worden per vrachtwagen aangevoerd naar de verwerkingsinrichting (circa 16 ton/vracht).

B. Opslag

De aangevoerde en verpakte asbestcementplaten worden in luchtdichte ruimten met geforceerde ventilatie opgeslagen. De asbest opslagruimten worden door sproeiers vochtig gehouden. Aan de ingangsstroom voor de shredderinstallatie wordt water toegevoegd. Het sproei- en proceswater wordt gerecirculeerd via een filter. Met deze maatregelen wordt de vorming van zwevend asbeststof voorkomen.

C. Verkleinen

De asbestcementplaten en het verpakkingsmateriaal worden verkleind in een shredderinstallatie, waarbij water wordt toegevoegd om stofvorming te voorkomen. Het materiaal wordt verkleind tot deeltjes < 5 mm en vervolgens afgevoerd naar de smelter. Bij het gehele interne transport is sprake van een onderdruksituatie. Het energiegebruik van deze procestap wordt, in combinatie met processtap E, geschat op 57,7 kWh per ton (zie paragraaf 5.5)

D. Mengen

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

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

Voor asbest is het in rekening brengen van een dergelijke flux niet aan de orde omdat deze afvalstroom van de betreffende componenten, hoewel niet in genoemde verhoudingen, in ruime mate bevat. In het kader van de gevoeligheidsanalyse wordt echter wel gekeken naar de invloed van deze keuze. Hiervoor wordt de toerekening van flux gebaseerd op het verwachte gemiddelde fluxgebruik van de totale installatie (ongeveer 10% van de asrest) en wordt voor asbest gerekend met toevoeging van zand (dit gelet op de verhouding Si/Ca in de asbestcementplaten).

E. Luchtfiltratie

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

F. Smelten

In de smeltreactor wordt het afval samen met brandstof (veelal andere afvalstoffen) en zuurstof aan de reactor toegevoegd. De brandstof wordt in de reactor met zuurstof vergast, waarbij de temperatuur in de reactor stijgt tot een niveau van circa 1450 °C. Daarbij smelten alle in het afval aanwezige mineralen en metaaloxiden. Het smeltergas bevat geen koolwaterstoffen maar uitsluitend componenten als $\text{CO}/\text{H}_2\text{O}$, CO_2/H_2 en eventuele verontreinigingen.

Organische verontreinigingen die met een afvalstroom in de smelter worden gevoerd worden tevens vergast en deels geoxideerd en hebben zo een positief effect op het overall energiegebruik dat nodig is voor het totale smeltproces. Voor asbest is dit echter niet aan de orde. Daar het toevoegen van zuurstof primair noodzakelijk is om het gaskraakproces goed te laten verlopen, en asbest geen bijdrage levert aan de vorming van synthesesgas, wordt aan asbest ook geen zuurstof toegerekend als bedrijfsmiddel.

De meeste metalen worden gereduceerd. Zware metalen, zoals lood, kwik, zink, antimoon, arseen, seleen en cadmium vervluchtigen, en worden met het synthesegas uit de reactor afgevoerd. Kwik en antimoon worden voor bijna 100% en zink, lood, cadmium, seleen en arseen worden voor grofweg 90% in het ruwe synthesegas afgevoerd. Deze vluchtige metalen worden (met uitzondering van kwik) afgevangen als metaalslib in de gasreiniging (zie onder processtap I). Voor asbest is dit, gelet op de samenstelling van de afvalstof, echter niet aan de orde.

De initiatiefnemer verwacht dat andere metalen, zoals ijzer, koper en zilver, indien in significante hoeveelheden aanwezig, een metalensmelt kunnen vormen die separaat kan worden gewonnen en vervolgens afgevoerd naar een schroothandelaar (ijzer) en de metaalindustrie (aluminium, koper, nikkel). Gezien het hoge afscheidingsrendement van metalen uit afvalstromen die het voorbewerkingsproces doorlopen, het hoge gehalte aan ijzer in het verkregen basalt, en de onzekerheid over het realiteitsgehalte van deze optie, wordt in dit MER echter niet van deze mogelijkheid uitgegaan. Voor asbest is dit overigens, gelet op de samenstelling van de afvalstof, echter sowieso niet aan de orde.

G. Transport slak

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

H. Nuttige toepassing slak

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

I. Wassen gas (deze stap is voor asbest niet relevant)

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

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

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

J. Transport metaalslib (deze stap is voor asbest niet relevant)

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

K. Nuttige toepassing metaalslib (deze stap is voor asbest niet relevant)

Het metaalslib wordt als grondstof ingezet in de metallurgische industrie.

L. Ontzwavelen gas (deze stap is voor asbest niet relevant)

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

M. Transport zwavel (deze stap is voor asbest niet relevant)

De verkregen elementaire zwavel wordt afgevoerd.

N. Nuttige toepassing zwavel (deze stap is voor asbest niet relevant)

Zwavel wordt nuttig toegepast.

O. Actiefkoolfilter (deze stap is voor asbest niet relevant)

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

P. Verwerking beladen actiefkool (deze stap is voor asbest niet relevant)

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

Q. Gebruik synthesegas (deze stap is voor asbest niet relevant)

Of het geproduceerde synthesegas op termijn ook extern kan worden afgezet is de vraag, maar in dit MER wordt uitgegaan van interne verwerking. Asbest draagt echter niet bij aan de gasproductie.

5.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

Voor de massabalans is relevant dat in dit MER van de in tabel 6.1 aangegeven verdeling is uitgegaan voor de verschillende componenten over de diverse productstromen. Deze tabel is afgeleid voor één specifieke afvalstroom (i.c. shredderafval) door het relateren van hoeveelheden toe te rekenen reststromen en daarin verwachte restconcentraties aan de samenstelling van het afval. Er wordt vanuit gegaan dat deze verdeling representatief is voor het gedrag van de betreffende componenten in de PEC-installatie, ook wanneer deze via een andere afvalstroom en in andere verhoudingen in de installatie worden gebracht.

Tabel 5.0a; Overzicht producten/reststoffen

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

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

Gelet op enerzijds de specifieke samenstelling van asbestcementplaten (zie tabel 2.2) en meer in het bijzonder het ontbreken van (zware) metalen, zwavel en water, en anderzijds de samenstelling van het te produceren synthetisch basalt dragen asbestcementplaten uitsluitend bij aan de vorming van de slak (synthetisch basalt) en níet aan de (separate) metalensmelt, het metaalslib en (elementair) zwavel. Er is hierbij vanuit gegaan dat de cementgebonden structuur van asbest betekent dat de bijdrage aan de stofemissie naar de lucht (voor de PEC als gemiddelde ongeveer 3400 g per ton verwerkt afval, zie tabel 5.0a) voor asbest verwaarloosbaar is.

Tabel 5.0b; Overzicht producten/reststoffen per ton asbestcementplaten

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
Synthetisch basalt	1 ton	--
TE VERWERKEN RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
	--	--

In het kader van de gevoeligheidsanalyse die zich richt op het toevoegen van flux moet tevens 10% aan minerale flux worden toegerekend, ofwel 100 kg zand (zie de procesbeschrijving in paragraaf 6.2, onder D). In die situatie komt de totale hoeveelheid basalt die ontstaat uit een ton straalgrit uit op 1100 kg/ton.

Ruimtebeslag

Het oppervlak van de PEC-inrichting bedraagt ca. 30.000 m². De totale doorzet van de hele installatie is 247 kton, waarvan 1 kton asbestcementplaten. Dat betekent over een periode van 100 jaar:

- 30.000 m² x 100 jr = 3 mln m² * jr
- 0,004 x 3 mln m² * jr = 12.000 m² * jr
- 1.000 ton/jr x 100 jr = 100.000 ton
- 12.000 m² * jr : 100.000 ton = 0,12 m² * jr per ton verwerkt asbest

Het fysiek ruimtebeslag bedraagt over een periode van 100 jaar 0,12 m² * jaar per ton verwerkt asbest.

5.4 Transport

In het beschouwde asbestbeheersalternatief vindt transport per as plaats van asbestcementplaten en van producten van de smelter-lijn. De te vervoeren producten van de PEC-installatie zijn divers. Omdat asbestcomponenten alleen worden teruggevonden in het synthetisch basalt, worden in deze LCA alleen de aanvoer van asbestcementplaten naar de PEC-installatie en de afvoer van synthetisch basalt naar marktpartijen in de bouwsector meegenomen (zie tabel 5.1).

Tabel 5.1; Hoeveelheden producten, bedrijfsmiddelen en reststoffen

	HOEVEELHEID	HOEVEELHEID I.H.K.V. DE GEVOELIGHEIDSANALYSE "WEL FLUX"
Asbestcementplaten	1 ton	1 ton
Zand(flux)	-	0,1 ton/ton
Synthetisch basalt	1 ton/ton	1,1 ton/ton

Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de transportvoertuigen worden berekend m.b.v. een proceskaart in de SimaPro-database. Daarbij wordt uitgegaan van de in tabel 5.2 vermelde transportafstanden (totaal km heen en terug). Tevens zijn per vracht de tonkilometers (tkm) weergegeven op basis van 1 ton asbest.

Verwacht wordt dat er in Nederland maximaal 5 PEC-installaties zullen worden gerealiseerd. Dit betekent dat voor de aanvoer van asbest is uitgegaan van een afstand van 75 km. Aangezien het synthetisch basalt waarschijnlijk op vele plaatsen (> 15) in Nederland nuttig kan worden toegepast, zijn hiervoor kortere transportafstanden aangehouden.

Eveneens zijn de vermeden transportafstanden voor zand opgenomen in het kader van de nuttige toepassing van basalt. Hierdoor hoeft immers geen zand te worden toegepast. Voor de aanvoer van ophoogzand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer, en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land. Daarnaast is de aanvoer van zand als bedrijfsmiddel in de tabel opgenomen. Dit zand, ook wel minerale flux genoemd, is noodzakelijk voor het smeltproces van de PEC-lijn. Voor de afstand is hier hetzelfde aangehouden als voor vermeden ophoogzand, daar de kwaliteitseisen voor dit zand niet zodanig kritisch zijn dat daarvoor alleen specifieke zandsoorten in aanmerking zouden komen

Voor het transport van asbestcementplaten wordt uitgegaan van 16 ton/vracht. Voor basalt, zand dat wordt ingezet als flux en het vermeden primaire zand is uitgegaan van 20 ton/vracht.

Tabel 5.2; Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	transportafstand (gemiddeld heen en terug)		
	Afstand	normale situatie (tkm)	gevoeligheidsanalyse "wel flux" (tkm)
Asbestcementplaten	75	75	75
zand (flux)	35 (as)	-	3,5
	50 (water)	-	5
Synthetisch basalt	35	35	38,5
Vermeden zand	35 (as)	35 (as)	38,5 (as)
	50 (water)	50 (water)	55 (water)

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

5.5 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

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

Energieverbruik en energieproductie PEC-installatie

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

Door de geïntegreerde verwerkingsopzet kan ook asbest worden verwerkt zonder dat hiervoor elektriciteit en/of aardgas aan het openbare net moet worden onttrokken. Asbest heeft echter geen energetische inhoud en levert derhalve geen bijdrage aan de vorming van synthesesgas. De verwerking van asbest kost dus energie. Voor een eerlijke vergelijking van verwerkingsalternatieven moet derhalve ook in het geval van de PEC in de LCA worden uitgegaan van een bepaald energieverbruik.

Met als richtwaarde een soortelijke warmte van ongeveer 1 kJ/kg*K vraagt het opwarmen van een ton asbest tot de temperatuur van 1450 °C ongeveer 1,45 GJ. Met de warmte voor het smelten er bij lijkt een energie van 1,6 GJ/ton een redelijke inschatting voor lab-condities. Voor de praktijkcondi-

ties van de PEC-installatie wordt, op basis van een rendement binnen de reactor van 65%, een energiebehoefte van 2,5 GJ/ton als inschatting aangehouden.

Deze energie voor het smelten van asbest in de PEC wordt in rekening gebracht op basis van het gebruik van externe energie van het gemiddelde Nederlandse elektriciteitsnet. In praktijk wordt deze energie geleverd door het verbranden van pyrolyseresidu van andere afvalstromen. Deze energie-inhoud van 2,5 GJ van het pyrolyseresidu van ander afval had anders via verbranden in gasmotoren ongeveer 0,63 GJ een elektriciteit opgeleverd² en door de gezamenlijke verwerking van dat andere afval met asbest wordt die nu niet aan het net geleverd. In de gevoeligheidsanalyse wordt derhalve ook de situatie bekeken waarin slechts 0,63 GJ/ton aan asbest wordt toegerekend³.

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

Daarnaast wordt voor de voorbereidingstappen (verkleinen, mengen en luchtfiltratie) een hoeveelheid elektriciteit verbruikt. Aangezien het MER voor de PEC-installatie ook daaromtrent geen concrete gegevens bevat, wordt uitgegaan van het elektriciteitsverbruik voor vergelijkbare processtappen bij thermochemische verwerking (zie hoofdstuk 10). Dit bedraagt circa 57,7 kWh per ton asbestcementplaten.

Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Voor de slak uit de smelter (het basaltachtige materiaal) geldt dat deze, getuige de gemeten uitloogwaarden van het synthetische basalt (zie tabel 5.5), als categorie-1 bouwstof kan worden toegepast, d.w.z. zonder bodembeschermende voorzieningen. Centrale doelstelling van de PEC-installatie is ook het produceren van categorie-1 bouwstof.

² De hoeveelheid energie die uit de hoogcalorische afvalstromen wordt behaald en uiteindelijk wordt afgezet naar het elektriciteitsnet varieert per afvalstroom. In het kader van deze gevoeligheidsanalyse wordt ervan uitgegaan dat het nettorendement voor de PEC-installatie op ongeveer 25% ligt (ofwel 25% van de warmte-inhoud van een afvalstof zou uiteindelijk afgezet kunnen worden als elektriciteit).

³ Het energieplaatje voor laagcalorische stromen als asbest met deze aanpak in de gevoeligheidsanalyse positief beïnvloed, door de benodigde energie in rekening te brengen op basis van in de reactor aanwezige pyrolysecokes. Dit wordt veroorzaakt doordat energie intern wordt gebruikt en daarmee zonder het rendementsverlies dat bij het omzetten in elektriciteit optreedt wordt benut. Voor afvalstromen die wel bijdragen aan de syngasproductie geldt iets vergelijkbaars. Iedere Joule energie die niet omgezet wordt in afzetbare energie (met een verlies van 75%) maar intern wordt benut bij het insmelten van inerte afvalstromen, betekent een besparing van die volledige Joule (zonder het rendementsverlies van 75%). Het ferro-meen afval met afval verwerken pakt dus voor beide soorten afval positief uit.

Lastig is te bepalen hoeveel van de energie-inhoud van deze brandbare afvalstromen niet als verstoikbaar gas vrijkomt maar wordt benut voor als interne energiebron. Om die reden is er in de standaardbeschrijving voor gekozen om de stromen los van elkaar te beschrijven. Voor inerte afvalstoffen wordt er dus standaard uitgegaan van extern te leveren energie en voor afvalstoffen die wel bijdragen aan de syngasproductie van benutting van energie-inhoud volledig via omzetting in afzetbare elektriciteit. In de gevoeligheidsanalyse wordt voor de inerte stromen ook de situatie van interne levering van energie in rekening gebracht door de benodigde energie voor het smelten te halveren. Voor de niet-inerte stromen wordt in het kader van de gevoeligheidsanalyse op eenzelfde wijze een variant in rekening gebracht waarbij de energieopbrengst niet wordt toegerekend via omzetting in afzetbare elektriciteit (rendement ongeveer 25%), maar voor de ten goede komt aan de verwerking van ander afval. Het is van belang te realiseren dat dit een uiterste situatie is die het beeld iets te positief voorstelt omdat in het PEC-concept als geheel een deel van het brandbare afval wel degelijk via syngas wordt omgezet in afzetbare elektriciteit

Ten behoeve van de LCA wordt aangenomen dat de slak, na verkleining in brokjes van 1-10 cm, volledig, d.w.z. 100% wordt ingezet als vervanger van zand in funderingslagen. De samenstelling van het synthetisch basalt verschilt van die van zand. Het energieverbruik bij het verkleinen wordt geraamd op 45 kWh per ton basalt, ofwel 45 kWh per ton asbestcement. In het kader van de gevoeligheidsanalyse "wel flux" betreft het 49,5 kWh per ton asbestcement.

Het energieverbruik (diesel) bij het aanbrengen van de slak als zandvervanger in funderingslagen wordt buiten beschouwing gelaten, omdat tegelijkertijd een zelfde verbruik bij het aanbrengen van zand wordt vermeden (zie ook hoofdstuk 4).

Vermeden energieverbruik

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

In tabel 5.3 is aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden energieverbruik wordt berekend met een standaardproceskaart uit de database van Sima-Pro. Aangenomen dat asbestcementplaten 1:1 in het synthetisch basalt terechtkomen en synthetisch basalt voor 100% de primaire grondstof zand vervangt, heeft het vermeden energieverbruik betrekking op 1 ton zand. In het kader van de gevoeligheidsanalyse "wel flux" betreft het 1,1 ton zand.

Tabel 5.3; Overzicht vervangen primaire grondstoffen

geproduceerde secundaire grondstof	vervangen primaire grondstof	
	normale situatie	gevoeligheidsanalyse "wel flux"
Synthetisch basalt	Zand (1 ton/ton)	Zand (1,1 ton/ton)

5.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

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

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwijdering reststoffen is niet van toepassing, aangezien in de eind-fase door de smelterlijn geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd.

Bedrijfsmiddelenverbruik PEC-installatie

De verschillende ingangsstromen voor de smelter worden dusdanig gemengd, dat echte hulpstoffen ('minerale flux' in de vorm van zand) alleen moeten worden ingezet indien de gewenste mix niet met de overige ingangsstromen kan worden bereikt. In feite dient de ene ingangsstof als hulpstof voor de andere conform het "waste-to-waste" principe. De gemiddelde flux over de hele installatie zal naar verwachting 10% van de asrest van de totale voeding zijn. Voor asbest wordt in de normale situatie niet gerekend met toe te rekenen flux en in het kader van de gevoeligheidsanalyse met 100 kg zand per ton te verwerken asbest.

Aan de vergasser en de smelter wordt zuurstof toegevoegd. Het zuurstofverbruik kan worden gerelateerd aan het gehalte brandbare stof in het afval. Aan asbestcementplaten (eterniet) hoeft derhalve geen zuurstofverbruik te worden toegerekend.

De gasreiniging verbruikt NaOH. Het natronloogverbruik kan gerelateerd worden aan het organisch chloorgehalte van de afvalstof. Aan asbestcementplaten (eterniet) hoeft derhalve geen natronloogverbruik te worden toegerekend.

Bij de opslag en het shredderen van asbestcementplaten wordt (sproei)water gebruikt om zwevend asbeststof te voorkomen. Het gebruikte water wordt gerecirculeerd via een filter, zodat het zeer beperkte waterverbruik verder buiten beschouwing wordt gelaten.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

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

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In tabel 5.3 is reeds aangegeven dat in dit geval per ton asbest, door de toepassing van het basalt, een ton primair zand wordt vermeden. Het milieu-effect van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt berekend met een standaardproceskaart uit de database van SimaPro.

5.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

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

De emissies van de PEC-installatie

Uit de procesbeschrijving in paragraaf 5.2 blijkt dat rekening moet worden gehouden met emissies naar lucht en water. Emissies naar bodem vinden normaliter niet plaats. Door bodembeschermende maatregelen en voorzieningen wordt de kans op bodemverontreiniging verwaarloosbaar klein geacht.

Emissies naar lucht

In dit kader wordt onderscheid gemaakt in

- (1) emissies van stof en metalen,
- (2) componentgebonden luchtmissies via gebruik van syngas (SO₂, HCl, HBr, etc.),
- (3) procesgebonden emissies via gebruik van syngas (CO, NO_x, N₂O), en
- (4) emissie van CO₂

Ad. 1

Zoals eerder aangegeven wordt er voor asbest vanuit gegaan dat de bijdrage aan de emissie van stof nihil is (zie paragraaf 5.3) en gelet op de samenstelling van asbest zal ook geen sprake zijn van toe te rekenen emissies van metalen naar de lucht. In de gevoeligheidsanalyse "wel flux" wordt echter per ton asbest ook 100 kg los zand in de reactor gebracht. Hoewel asbest zelf geen aanleiding geeft tot vorming van gas kan er wel een hoeveelheid van de toe te rekenen flux vervliegen die met het gas van brandstoffen of andere afvalstoffen wordt meegevoerd. Voor de emissies hiervan naar de lucht wordt uitgegaan van de balans zoals weergegeven in tabel 5.0a. Hetgeen concreet betekent dat in de gevoeligheidsanalyse "wel flux" een emissie van 1,0 g fijn stof aan asbest wordt toegerekend.

Ad. 2 t/m 4

Gelet op de samenstelling van asbest zijn deze emissies niet aan de orde.

Emissies naar water

Er vindt geen emissie naar water plaats van asbestcomponenten. Het sproei- en proceswater uit de asbestruimten wordt gerecirculeerd via een filter, waarmee het asbest wordt verwijderd. Na afloop van het verwerken van een partij asbest worden alle ruimten gereinigd. Het daarbij gebruikte spoelwater wordt eveneens via een filter afgevoerd voor hergebruik. Al het afgewerkte filtermateriaal wordt verwijderd als asbestcementplaten en aan de ingangsstroom voor de PEC-installatie toegevoegd.

De smelter-lijn produceert verder de volgende afvalwaterstromen:

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

De verwerking van asbestcementplaten staat los van de droging van slibben, zodat emissies via afvalwaterstroom a) voor asbest niet in rekening behoeven te worden gebracht. De emissies via de afvalwaterstromen b) en c) zijn het gevolg van de productie van synthesesgas. De verwerking van asbestcementplaten draagt niet bij aan de vorming van synthesesgas, zodat ook deze emissies via afvalwater niet aan asbestverwerking worden toegerekend.

De emissies bij de verwijdering van reststoffen

Is niet van toepassing, aangezien in de eindfase door de smelterlijn geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd. Slak kan namelijk als synthetisch basalt nuttig worden toegepast.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Zoals eerder aangegeven bevatten asbestcementplaten geen zware metalen zodat eventuele uitlosging uit het basalt in ieder geval niet aan asbest hoeft te worden toegerekend.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In tabel 5.3 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen, namelijk zand (1 ton/ton c.q. 1,1 ton in het kader van de gevoeligheidsanalyse). De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met een standaard proces uit de databases in SimaPro.

De geïntegreerde afvalverwerkingsinrichting van North Refinery produceert tevens extern afzetbaar syngas, zodat ook sprake is van de productie van een secundaire brandstof. Emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire brandstoffen kunnen derhalve als een negatieve milieu-ingreep in de LCA worden toegerekend. Echter, omdat asbestcementplaten geen bijdrage aan de productie van syngas leveren, worden genoemde vermeden emissies niet in de LCA meegenomen.

6. CORDIAM-TECHNOLOGIE

6.1 Procesbeschrijving

In 1994 heeft het Instituut voor de behandeling van mineralen van het CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche/Nationale Raad voor Onderzoek van de universiteit van Rome) het octrooi Cordiam gedeponneerd. Het is een transformatieproces van asbest; asbestcementplaten worden gemengd met klei in een verhouding van 40% - 60% en verhit tot een temperatuur tussen de 650 en 950 °C. Bij deze temperaturen wordt het asbest omgezet in cordiriet.

Het proces komt overeen met de natuurlijke vorming van mineralen. Het omzettingsproces verloopt snel en is getest op meer dan 100 verschillende asbesthoudende materialen, m.u.v. de pure asbestsoorten. De nieuwe producten zijn volledig vrij van asbestvezels. De vezels maken plaats voor gedrongen, zuilachtige structuren die niet meer kunnen worden ingeademd, niet toxisch zijn (zo gedefinieerd door de International Association of Research on Cancer, IARC) en worden in de keramische industrie gebruikt. Vandaar dat het Cordiam-procédé ook wordt aangeduid als "keramiektechnologie".

In wezen betreft deze technologie thermische immobilisatie met een specifieke toepassing. Het eindproduct bestaat uit drie soorten keramiek. De soorten die beschikken over een hoge vuurvastheid kunnen als glazuur dienen of worden verwerkt tot plavuizen. Het vuurvaste materiaal ontstaat uit cordiriet en sporen mullie en olivien. Het cordiriet zelf vindt onder meer toepassing in katalytische filters voor de industrie. Behandeling van gemengd asbestafval, waaronder asbestcementplaten, -panelen en gespoten isolatie, levert glazuurproducten op. Het plavuizenmateriaal komt voort uit eterniet en andere producten uit asbestcement.

Het proces is gekocht door het Italiaanse bedrijf Ecotec Srl. Op dit moment voert deze firma, gesponsord door het CNR, proeven uit in een pilotplant. De verwerkingskosten zouden tussen de 200 en de 230 Euro per ton liggen, aldus schriftelijke informatie van de firma Oskam/ART (Oskam/ART, 2000).

6.2 Informatie ten behoeve van LCA

Bovenstaande informatie is afkomstig uit (Cordiam, 1998; Oskam/ART, 2000). Met betrekking tot de Cordiam-technologie en de firma Ecotec zijn zowel het bedrijf zelf als verschillende Italiaanse en Nederlandse instanties benaderd met het verzoek om nadere informatie over het proces en de proefinstallatie. Ondanks herhaalde verzoeken hebben deze niet gereageerd en is ook geen aanvullende informatie ontvangen. Informatie over energieverbruik, emissies e.d. kan derhalve niet worden gepresenteerd. Omdat er daarnaast nog geen sprake is van een (commercieel) bewezen techniek, wordt deze verwerkingsmethode niet als alternatief meegenomen in deze LCA-vergelijking.

7. OPLOSSEN IN NATRONLOOG

7.1 Inleiding

In januari 1999 zijn in de voormalige EZH-centrale in de Waalhaven te Rotterdam verschillende experimenten uitgevoerd met een nieuwe techniek voor de verwerking van asbest: het zogenaamde Tre-Se-Ne-Rie procédé. Bij de proef waren de volgende bedrijven betrokken: WTB Waste Technology Belgium, Hydrinn, Terlouw Recycling (thans Watco), Holland Innovation Team, Tauw en Senter.

Het Tre-Se-Ne-Rie procédé vernietigt asbestvezels in een oplossing van natronloog (NaOH). Onder deze condities wordt de naaldstructuur, het eigenlijke gevaar van asbestvezels, onschadelijk gemaakt. De output bestaat uit een 'brei' van vaste producten en de reactievloeistof. De vaste producten betreffen een mengsel van basische mineralen, die als grondstof zouden kunnen dienen voor bijvoorbeeld de keramische industrie of voor vuurvaste toepassingen. Het merendeel van de reactievloeistof kan na filtratie en upgradering opnieuw in het proces worden gebruikt.

Het Tre-Se-Ne-Rie procédé berust op het principe van vernietiging van asbestvezels door middel van een thermisch/chemische. Het relatief lage temperatuurniveau (220 graden Celsius) waarbij het proces plaatsvindt, vergt minder energie (in vergelijking tot echte thermische verwerking), hetgeen gunstig is voor het kostenniveau. Middels dit procédé kunnen praktisch alle soorten asbest verwerkt worden. Bij het experiment in 1999 zijn, bij afwijkende procescondities, 15 afzonderlijke experimenten uitgevoerd met vijf asbesthoudende materiaalsoorten, t.w. asbestcementplaten (eterniet), isolatie-asbest van stoomleidingen, papierasbest, asbesthoudende coating uit schoorstenen en asbesthoudende (nieuwe) remvoeringen.

Gezien het experimentele karakter van de proef kan nog niet worden gesproken van een bewezen techniek. Wel heeft de firma Watco inmiddels een pilotplant (met een geraamde verwerkingscapaciteit van 1.000 ton/jaar) voor het Tre-Se-Ne-Rie procédé in voorbereiding. Het testen van de pilotplant, de engineering en de vergunningaanvraag van de definitieve installatie dienen binnen 2 à 2,5 jaar gereed te zijn. Het verwerkingstarief wordt thans ingeschat op 200 Euro met een bandbreedte van plus of min 90 Euro (Watco, 2001).

De resultaten van de in 1999 gehouden experimenten zijn verwoord in het 'Onderzoek naar de verwerking van asbest met Tre-Se-Ne-Rie' (Tre-Se-Ne-Rie, 1999). Decentrale conclusie van dat rapport luidt: *"De proefnemingen hebben aangetoond dat met het Tre-Se-Ne-Rie procédé de verschillende onderzochte asbestsoorten volledig zijn te vernietigen. Na afloop van de reacties blijven mengsels met minerale bestanddelen over, die in principe tot grondstof zijn op te werken"*. De hierna volgende beschrijving van het proces en de gegevens in de daarop volgende paragrafen zijn gebaseerd op laatstgenoemd rapport en de resultaten van het experiment met de verwerking van (chrysotiel bevattend) asbestcement.

Ter nuancering van de in dit MER opgenomen procesbeschrijving en resultaten worden bij de experimenten en de resultaten daarvan de volgende kanttekeningen geplaatst.

In de eerste plaats zijn met asbestcement in totaal vier experimenten uitgevoerd. Elk experiment vond onder andere procescondities plaats; de gevarieerde parameters betreffen ondermeer de deeltjesgrootte, de soort asbest, de concentratie natronloog, de reactietijd, en de reactietemperatuur. Omdat uit de verschillende experimenten bleek dat asbestcement het best oplost als het

- (a) wordt fijn gemalen (0 - 0,5 cm) en
- (b) onder 'standaard' procescondities (220°C, 77% NaOH, 60 min. reactietijd) wordt verwerkt,

zijn de resultaten van dat bewuste experiment onder dié condities hieronder weergegeven.

In de tweede plaats was dat betreffende experiment echter dusdanig kleinschalig (130 gram) dat extrapolatie leidt tot gegevens met een forse mate van onzekerheid. Ook zijn de procesbeschrijving en gegevens niet volledig. Zo ontbreekt veel, voor deze LCA noodzakelijk, cijfermateriaal. Ten derde is niet bekend welke aanvullende bewerkingsstappen nodig zijn om het eindproduct, de basische mineralen, die nog ca. 20% van de gebruikte hoeveelheid natronloog bevatten, nuttig te kunnen toepassen.

De thans ontbrekende gegevens, procesparameters en cijfers zullen volgens de initiatiefnemer ook niet eerder vrijkomen dan na realisatie van de pilotplant. Doel van de pilotplant is juist om de procesparameters in beeld te brengen en dus de engineering van de definitieve plant te kunnen realiseren. Om toch een LCA te kunnen uitvoeren, is in overleg met de initiatiefnemer een aantal aannames gedaan, die in de gevoeligheidsanalyses nader zullen worden onderzocht. Desalniettemin kunnen, zoals in hoofdstuk 3 reeds aangegeven, uit de resultaten van deze LCA hooguit zeer voorzichtige conclusies kunnen worden getrokken.

7.2 Procesbeschrijving

De volgende processtappen kunnen worden onderscheiden..

A. Transport

Asbestcementplaten worden verpakt aangevoerd per vrachtwagen (circa 16 ton/vracht).

B. Opslag

Het verpakte asbest wordt in een hal opgeslagen.

C. Verkleinen

Om tot volledige afbraak van de chrysotiel asbestvezels te komen, wordt het hechtgebonden asbestcement in een speciale shredderinstallatie geleid, waar het asbest en het verpakkingsmateriaal wordt vermalen tot deeltjes van maximaal 5 cm groot. Terzijde wordt opgemerkt dat niet-hechtgebonden asbest(afval) niet wordt verkleind.

D. Aanmaken natronloog

Natrets (NaOH in vaste vorm) wordt opgelost in water in een verhouding van 30% natrets / 70% water en in een aparte voorbereidingstank (exotherm) verwarmd tot circa 160°C. Terzijde wordt opgemerkt dat in de pilotplant aanvullende testen zullen worden uitgevoerd met lagere concentraties natronloog. Het verwarmen geschiedt om het oplossen van de asbestvezels in de reactor te versnellen en daarmee ook de reactietijd.

E. Oplossen

Vervolgens wordt het asbestcement in de reactor gebracht. Daarna wordt het natronloog in de reactor (autoclaaf) gebracht. De reactor (autoclaaf) is een draaiend vat dat extern wordt verhit en is geplaatst op een rollenbank onder een lichte helling. Rotatie gebeurt (op de toegepaste schaal in het experiment) door aandrijving met een ketting. Ter bevordering van de menging zijn aan de binnenwand van de reactor ook kettingen aangebracht, die door de rotatie het mengsel roeren.

De reactor wordt indirect aan de buitenkant verwarmd tot 220°C. De reactietijd voor harde asbestproducten (asbestcement) is vastgesteld op 60 minuten; voor zacht asbest (b.v. spuitasbest) 'slechts' 35 minuten. Dat verschil is een gevolg van de aanwezigheid van cement, waardoor het asbest niet direct toegankelijk is voor natronloog. Door de reactie ontstaat in de reactor een druk van 3 à 3,5 bar. Na 60 minuten wordt de warmtetoevoer stopgezet en wordt de reactor geleegd.

F. Filtratie

Na behandeling in de reactor wordt de nog warme vloeistof (slurry) die de opgeloste producten bevat, overgebracht in een filterpers, alwaar de vloeibare en vaste bestanddelen worden gescheiden.

G. Recirculatie

Het merendeel van de vloeibare bestanddelen keert na filtratie terug in de voorbereidingstank om, na upgrading met natronloog tot de gewenste concentratie, voor de volgende behandeling weer in het proces te worden gebracht. Een klein gedeelte, dat niet terstond nodig is, blijft in een separate buffertank en wordt ingebracht indien nodig. En het restant komt in het eindproduct terecht (zie hierna).

H. Kristallisatie

De vaste bestanddelen worden opgevangen in een apart vat, waarna het afkoelt en door de aanwezigheid van een overmaat aan natronloog uitkristalliseert in het eindproduct, een mengsel van basische mineralen.

I. Neutralisatie

Aangezien het eindproduct nog 20% van de gebruikte hoeveelheid natronloog bevat, moet het natronloog naar verwachting geneutraliseerd worden. Er zijn mogelijk afzetkanalen, waar de aanwezigheid van natronloog mogelijk en/of wenselijk is, waardoor de neutralisatiestap kan vervallen. Dit zal in de pilotplant nader worden onderzocht. In het kader van deze LCA wordt echter wel uitgegaan van een neutralisatiestap door middel van wassen met behulp van een zoutzuuroplossing, gevolgd door een thermische droogstap. Een en ander impliceert extra verbruik van energie en bedrijfsmiddelen en extra emissies. In de gevoeligheidsanalyse zullen mogelijke variaties in allerlei benodigde hoeveelheden energie, bedrijfsmiddelen en emissies worden aangebracht (zie volgende paragrafen).

J. Transport

Het eindproduct na filtratie bestaat uit basische mineralen, bevat geen (chrysotiele) asbestvezels meer en wordt afgetransporteerd.

K. Nuttige toepassing producten

Deze mineralen kunnen mogelijk dienen als grondstof voor de keramische industrie (verwerking in geglazuurd aardewerk, vloeren e.d.) of voor vuurvaste toepassingen. Aangezien er geen verlies van asbestcomponenten plaatsvindt, wordt aangenomen dat deze volledig (100%) worden omgezet in het eindproduct.

7.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

Van het experiment met asbestcement zijn summiere gegevens bekend betreffende het uitgangsmateriaal, de procescondities en de samenstelling van het eindproduct. Ofschoon geen sluitende massabalans kan worden opgesteld, worden de gegevens van de proef hieronder wel gepresenteerd.

Inputstroom

De in het experiment gebruikte asbestcementplaten betreffen harde cementplaten, bestaande uit een gehalte van 15-50% (m/m) aan chrysotiel en het overige gedeelte uit cement. Exactere gegevens over de samenstelling van het uitgangsmateriaal in bewust experiment zijn niet voorhanden. In hoofdstuk 2 is de samenstelling gegeven van asbestcementplaten met 10% asbest in gewichtsperecentages op droge stof. Vanwege enerzijds het lagere gehalte aan asbest en anderzijds het restant aan natronloog dat in het product achterblijft kan laatstgenoemde samenstelling niet zonder meer worden gebruikt. Evenzogoed correspondeert de samenstelling van de inputstroom (hoofdstuk 2) redelijk met de samenstelling van het eindproduct (zie tabel 7.1).

Samenstelling residu

Na afloop van de experimenten zijn deelmonsters van het eindproduct genomen en onderzocht op asbest en samenstelling, en is tevens het (rest)gehalte natronloog bepaald. In tabel 7.1 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven en afgezet tegen de geschatte⁴ samenstelling van het uitgangsmateriaal (input).

Tabel 7.1; Samenstelling inputstroom en residu (in gewichts %)

COMPONENTEN	INPUT ³	OUTPUT
SiO ₂	24,3	25
Al ₂ O ₃	3,5	6
Fe ₂ O ₃	1,8	6
MgO	4,7	9
CaO	63,5	54
Na ₂ O	2,2	-
Totaal	100	100
Gehalte NaOH	-	20
Asbestgehalte	10	nihil (asbestvezels)

De in tabel 7.1 zichtbare afwijkingen tussen input en output kunnen worden verklaard door het verschil in de gehalten aan (chrysotiel) asbest in het inputmateriaal (10%, zie tabel 2.2) versus 15-50% (tijdens experiment), en het restant aan natronloog dat in het product achterblijft.

Tabel 7.2 bevat een overzicht van de hoeveelheden en soorten producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van één ton asbestcementplaten. Daarbij is er van uitgegaan dat het eindproduct (basische mineralen) door de neutralisatie- en droogstap geen natronloog meer bevat.

⁴ Het betreft hier de samenstelling van tabel 2.2 van het rapport en dus niet de exacte samenstelling zoals die in het betreffende experiment is gehanteerd. Hierdoor is de balans op componentniveau dus niet geheel sluitend. Voor de uitkomst van de LCA-vergelijking maakt dat echter niet uit.

Tabel 7.2; Overzicht producten/reststoffen per ton asbestcementplaten

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
Basische mineralen	1 ton	--
TE VERWERKEN RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST (IN KG)	TE STORTEN
	--	--

Ruimtebeslag

Aangenomen dat:

- de gehele pilot installatie 250 m² groot zal zijn;
- de capaciteit 1.000 ton/jaar zal bedragen;
- de helft van het aanbod zal bestaan uit asbestcementplaten.

Dat betekent over een periode van 100 jaar:

- 250 m² x 100 jr = 25.000 m² * jr
- 0,5 x 25.000 m² * jr = 12.500 m² * jr
- 500 ton/jr x 100 jr = 50.000 ton
- 12.500 m² * jr : 50.000 ton = 0,25 m² * jr per ton verwerkt asbestcement

Het fysiek ruimtebeslag per ton verwerkte asbestcementplaten bedraagt over een periode van 100 jaar 0,25 m² * jaar.

Vanwege het ontwikkelingsstadium waarin dit verwerkingsalternatief zich thans nog bevindt, is (in overleg met de initiatiefnemer) bepaald dat in de gevoeligheidsanalyse een grote variatie van + en – 60% wordt aangehouden. Dit betekent dat in de gevoeligheidsanalyses gerekend zou kunnen worden met een installatieoppervlakte van 100 m² respectievelijk 400 m². Omgerekend bedraagt het ruimtebeslag dan 0,1 respectievelijk 0,4 m² * jaar per ton verwerkt asbest. Dit wordt gedaan wanneer de scores voor biodiversiteit of life-support in de weegvormen 1 of 3 meer dan 10% van de totaalscore van deze verwerkingsoptie bepaalt.

7.4 Transport

In het beschouwde asbestverwerkingsalternatief vindt transport per as plaats van asbestcementplaten en van het eindproduct van de Tre-Se-Ne-Rie installatie (zie tabel 7.3). Ten aanzien van het eindproduct, de basische mineralen, geldt dat 1 ton asbestcementplaten in zijn geheel in het eindproduct komt.

Vanwege de vele onzekerheden omtrent deze nieuwe techniek en het ontbreken van gegevens betreffende een (economisch) optimale bedrijfsomvang/capaciteit, wordt verwacht dat er minder dan 5 installaties in Nederland worden gerealiseerd (zie tabel 4.1).

In tabel 7.3 zijn naast de transportafstanden ook de tonkilometers (tkm) per vracht weergegeven uitgaande van 1 ton asbestcementplaten. Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de transportvoertuigen worden berekend m.b.v. een proceskaart in de SimaPro-database.

Eveneens is het transport voor de vermeden toepassing van primair zand opgenomen omdat met de toepassing van cement de aanvoer van zand van win- of opbulklocatie wordt vermeden. Voor de aanvoer van ophoogzand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land.

Voor het transport van de in tabel 7.3 asbestcementplaten wordt uitgegaan van 16 ton/vracht. Voor het vermeden zand en de gevormde basische mineralen wordt uitgegaan van een belading van 20 ton/vracht. Voor natrets en zoutzuur wordt 10 ton/vracht aangehouden.

Tabel 7.3; Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	TRANSPORTAFSTAND (GEMIDDELD HEEN EN TERUG)	
	Afstand	tkm
Asbestcementplaten	75	75
Natrets	75	3,75
Zoutzuur	75	15,75
Basische mineralen	35	35
Vermeden zand	35 (as) 50 (water)	35 (as) 50 (water)

7.5 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik van de Tre-Se-Ne-Rie-installatie;
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen;
- het vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Energieverbruik bij verwijdering reststoffen is niet van toepassing, aangezien door de Tre-Se-Ne-Rie-installatie geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd. De vrijkomende basische mineralen uit de filterpers kunnen naar verwachting namelijk nuttig worden toegepast.

Energieverbruik Tre-Se-Ne-Rie-installatie

Het energieverbruik tijdens de proeven bedroeg 0,342 kWh per kg afval, dat is 342 kWh/ton. Uitgaande van de voorgenomen schaalvergroting en een efficiëntere bedrijfsvoering wordt door Watco uitgegaan van een besparing van 25%. Omgerekend komt dat neer op 256,5 kWh/ton per ton. Het energieverbruik betreft de gehele Tre-Se-Ne-Rie installatie en is gebaseerd op het verbruik tijdens de kleinschalige proeven. Daarom wordt in de gevoeligheidsanalyse gerekend met een energieverbruik van + en – 20% i.c. 307,8 kWh en 205,2 kWh per ton asbestcementplaten. In de gevoeligheidsanalyse wordt de variatie in het energiegebruik van de installatie respectievelijk het drogen gecombineerd.

Energieverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit het Tre-Se-Ne-Rie procédé kan worden gesteld dat zij niet gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen. Immers de basische mineralen bevatten bij de proeven nog ca. 20% natronloog (zie tabel 7.1). Thans is echter niet bekend welke aanvullende bewerkingsstappen noodzakelijk zijn en welke milieugevolgen die hebben. Als aanname wordt uitgegaan van een extra bewerkingsstap 'neutraliseren' (wassen en drogen).

Het energieverbruik van deze bewerkingsstappen wordt tezamen geschat op 10% van het verbruik van de Tre-Se-Ne-Rie installatie, d.i. 25,7 kWh/ton. In de gevoeligheidsanalyse waarin het energiegebruik van de installatie wordt gevarieerd met + en – 20% (zie hiervoor) wordt zekerheidshalve ook de energie die nodig is voor het nabehandelen meegevarieerd, ofwel wordt gerekend met 30,8 kWh respectievelijk 20,5 kWh per ton asbest.

Daarnaast kan de hoeveelheid energie die nodig is voor de nabehandeling niet los worden gezien van de variatie van de onzekerheden in de hoeveelheid uit te wassen loog, omdat meer of minder

loog in het product na uitwassing ook betekent meer of minder drogen. In de gevoeligheidsanalyse die zich richt op dat aspect (zie onder "bedrijfsmiddelengebruik van de installatie" in paragraaf 7.6) wordt de benodigde energie voor het nabehandelen in dezelfde verhoudingen (100/175 respectievelijk 250/175) medegevarieerd. Er wordt daar dan dus gerekend met 14,7 kWh respectievelijk 39,3 kWh per ton asbest.

Vermeden energieverbruik

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

In tabel 7.4 is aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden energieverbruik wordt berekend met een standaardproceskaart uit de database van Sima-Pro.

Tabel 7.4; Overzicht vervangen primaire grondstoffen

GEPRODUCEERDE SECUNDAIRE GRONDSTOF	VERVANGEN PRIMAIRE GRONDSTOF
Basische mineralen	Silicium / zand (1 ton/ton)

Zoals in paragraaf 7.2 al aangegeven, wordt al het asbestafval vernietigd en volledig omgezet in het eindproduct: basische mineralen.

7.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

- het verbruik van de Tre-Se-Ne-Rie-installatie;
- het verbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen;
- het vermeden verbruik door de productie van secundaire grondstoffen.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij verwijdering reststoffen is niet van toepassing, aangezien de Tre-Se-Ne-Rie-installatie geen te verwijderen reststoffen produceert.

Bedrijfsmiddelenverbruik Tre-Se-Ne-Rie-installatie

In het Tre-Se-Ne-Rie procédé worden relatief grote hoeveelheden natronloog toegepast: gemiddeld 875 kg natronloog(oplossing) per ton asbestcementplaten. Omdat natronloog na filtratie en upgrading opnieuw kan worden gebruikt, maar het eindproduct ook een bepaald gehalte aan natronloog bevat (zie tabel 7.1), wordt ten behoeve van deze LCA aangenomen dat per ton inputmateriaal 20% van de gebruikte hoeveelheid natronloog wordt verbruikt, dat is netto 175 kg natronloog(oplossing) per ton asbestcementplaten. Bij een verhouding van 30% natrets met 70% water komt dat per ton inputmateriaal neer op een verbruik van (afgerond) ca. 50 kg. NaOH respectievelijk 125 liter water. Mede omdat er ook in de pilotplant geëxperimenteerd zal worden met verschillende hoeveelheden natronloog(oplossing), zal in de gevoeligheidsanalyse het verbruik van NaOH worden berekend met:

- 100 kg/ton, d.w.z. 30 kg. NaOH en 70 liter water;
- 250 kg/ton, d.w.z. 75 kg NaOH en 180 liter water.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing secundaire grondstoffen

Ten aanzien van de secundaire grondstoffen uit de Tre-Se-Ne-Rie-installatie wordt aangenomen dat zij in de toekomst gelijkwaardig zijn aan de uitgespaarde primaire grondstoffen, zodat de milieu-ingrepen van nuttige toepassing buiten beschouwing kunnen blijven. Het eindproduct bevat thans echter nog 20% natronloog, dat mogelijk geneutraliseerd moet worden met behulp van een zoutzuuroplossing conform de volgende reactie:

$$(\text{Na}^+ + \text{OH}^-) + (\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-) = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$$

Er zijn misschien afzetkanalen, waar de aanwezigheid van natronloog mogelijk en/of wenselijk is, waardoor de neutralisatiestap kan vervallen. Dit zal in de pilotplant nader worden onderzocht. In het kader van deze LCA wordt echter wel uitgegaan van een neutralisatiestap.

Aangenomen dat:

- 1 ton asbestcementplaten in 1 ton eindproduct terecht komt;
- het eindproduct uit 1 ton basische mineralen en 175 kg (20%) natronloog (50 kg NaOH op 125 liter water) bestaat;
- het zoutzuur bestaat uit een mengsel van 70% water en 30% van een (commercieel) verkrijgbare zoutzuuroplossing met een HCl-concentratie van 36% (11,6 mol/l). De zoutzuuroplossing weegt 1,18 kg/l en met 36% betekent dat 424 g HCl per liter;
- per wassing circa 435 mol H^+ wordt ingezet ($125 \text{ l} \times 30\% \times 11,6 \text{ mol/l}$);
- alle loog na drie wassingen is geneutraliseerd en een vierde wassing met water kan plaatsvinden (om het restant zuur te verwijderen) ...

... dan bedraagt het verbruik aan HCl 47,7 kg per ton ($3 \times 125 \times 424 \text{ g/l} \times 30\%$) en het waterverbruik 459 liter per ton ($3 \times 125 \times 70\% + 3 \times 64\% \times 30\% \times 125 \text{ l} + 125 \text{ l}$).

Aangezien in de gevoeligheidsanalyse de hoeveelheid natronloog wordt gevarieerd – en er derhalve meer loog dient te worden geneutraliseerd – dient ook de hoeveelheid zuur (HCl) mee te variëren. Uitgaande van een lineair verband wordt bij een verbruik van 30 kg natronloog 28,6 kg. HCl en 262 liter water per ton verbruikt; en bij een verbruik van 75 kg natronloog wordt dat 72 kg HCl en 655 liter water per ton asbest.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

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

In tabel 7.4 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt berekend met een standaard-proceskaart uit de database van SimaPro.

7.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

- de emissies van de Tre-Se-Ne-Rie-installatie;
- de emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen;
- de vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen.

Emissies bij de verwijdering van reststoffen treden niet op, aangezien het Tre-Se-Ne-Rie procédé naar verwachting geen te verwijderen reststoffen genereert. De basische mineralen kunnen nuttig worden toegepast.

Emissies Tre-Se-Ne-Rie procédé

Emissies naar lucht

Het Tre-Se-Ne-Rie procédé veroorzaakt geen emissies naar de atmosfeer:

- asbestcementplaten wordt dubbel ingepakt aangeleverd en opgeslagen;
- verkleinen geschiedt in een speciale (gesloten) shredderinstallatie;
- de oplossing in de voorbereidingstank blijft onder het kookpunt (170°C) en veroorzaakt geen dampen;
- bij het openen van het ventiel van de reactor duwt de druk de vloeistof in een warmtewisselaar. De vloeistof wordt gepompt naar de ingang van de filterpers. Daarbij komen geen dampen vrij;
- de reactor is voorzien van een ventiel die de dampen in de buffertank als vloeistof in omloop brengt.

Voor de te realiseren (pilot) plant wordt uitgegaan van voorverkleining in een speciale shredderinstallatie en een gesloten voedingssysteem van de reactor d.m.v. schroef.

Emissies naar water

Het Tre-Se-Ne-Rie procédé veroorzaakt geen emissies naar oppervlaktewater. Vooralsnog wordt uitgegaan van een gesloten recirculatiesysteem, waarbij geen emissies naar water optreden. Het hele proces vindt bovendien in pandig plaats.

Emissies naar bodem

Het Tre-Se-Ne-Rie procédé veroorzaakt geen emissies naar bodem/grondwater. Aangenomen is dat de inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

In het kader van deze LCA-berekeningen wordt aangenomen dat er bij de nuttige toepassing van de basische mineralen geen emissies van asbestcomponenten plaatsvinden.

Wel ontstaan er door de bewerkingsstap neutraliseren (wassen en drogen) emissies van $H_2O + NaCl$ naar oppervlaktewater. Aangenomen wordt dat de zoutzuuroplossing slechts één maal kan worden gebruikt voor het wassen en dat het zoute water mag worden geloosd op oppervlaktewater. De uiteindelijke lozing in geval van vier keer wassen (zie bedrijfsmiddelenverbruik bij nuttige toepassing) bedraagt:

- 72 kg NaCl ($1,23 \text{ kmol NaCl} \times 58,5 \text{ g/mol}$);
- 459 liter H_2O .

Aangezien er bij het neutraliseren een minieme overmaat aan HCl (in kmol) t.o.v. NaOH wordt verbruikt, resteert daarnaast ook een hoeveelheid van circa 2,7 kg aan te lozen opgelost HCl (0,075 kmol).

Omdat in de gevoeligheidsanalyse de hoeveelheden loog (NaOH) en zuur (HCl) variëren, dient ook de hoeveelheid te lozen NaCl, H_2O en Cl^- mee te variëren. Uitgaande van gelijke verhoudingen wordt bij een verbruik van 28,6 kg HCl dus 41 kg NaCl, 262 liter water en 1,5 kg HCl per ton asbest geloosd en bij een verbruik van 72 kg HCl is dat 103 kg NaCl, 655 liter water en 3,8 kg HCl per ton asbest.

Vermeden emissies

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

In tabel 7.4 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met een standaardproceskaart uit de database van SimaPro.

8. SMELTEN IN PLASMA-OVEN

8.1 Inleiding

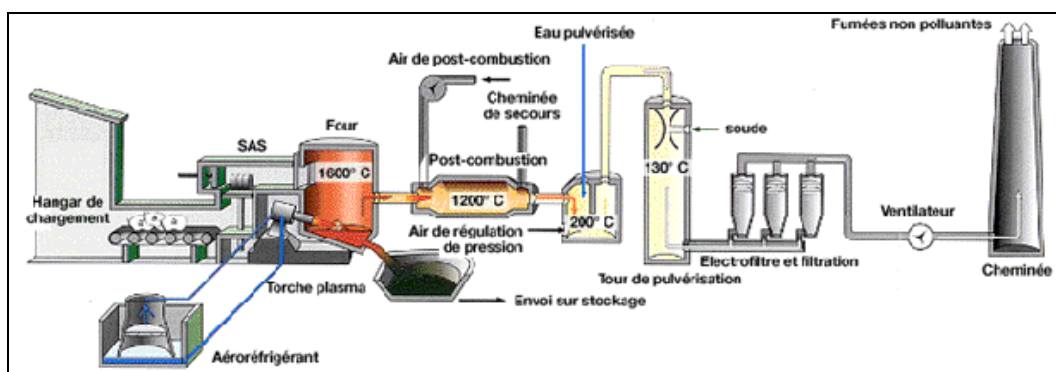
Zoals in hoofdstuk 4 aangegeven, bestaan in Europa ook enkele kleinschalige plasma-ovens voor de thermische verwerking van asbesthoudend afval. De firma INERTAM te Morcenx in Frankrijk exploiteert een installatie met een vergunde verwerkingscapaciteit van 8.000 ton per jaar. De inrichting, met een oppervlak van 50.000 m², is gesitueerd op een bedrijventerrein.

In de installatie van INERTAM mogen en kunnen alle soorten asbesthoudend afval uit heel Europa worden verwerkt. In de praktijk wordt asbesthoudend afval verwerkt uit de Benelux, Italië en Ierland. De vergunde capaciteit bedraagt 8.000 ton per jaar, de feitelijke capaciteit ongeveer 7.000 ton per jaar.

De verwerkingsprijs ligt tussen de 950 Euro en de 1100 Euro per ton (exclusief transportkosten en belasting) en ligt daarmee een factor 10 hoger dan de prijs voor gecontroleerd storten in Nederland. Deze prijs hangt mede samen met de geavanceerde procestechnologie.

8.2 Procesbeschrijving

De opeenvolgende processtappen zijn in onderstaande figuur schematisch weergegeven.



Figuur 8.1; Schema verwerkingsproces INERTAM

De kern van het verwerkingsproces bestaat uit een smeltoven en een naverbranding. Daaraan voorafgaand wordt het asbestafval opgeslagen. Daarop volgend vindt een aantal reinigingsstappen plaats.

Al het aangeboden asbesthoudend afval wordt in big-bags opgeslagen in een opslaghal met een oppervlak van 14.000 m². Het afval gaat inclusief big-bags in de smeltoven.



Figuur 8.2; Opslag asbesthoudend afval

De smeltoven wordt verhit tot 1600°C door middel van een zogenaamde 'plasmatoorts'. Deze toorts heeft een potentieel van 4.000°C à 6.000°C. Door deze hoge temperatuur worden alle asbestvezels afgebroken en ontstaat een inert, glasachtig materiaal (zie figuur 8.3).



Figuur 8.3; Smelt en eindproduct

Het glasachtige eindproduct wordt toegepast in de wegenbouw.

Van het verwerkingsproces zijn de volgende kengetallen bekend:

- elektriciteitsverbruik: gemiddeld 2.000 kWh/ton;
- gasverbruik: 600 kWh/ton;
- waterverbruik: 6 m³/uur;
- sodium(bicarbonaat): 200 kg/ton (voor neutralisatie van gas).

Aan het proces worden geen chemicaliën toegevoegd. Overige parameters zijn niet bekend.

8.3 Informatie ten behoeve van LCA

INERTAM is gevraagd nadere informatie over het verwerkingsproces te verstrekken. Via INERTAM zelf en via Internet bovenstaande informatie ontvangen. Voor een LCA-vergelijking is deze informatie echter te globaal.

Ofschoon de plasma-oven techniek van INERTAM een interessante technologie betreft, wordt dit verwerkingsproces niet verder beoordeeld via een LCA, aangezien:

- slechts een beperkte hoeveelheid informatie over deze verwerkingstechniek is ontvangen en vergaard;
- de verwerkingsprijs relatief hoog is;
- reeds een tweetal andere thermische processen worden meegenomen, namelijk smelten (het Gibros-PEC verwerkingsproces) en sinteren(het ACS-sinterproces).

9. STORTEN

9.1 Inleiding

Al het in Nederland vrijkomende asbesthoudend afval wordt momenteel gestort. Het 'niet-hechtgebonden' of 'stuifgevoelige' asbest wordt slechts door enkele (C₃-)stortplaatsen geaccepteerd, te weten de stortplaatsen De Wierde, Boeldershoek, Nauernasche polder, Derde Merwedehaven, ARN en Zevenbergen.

Het zogenaamde 'hechtgebonden' asbesthoudend afval en asbesthoudend afval afkomstig van huishoudens mag door alle reguliere stortplaatsen in Nederland, die over een toereikende vergunning beschikken, worden geaccepteerd (stortplaatsen zijn dat niet verplicht).

In het Stortbesluit Bodembescherming (1995) is onder andere vastgelegd dat asbesthoudende afvalstoffen:

- zodanig moeten worden behandeld, verpakt of afgedekt dat er geen asbestvezels in het milieu terecht kunnen komen;
- zodanig moeten worden gestort dat asbestvezels niet kunnen vrijkomen.

Tussen de stortplaatsen bestaan marginale verschillen ten aanzien van de uitvoering van dit Stortbesluit. In deze LCA wordt uitgegaan van het storten van asbestcementplaten op stortplaats Boeldershoek als representatieve referentie-inrichting (zie hoofdstuk 3). Het tarief voor het storten van asbestcementplaten ligt rond de 45 Euro per ton.

9.2 Procesbeschrijving

A. Transport asbestcementplaten

Asbestcementplaten worden verpakt per vrachtwagen aangevoerd naar de verwerkingsinrichting (circa 16 ton/vracht).

B. Storten asbest

Ofschoon de werkwijze per stortplaats kan verschillen, is die veelal identiek aan de werkwijze bij stortplaats Boeldershoek, waar hier vanuit wordt gegaan: de dubbel verpakte asbestcementplaten worden zorgvuldig geplaatst op een vooraf bepaalde locatie (compartiment) en vervolgens, na iedere stort, afgedekt. In de praktijk worden de big-bags met inhoud uit de container in het stortvak geschoven. Mede vanwege deze werkwijze wordt tijdens het storten van de verpakte asbestcementplaten niet standaard water gesproeid om verwaaiing van asbestdeeltjes tegen te gaan. Wel is een mobiele sproei-installatie stand-by op de stortplaats.

Het afdekken gebeurt veelal met ander stortafval, soms ook met licht verontreinigde (categorie-1) grond. In deze LCA wordt uitgegaan van het gebruik van licht verontreinigde (categorie-1) grond als opvul- en afdek materiaal.

9.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval resulteert in producten en/of reststoffen. Tabel 9.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden en soorten producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van één ton asbestcementplaten.

Tabel 9.1; Overzicht producten/reststoffen per ton asbestcementplaten

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
n.v.t.	--	--
TE VERWERKEN RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
Asbestcementplaten	1 ton	1 ton

Ruimtebeslag

Door het storten van asbestcementplaten wordt ruimte in beslag genomen. Het ruimtebeslag van het opvul- en afdek materiaal wordt niet aan asbest toegerekend, aangezien daarvoor afval wordt gebruikt, dat anders elders op de stort geborgen had moeten worden. Ook het ruimtebeslag van de onder- en bovenafdichting is buiten beschouwing gelaten, omdat deze afdichtings-constructies tot de kapitaalgoederen van een stortplaats worden gerekend.

In het kader van deze LCA wordt uitgegaan van een storthoogte van 15 m. Per m² stortoppervlak kan dus 15 m³ afval gestort worden. De dichtheid van de gestorte asbestcementplaten bedraagt ongeveer 1,2 ton/m³. Er van uitgaande dat per stortlaag van 1 meter een halve meter afdek materiaal wordt aangebracht, wordt per m² stortoppervlak 10 m³ asbest en 5 m³ ander afval geborgen. Derhalve is het oppervlak slechts voor 2/3 deel aan asbest toe te rekenen, ofwel 0,67 m² per 12 ton asbest. Dit betekent dat voor de berging van 1 ton asbestcementplaten 0,058 m² nodig is. Over de te beschouwen periode van 100 jaar betekent dit 5,58 m²*jr aan fysiek ruimtebeslag.

9.4 Transport

In het beschouwde asbestverwijderingsalternatief vindt transport per as plaats van asbestcementplaten (16 ton/vracht) naar de stortplaats. Daarbij geldt Boeldershoek weliswaar als referentie-installatie, maar wordt rekening gehouden met het feit dat deze optie verdeeld over heel Nederland voorkomt. Daardoor is als afstand 35 km aangehouden. In tabel 9.2 zijn naast de transportafstanden ook de tonkilometers (tkm) per vracht weergegeven uitgaande van 1 ton asbestcementplaten. Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de transportvoertuigen worden berekend m.b.v. een proceskaart in de SimaPro-database.

Tabel 9.2: Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	TRANSPORTAFSTAND (GEMIDDELD HEEN EN TERUG)	
	afstand	tkm
Asbestcementplaten	35	35

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

9.5 Energie

Bij het storten van asbest wordt uitsluitend energie (diesel) verbruikt door het materieel dat wordt ingezet voor de feitelijke verwerking (plaatsen big-bags, afdekken). Het gaat hier om circa 60 MJ per ton asbestafval.

9.6 Bedrijfsmiddelen

Bij het storten van asbestcementplaten wordt het verpakkingsmateriaal meegestort. Zoals in hoofdstuk 4 al betoogd, wordt het verbruik van big-bags en de milieugevolgen daarvan niet meegenomen in deze LCA. Daarnaast wordt tijdens het storten alleen sporadisch gespreid met water en het opvullen en afdekken van de in het speciale compartiment geplaatste asbestcementplaten geschiedt met categorie-1 grond. Verder worden bij het ontvangen en storten van asbestcementplaten geen bedrijfsmiddelen, zoals chemicaliën verbruikt.

Het verbruik aan categorie-1 grond als opvul- en afdek materiaal wordt, zoals in paragraaf 9.3 al aangegeven, niet meegenomen omdat dit afval betreft, dat anders elders op de stort geborgen had moeten worden. Primair zand is geen alternatief en wordt in de praktijk ook niet toegepast. Vandaar dat ook het uitsparen van primair zand door het afdekken met (licht) vervuilde grond niet aan de te storten afvalstof wordt toegerekend.

9.7 Emissies

Asbestcementplaten worden verpakt aangevoerd op de stortplaats en als zodanig ook gestort (zie procesbeschrijving in paragraaf 9.2) dat geen asbestdeeltjes kunnen verwaaien. Asbest is bovendien inert en loogt niet uit, zodat geen sprake zal zijn van emissies naar water, bodem of lucht. Om redenen zoals hiervoor genoemd, wordt ook de eventuele uitloging van de afdeklaag buiten beschouwing gelaten; die kan namelijk niet worden toegerekend aan de te storten asbestcementplaten.

10. THERMOCHEMISCHE VERWERKING (SINTEREN)

10.1 Inleiding

Het "Asbestos Conversion System" (ACS) van de Amerikaanse firma Asbestos Recycling Inc., verder aangeduid als ARI Technologies Inc., betreft een thermo/chemisch verwerkingsproces, waarbij onder meer asbest(houdend) afval wordt gesinterd. In deze installatie kunnen ook andere (asbesthoudende) afvalstromen worden verwerkt, waaronder PCB-houdend afval.

In de periode 1990 – 2000 is deze techniek (ACS) successievelijk beproefd, gepatenteerd, getest, vergund (in de Verenigde Staten) en, sinds 2000, ook operationeel. In de Verenigde Staten heeft de firma ARI Technologies Inc. op dit moment drie mobiele installaties in gebruik; de vierde wordt in 2001 getest en in gebruik genomen.

Het ACS-proces is gericht op:

- het onschadelijk maken van de asbestvezels;
- het nuttig en commercieel toepassen van de eindproducten;
- het voorkomen van het storten en verbranden van asbestafval;
- het verkleinen van het volume (tot 90% van het inputmateriaal).

Evenals de overige verwerkingsalternatieven kan dit nieuwe verwerkingsproces nagenoeg alle soorten asbest(houdend) afval verwerken, ook gemengd. De prijs voor het sinteren van één ton asbestcementplaten wordt, gebaseerd op 6 jaar praktijkervaring in de VS, geraamd op 140 US\$. Dat is omgerekend ca. 160 Euro per ton. Deze prijs kan voor een installatie in Nederland worden aangehouden (ARI, 2001).

In Europa bestaat belangstelling voor deze techniek. De Nederlandse firma Oskam Asbestverwijdering te Utrecht heeft het voornemen om in Nederland een vaste installatie te realiseren en heeft daarvoor het bedrijf Asbestos Recycling Technology (ART) opgericht. In die installatie moet gedurende 300 dagen per jaar volcontinu (24 uur /dag) 75.000 ton asbesthoudend afval worden verwerkt. Aangenomen wordt dat ongeveer 37.500 ton (50% van totale capaciteit) zal bestaan uit (droge) asbestcementplaten.

De onderstaande beschrijving betreft een in Nederland te realiseren installatie. De onderstaande gegevens over het verwerkingsproces en het cijfermateriaal zijn gebaseerd op schriftelijke en mondelinge informatie van de firma's ARI Technologies Inc. (ARI, 2001) en ART te Utrecht.

10.2 Procesbeschrijving

Het Asbest Conversion System (ACS) betreft geen smelt-, maar een sinterproces en bestaat uit een tweetal hoofdprocessen, te weten een voorbehandeling met chemicaliën gevolgd door een thermische verhittingsstap. Meer in détail doorlopen asbestcementplaten de volgende processtappen.

A. Transport asbestcementplaten

Asbestcementplaten worden in big-bags per vrachtwagen (circa 16 ton per vracht) aangevoerd naar de verwerkingsinrichting.

B. Opslag

De aangevoerde en verpakte asbestcementplaten worden opgeslagen in afsluitbare ruimten, waarin een onderdruk heerst zodat er geen zwevend asbeststof ontstaat.

C. Verkleinen

De asbestcementplaten worden, inclusief big-bags via een transportband in een shredderinstallatie gevoerd, waar eveneens een onderdruksituatie heerst. Daarin worden de asbestcementplaten verkleind tot deeltjes van < 5 cm.

D. Mengen

De geshredderde asbestcementplaten worden vervolgens in een schroefmixer gestort, waaraan een alkalische sodium/natriumboraat-oplossing (7% B_2O_3 / Na_2O en 93% H_2O) wordt toegevoegd om het demineralisatieproces te bevorderen. De chemicaliën komen uiteindelijk in het eindproduct terecht. Het water verdwijnt als waterdamp naar de atmosfeer.

E. Verdichten

De verkleinde en gemengde asbestcementplaten worden vervolgens verdicht, zodat een hogere doorzet en meer efficiency kan worden bereikt.

F. Sinteren

Het aldus gemengde asbestafval wordt overgeplaatst in twee 'draaiovens' met een capaciteit van elk 125 ton per dag, dus 250 ton/dag of 10,42 ton per uur. Het afval in de oven wordt gedurende 45 à 60 minuten gesinterd (niet gesmolten) bij een temperatuur tussen de 1.000 en 1300 °C. De ovens worden direct verhit met behulp van aardgas.

G. Gasreiniging

Zoals in de inleiding is vermeld, kunnen in de installatie meerdere (asbesthoudende) afvalstromen met verschillende samenstellingen worden verwerkt. Vandaar dat er ook een redelijk omvangrijke gasreiniging noodzakelijk is. Anders gezegd: de gasreiniging is aangebracht omdat asbest samen met ander afval wordt verwerkt in de ACS-installatie.

De gassen die vrijkomen bij het sinteren komen terecht in een tweede verbrandingskamer. Door het passeren van een naverbrander met een temperatuur van tussen de 1200 en 1350 °C worden de afgassen verder geoxideerd.

Het gas uit de naverbrander wordt dan (plotseling) met water afgekoeld tot 260 °C. Het koelwater verdampt. Het gas uit de gaskoeler komt terecht in een loogwasser (basisch), gevolgd door de verwijdering van (stof)deeltjes in een venturiwasser. Uiteindelijk worden de gereinigde gassen via een filter in de lucht geëmitteerd. De gebruikte filters worden in het proces teruggevoerd en meeverwerkt.

H. Afkoelen

Het asbestvezelvrije product uit de draaioven - een inert, grindachtig materiaal (gravel) - wordt met koud water afgekoeld tot 120 °C. De waterdamp die daarbij ontstaat, doorloopt eveneens de gasreiniging en verdampt volledig naar de lucht.

I. Ontwateren

Het afgekoelde materiaal wordt vervolgens mechanisch ontwaterd.

J. Opslag

Het ontwaterde eindproduct (gravel) wordt opgeslagen in containers in afwachting van aftransport en nuttige toepassing.

K. Transport en nuttige toepassing

Het eindproduct wordt afgetransporteerd naar een werk of inrichting waar het nuttig kan worden toegepast als categorie-1 bouwstof c.q. wegfunderingsmateriaal.

10.3 Massabalans en ruimtebeslag

Massabalans

De verwerking van afval resulteert in producten en/of reststoffen. Tabel 10.1 bevat een overzicht van de hoeveelheden en soorten producten en reststoffen die ontstaan bij de verwerking van één ton asbestcementplaten. Gelet op enerzijds de specifieke samenstelling van asbestcementplaten (zie tabel 2.2) en de aard en kenmerken van het hiervoor beschreven verwerkingsproces dragen asbestcementplaten uitsluitend en volledig bij aan de vorming van het grindachtig eindproduct. Elke ton van de in het proces gebrachte asbestcementplaten resulteert in één ton eindproduct. Daarnaast bevat het eindproduct het aan het proces toegevoegde natriumboraaat (0,25 kg/ton).

Tabel 10.1; Overzicht producten/reststoffen per ton asbestcementplaten

NUTTIG TOEPASBARE PRODUCTEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
Gravel	1000,25 kg	--
TE VERWERKEN RESTSTOFFEN	HOEVEELHEID PER TON ASBEST	TE STORTEN
n.v.t.	--	--

Ruimtebeslag

Het oppervlak van de geplande ACS-inrichting bedraagt ca. 12.000 m². De totale doorzet van de hele installatie is 75 kton, waarvan 37,5 kton asbestcementplaten. Dat betekent over een periode van 100 jaar:

- 12.000 m² x 100 jr = 1,2 mln m² * jr
- 0,5 x 1,2 mln m² * jr = 600.000 m² * jr
- $\frac{37,5 \text{ kton/jr} \times 100 \text{ jr}}{600.000 \text{ m}^2 \times \text{jr} : 3.750.000 \text{ ton}} = \frac{3.750.000 \text{ ton}}{0,16 \text{ m}^2 \times \text{jr per ton verwerkt asbest}}$

Het fysiek ruimtebeslag van de ACS-inrichting met een totale verwerkingscapaciteit van 75 kton afval per jaar bedraagt over een periode van 100 jaar 0,16 m² * jaar.

10.4 Transport

In het beschouwde asbestbeheersalternatief vindt transport per as plaats van asbestcementplaten, van bedrijfsmiddelen en van (eind)producten naar marktpartijen in de bouwsector.

Tabel 10.2: Hoeveelheden afvalstoffen, bedrijfsmiddelen en (eind)producten

MATERIAAL	HOEVEELHEID
Asbestcementplaten	1 ton
Natriumboraaat	0,25 kg/ton
Gravel	1,00025 ton/ton

Ingeschat wordt dat er in Nederland op korte termijn slechts een beperkt aantal ACS-installaties gerealiseerd gaat worden. Daarom is bij de aanvoer van asbestcementplaten een transportafstand van 75 km aangehouden (zie tabel 10.3).

Aangenomen dat het eindproduct op meerdere plaatsen in Nederland nuttig kan worden toegepast, zijn voor het (af)transport van het eindproduct kortere afstanden aangenomen, namelijk 35 km.

In tabel 10.3 zijn naast de transportafstanden ook de tonkilometers (tkm) per vracht weergegeven uitgaande van 1 ton asbestcementplaten. Het verbruik aan diesel en smeerolie, alsmede de emissies via de uitlaatgassen van de transportvoertuigen worden berekend m.b.v. een proceskaart in de SimaPro-database. Eveneens is het transport voor de vermeden toepassing van primair zand opgenomen omdat met de toepassing van cement de aanvoer van zand van win- of opbultklocatie wordt vermeden. Voor de aanvoer van ophoogzand wordt er vanuit gegaan dat de bulk wordt gewonnen in Noordzee en/of IJsselmeer en wordt gerekend met een afstand van 50 km over water en tevens 35 km over land.

Voor het transport van de in tabel 10.2 opgenomen asbestcementplaten wordt uitgegaan van 16 ton/vracht. Voor natriumboraat wordt 10 ton/vracht aangehouden en voor het geproduceerde gravel een beladingsgraad van 20 ton/vracht.

Tabel 10.3; Overzicht transportafstanden

MATERIAAL	TRANSPORTAFSTAND (GEMIDDELD HEEN EN TERUG	
	Afstand	tkm
Asbestcementplaten	75	75
Natriumboraat	75	0,019
Gravel	35	35
Vermeden zand	35 (as)	35 (as)
	50 (water)	50 (water)

Indien een nog uit voeren zwaartepuntanalyse daartoe aanleiding geeft, dient in de gevoeligheidsanalyse te worden gerekend met transportafstanden van + of – 50%. Gezien het feit dat met deze techniek meerdere asbesthoudende afvalsoorten verwerkt kunnen worden en deze techniek mede daarom op de langere termijn (meer) potentie heeft, en bovendien ook mobiel kan worden toegepast kan in dit geval ook het aantal te verwachten installaties (en daarmee de transportafstand) in de gevoeligheidsanalyse worden gevarieerd (ook weer alleen wanneer de zwaartepuntsanalyse daar aanleiding toe geeft). Concreet betekent dit dan wanneer daar aanleiding voor is op basis van de zwaartepuntsanalyse de variant minder transport voor de aanvoer van asbest niet betekent dat wordt gerekend met 60 km (= 75 - 20%) maar met 40 km (= 50 - 20%) uitgaande van een groter aantal van deze installaties.

10.5 Energie

Rekening moet worden gehouden met:

- het energieverbruik en de energieproductie van de ACS-installatie;
- het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen;
- het vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen en brandstoffen.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen wordt buiten beschouwing gelaten, aangezien het ACS-proces geen te verwijderen reststoffen genereert.

Energieverbruik en energieproductie ACS-installatie

In de eerste plaats wordt opgemerkt dat de verwerking van asbestcementplaten in een ACS-installatie alleen energie kost en geen energie oplevert.

Voor het verkleinen van de asbestcementplaten, het (ver)pompen van water en het (laten) circuleren van lucht wordt elektrische energie gebruikt. Bij een jaarverbruik van 4.325.000 kWh en een doorzet van 75.000 ton asbestafval per jaar bedraagt het elektriciteitsverbruik 57,7 kWh/ton.

Daarnaast wordt voor het verwarmen van de twee draaiovens 50,6 MBtu/uur aardgas toegepast. Gegeven een doorzet van 10,42 ton per uur resulteert dat in 4,86 Mbtu/ton. Omgerekend ($4,86 \text{ Mbtu/ton} * 1,055 * 10^3 \text{ Joules/Btu}$) bedraagt het aardgasverbruik dan ongeveer 5.127 MJ/ton.

Ter verbetering van de energie-efficiency wordt onderzocht of het technisch en financieel haalbaar is om de overtollige proceswarmte (m.n. van de naverbrander) weer te gebruiken voor het verwarmen van de verbrandingslucht in de draaiovens. Daarnaast heeft ook de voorgenomen condensatiestap (ter reductie van het waterverbruik, zie toelichting bij tabel 4.1) gevolgen voor de energiehuishouding. Tegen deze achtergrond dient in de gevoeligheidsanalyse gerekend te worden met een betere energie-efficiency in de vorm van 15% minder aardgasverbruik, d.i. 4358 MJ⁵.

Energieverbruik bij de nuttige toepassing

Voor het eindproduct uit de ACS-installatie (gravel) geldt dat deze als categorie-1 bouwstof kan worden toegepast, d.w.z. zonder bodembeschermende voorzieningen. Ten behoeve van de LCA wordt aangenomen dat het eindproduct zonder tussenbewerking volledig, d.w.z. 100% wordt ingezet als vervanger van zand in funderingslagen. Het energieverbruik (diesel) bij het aanbrengen van het eindproduct als zandvervanger in funderingslagen wordt buiten beschouwing gelaten, omdat tegelijkertijd eenzelfde verbruik bij het aanbrengen van zand wordt vermeden.

Vermeden energieverbruik

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

In tabel 10.4 is aangegeven welke soorten en hoeveelheden primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden energieverbruik wordt berekend met een standaard-proceskaart uit de database van SimaPro. Aangenomen dat asbestcementplaten 1:1 in het grindachtige eindproduct terechtkomen en het eindproduct voor 100% de primaire grondstof zand vervangt, heeft het vermeden energieverbruik betrekking op 1 ton zand.

Tabel 10.4; Overzicht vervangen primaire grondstoffen

GEPRODUCEERDE SECUNDAIRE GRONDSTOF	VERVANGEN PRIMAIRE GRONDSTOF
Gravel	Zand (1,00025 ton/ton)

⁵ Via diverse mailberichten heeft dhr D. Timmons van ARI-technologies laten weten er zelf vanuit te gaan dat een efficiëntie-verbetering van 15% tot 25% haalbaar is. In dit MER is in het kader van de gevoeligheidsanalyse gerekend met 15% efficiëntie-verbetering m.b.t. energie.

10.6 Bedrijfsmiddelen

Rekening moet worden gehouden met:

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

Het verbruik van bedrijfsmiddelen bij de verwijdering van reststoffen is niet van toepassing, aangezien geen reststoffen worden geproduceerd.

Bedrijfsmiddelenverbruik ACS-installatie

Bij de verwerking van asbestcementplaten in dit proces worden chemicaliën en oppervlaktewater gebruikt. De opgegeven verbruikcijfers per ton asbestcementplaten bedragen:

- 0,25 kg natriumboraat;
- 915 liter water.

Door het toevoegen van nog meer SiO_2 dan er al in het inputmateriaal zit – bijvoorbeeld in de vorm van zand, slib of (verontreinigde) grond – komen er theoretisch meer en andersoortige nuttige toepassingen in beeld, zoals bijvoorbeeld grind voor (tuin)paden. Omdat daar in de praktijk niet in is voorzien, wordt dit in deze LCA buiten beschouwing gelaten.

Bedrijfsmiddelenverbruik bij de nuttige toepassing

Het eindproduct wordt volledig (100%) ingezet als vervanger van zand (wegfunderingsmateriaal). Daarbij worden geen bedrijfsmiddelen verbruikt.

Vermeden bedrijfsmiddelenverbruik

Er is sprake van vermeden bedrijfsmiddelenverbruik door de productie van secundaire grondstoffen. Het bedrijfsmiddelenverbruik van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen wordt als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In tabel 10.4 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen. De omvang van het vermeden bedrijfsmiddelenverbruik wordt berekend met een standaard-proceskaart uit de database van Sima-Pro.

10.7 Emissies

Rekening moet worden gehouden met:

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

Van emissies bij de verwijdering van reststoffen is geen sprake, aangezien geen te verwijderen reststoffen worden geproduceerd.

De emissies van de ACS-installatie

Emissies naar lucht

De installatie bevat een redelijk omvangrijke gasreiniging, die vooral is bedoeld voor de overige (potentieel) te verwerken afvalstromen. De enige emissie naar de lucht ten gevolge van de verwerking van asbestcementplaten betreft de waterdamp, afkomstig van het koelwater (gas en eindproduct). Emissie van waterdamp naar de lucht heeft echter geen invloed op de LCA-vergelijking.

Omdat alle asbestruimten worden bedreven onder 'onderdruk', alle lucht wordt gefilterd en de filters in het proces worden teruggebracht, vinden geen emissies van asbeststof naar de lucht plaats. Asbestcementplaten bevatten ook geen (vluchtige) metalen die via de afgassen in de atmosfeer terecht kunnen komen.

De filters afkomstig uit de gasreiniging installatie, die terug worden gevoerd in het proces, bevatten geen asbestgerelateerde componenten en worden derhalve niet aan asbest toegerekend. De verbranding van aardgas, die wel kan worden toegerekend aan asbest, zorgt voor emissies. Deze zijn opgenomen als achtergrondproces voor industriële aardgasverbranding.

Emissies naar bodem

De ACS-installatie veroorzaakt geen emissies naar bodem en/of grondwater. Aangenomen is dat de inrichting is voorzien van adequate bodembeschermende voorzieningen.

Emissies naar water

Er vinden geen emissies naar (oppervlakte)water plaats. Al het proces- en koelwater verlaat de inrichting via de gasreiniging, bevat geen verontreinigingen zoals chlorides of (zware) metalen en verdampt volledig naar de lucht.

De emissies bij de nuttige toepassing van secundaire grondstoffen

Van het eindproduct van de ACS-installatie zijn verschillende uitloogproeven gedaan, één conform de "American Standards of Testing and Materials" (ASTM) Manual en één conform de "U.S. EPA's Toxic Characteristic Leaching Procedure (TCLP)". Uit die tests blijkt dat er geen aan asbestcement gerelateerde componenten uitlogen. Dat is ook logisch en verklaarbaar, omdat asbestcementplaten geen (zware) metalen of zwavel bevatten die uit kunnen logen en de asbestvezels zijn volledig geïmmobiliseerd.

Vermeden emissies

Er is sprake van vermeden emissies door de productie van secundaire grondstoffen. De emissies van de uitgespaarde winnings- en productieprocessen van primaire grondstoffen worden als een negatieve milieu-ingreep in de LCA toegerekend. In tabel 10.4 is reeds aangegeven welke primaire grondstoffen worden vervangen, namelijk zand (1 ton/ton). De omvang van de vermeden emissies wordt berekend met een standaard-proceskaart uit de database van SimaPro.

11. LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

11.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat een samenvattend overzicht van de leemten in kennis en informatie betreffende de verschillende verwerkingsalternatieven voor asbestcementplaten. In de hierna volgende paragrafen worden per verwerkingsalternatief schematisch de kennis- en informatieleemten vermeld. Daar waar dat het geval is, wordt met de aanduiding (A) aangegeven of de ontbrekende informatie is vervangen door een aanname. Hier worden alleen die aannames genoemd die dermate van belang zouden kunnen zijn dat zij in de gevoeligheidsanalyse ook zijn gevarieerd.

Allereerst wordt met betrekking tot de in deze LCA niet verder uitgewerkte verwerkingsalternatieven opgemerkt dat:

- de keramiektechnologie "Cordiam" weliswaar nog in een experimenteel stadium verkeert, maar getuige de sponsoring door het CNR, perspectieven lijkt te bieden. Het is derhalve nuttig en interessant om de ontwikkelingen te volgen en te zijner tijd nadere informatie op te vragen;
- over de smelttechniek van INERTAM (plasma-oven) onvoldoende data zijn achterhaald om een LCA-vergelijking te kunnen voeren. Dit verwerkingsalternatief lijkt technisch wel, maar financieel (onrendabel) niet interessant.

11.2 Alternatief pyrolyse/smelten

Vanwege het feit dat de installatie van Gibros-PEC nog niet operationeel is, bestaat er op dit moment onvoldoende inzicht in de volgende aspecten het verbruik aan thermische energie PEC-installatie (A= 5 GJ per ton)

11.3 Alternatief oplossen in Natronloog

Met betrekking tot dit verwerkingsalternatief wordt opgemerkt dat, behoudens de summier informatie uit het onderzoeksrapport van Tauw uit mei 1999, alle inputgegevens voor een substantieel deel zijn gebaseerd op aannames. De belangrijkste onzekerheden zitten naar verwachting in het energiegebruik en in de hoeveelheden benodigde chemicaliën

11.4 Alternatief storten

Deze optie bevat geen noemenswaardige leemten in kennis.

11.5 Alternatief thermochemische verwerking (sinteren)

het energieverbruik van de ACS-installatie is geraamd op 5.127 MJ/ton. Ter verbetering van de energie-efficiency wordt onderzocht of het technisch en financieel haalbaar is om de overtollige proceswarmte (m.n. van de naverbrander) weer te gebruiken voor het verwarmen van de verbrandingslucht in de draaiovens. Daarnaast heeft ook de voorgenomen condensatiestap (ter reductie van het waterverbruik, zie toelichting bij tabel 4.1) gevolgen voor de energiehuishouding. Aangenomen wordt dat beide maatregelen zullen leiden tot 15% minder aardgasverbruik (A). Tegen deze achtergrond dient in de gevoeligheidsanalyse gerekend te worden met 4358 MJ.

BIJLAGE 1

OVERZICHT MILIEU-INGREPEN

Verwerkingstechniek: pyrolyse/smelten						
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)		
				1 (b)	2 (c)	3 (d)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)		0,12	als normaal	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	asbest basalt fluxzand (as) (water)	75 (16) 35 (20) 0 (20) 0 (..)	als normaal	als normaal	75 38,5 3,5 5
3.	Energiegebruik	smelten voorbew. verkl. basalt	2,5 GJ 57,7 kWh 45 kWh	3 57,7 45	0,63 57,7 45	49,5
4.	Bedrijfsmiddelen	zand (flux)	0 (kg)	als normaal	als normaal	100
5.	Emissie lucht	fijn stof	0 (g)	als normaal	als normaal	1,0
6.	Emissie bodem		0	als normaal	als normaal	als normaal
7.	Emissie water		0	als normaal	als normaal	als normaal
8.	Finaal afval / te storten rest		0	als normaal	als normaal	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	prim. zand	35 (as; 20) 50 (water)	als normaal	als normaal	38,5 55
10.	Vermeden energie		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
12.	Vermeden emissie water		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem		zie 14	als normaal	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	prim. zand	1000 kg	als normaal	als normaal	1100

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaalt 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 analyse "meer energie"
- (c) Dit betreft de analyse "energie intern geleverd"
- (d) Dit betreft de gevoeligheidsanalyse "wel flux"

Verwerkingstechniek: oplossen							
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyses (a)			
				1 (b)	2 (c)	3 (d)	4 (e)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)		0,25 (f)	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	asbest natrets zoutzuur basisch prod.	75 (16) 3,75 (10) 15,75 (10) 35 (20)	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
3.	Energiegebruik	proces zelf nabeh.	256,5 kWh 25,7 kWh	307,8 30,8	205,2 20,5	256,5 30,8	256,5 14,7
4.	Bedrijfsmiddelen	NaOH water (loog) HCl water (zuur)	50 kg 125 liter 47,7 kg 459 liter	als normaal	als normaal	75 180 72 655	30 70 28,6 262
5.	Emissie lucht	(waterdamp)	0	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
6.	Emissie bodem	-	0	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
7.	Emissie water	NaCl HCl (Cl) Water	72 kg 2,7 kg 459 liter			103 3,8 655	41 1,5 262
8.	Finaal afval / te storten rest	-	0	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	prim. zand	35 (as; 20) 50 (water)	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
10.	Vermeden energie	zie 14	-	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht	zie 14	-	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
12.	Vermeden emissie water	zie 14	-	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	zie 14	-	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	prim. zand	1000 kg	als normaal	als normaal	als normaal	als normaal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaalt 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 analyse "meer energie"
- (c) Dit betreft de analyse "minder energie"
- (d) Dit betreft de analyse "meer zuur/loog"
- (e) Dit betreft de analyse "minder zuur/loog"
- (f) Extra gevoeligheidsanalyse (0,1 respectievelijk 0,4 m²*jaar per ton) wanneer de scores voor biodiversiteit of life-support in de weegvormen 1 of 3 meer dan 10% van de totaalscore van deze verwerkingsoptie bepaalt.

Verwerkingstechniek: storten			
ASPECT		(specificatie)	INGREEP
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)		5,58
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	asbest	35 (16)
3.	Energiegebruik	opbrengen	60 MJ
4.	Bedrijfsmiddelen		-
5.	Emissie lucht		-
6.	Emissie bodem		-
7.	Emissie water		-
8.	Finaal afval / te storten rest		1000 kg
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)		-
10.	Vermeden energie		-
11.	Vermeden emissie lucht		-
12.	Vermeden emissie water		-
13.	Vermeden emissie bodem		-
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen		-

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

Verwerkingstechniek: sinteren (ACS)				
ASPECT		(specificatie)	INGREEP	Gevoeligheidsanalyse (a)
				1 (b)
1.	Ruimtebeslag (m ² /jaar)		0,16	als normaal
2.	Transport in tkm (ton/vracht)	asbest ⁽¹⁾ gravel natr.boraat	75 (16) 35,01 (20) 0,019 (10)	als normaal
3.	Energiegebruik	voorbew. sinterproces	57,7 kWh 5127 MJ	57,7 4358
4.	Bedrijfsmiddelen	natr.boraat water	0,25 kg 915 liter	als normaal
5.	Emissie lucht		-	als normaal
6.	Emissie bodem		-	als normaal
7.	Emissie water		-	als normaal
8.	Finaal afval / te storten rest		-	als normaal
9.	Vermeden transport in tkm (ton/vracht)	prim. zand	35 (as, 20) 50 (water)	als normaal
10.	Vermeden energie	zie 14	-	als normaal
11.	Vermeden emissie lucht	zie 14	-	als normaal
12.	Vermeden emissie water	zie 14	-	als normaal
13.	Vermeden emissie bodem	zie 14	-	als normaal
14.	Vermeden bedrijfsmiddelen	prim. zand	1000,25 kg	als normaal

- (a) Ingeval uit de zwaartepuntsanalyse volgt dat transport bij de weegvormen 1 of 3 voor 20% of meer de totaalscore bepaalt worden, naast de gevoeligheidsanalyses uit de tabel, tevens de gevoeligheidsanalyses "meer transport" resp. "minder transport" uitgevoerd. De transportafstanden (tkm) worden dan met 50% verhoogd tot 90 km en in de variant "minder transport verlaagd tot 40 km (dus zowel -20% maar ook rekening houden met meer installaties in het land zie rapport).
- (b) Dit betreft de analyse "minder energie"

BIJLAGE 2

LITERATUUR

ARI, 2001

Mondelinge informatie van ARI (Asbestos Recycling, Inc.) te Kent, Washington, Verenigde Staten, februari 2001.

Cordiam, 1998

"Cordiam, een octrooi van het CNR voor de behandeling van asbest", Technieuws, editie 36/9, Italië, september 1998.

IBET, 1999

"Smelten van asbesthoudend afval en ontwikkelen van een waardevol eindproduct", Ontwikkelingsproject in het kader van het programma T2000, Fibrecount NV, AMN B.V., IBET, maart 1999.

IBET, 2000

Mondelinge informatie Ibet, oktober 2000

IVAM, 2001

Schriftelijke informatie, IVAM-UVA, maart 2001.

North Refinery, MER, 1998

Milieu-effectrapport Recycling and Utilities North, MERlijn, OpdenKamp Adviesgroep B.V., juli 1998.

Oskam/ART, 2000

Schriftelijke informatie van de firma Oskam/ART, 1 december 2000.

PEC Groningen, 2000

Milieu-effectrapport Product- en Energiecentrale (PEC) Milieuboulevard Groningen, Gibros PEC B.V. Groningen, 20 november 2000.

Tre-Se-Ne-Rie, 1999

"Onderzoek naar de verwerking van asbest met Tre-Se-Ne-Rie", rapportnr.

R002/3688836/JGC/D02/D, Tauw, mei 1999

Watco, 2001

Schriftelijke informatie verwerkingstarievenindicatie asbestverwijdering, H. Snellink, Watco, 31 januari 2001.