

**Werkrapport TNO/RIVM-activiteiten
in het kader van het project T-2000**

Referentienummer 91-331
Dossiernummer 112322-23113
Datum november 1991
NP

Auteur
G.J. Annokkée – IMET/TNO
A. Hoogenkamp – RIVM/LAE

Met medewerking van
J. Joziase – IMET/TNO

Trefwoorden
– afvalstoffen
– verwerking
– technologieën
– technologiebeleid
– onderzoeksprogramma

Bestemd voor
Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat-Generaal Milieubeheer
Directie Afvalstoffen
Afdeling Verwijderingstechnologie

Samenvatting

De Directie Afvalstoffen (dA) van het Directoraat-Generaal Milieubeheer (DGM) van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) wil met behulp van het project T-2000 ontwikkeling van en onderzoek naar verwerkingstechnologieën voor de zogenaamde PRIAF-afvalstoffen stimuleren. Een van de hulpmiddelen hierbij is een op te stellen meerjaren, technologisch onderzoeksprogramma voor verwerkingstechnologieën.

Het opstellen van dit programma kent verschillende fasen. Deze fasen en de samenhang ervan zijn aangegeven in het rapport "Eerste aanzet; Projectprogramma T2000" van Alons en Partners.

In fase 1 van het project zijn technologieën voor het onderzoeksprogramma geselecteerd. De selectie is gebaseerd op de scores van de technologieën op een aantal door de Afdeling Verwijderingstechnologieën (VT) belangrijk geachte criteria. Deze criteria hadden met name betrekking op milieuhygiënische aspecten; daarnaast hebben technologische en economische aspecten mede een rol gespeeld.

Van de geselecteerde technologieën mag verwacht worden dat ze een belangrijke bijdrage (kunnen) leveren aan de verwerking van de genoemde PRIAF-afvalstoffen.

Voor de geselecteerde technologieën zijn in hoofdlijnen het gewenste onderzoek en de kansrijke ontwikkelingen geformuleerd, zoals deze passen binnen het beleid van de afdeling VT.

Dit werkrapport is een beknopte weergave van de activiteiten die door TNO en RIVM-LAE in het kader van Fase 1 van het project zijn uitgevoerd. Deze activiteiten vloeiden voort uit de gevolgde werkwijze en aanpak. De organisatie van fase 1 van T-2000 was in handen van het bureau Alons en Partners B.V. te Den Haag; deze is beschreven in het rapport "T-2000: een pijler voor het technologiebeleid van de afdeling VT".

Dit werkrapport dient dan ook te zamen met het Alons en Partners-rapport te worden beschouwd.

Fase 1 van het project bestond achtereenvolgens uit de volgende onderdelen:

1. Het selecteren van technologieën voor de verwerking van de PRIAF-afvalstoffen
2. Het opstellen van criteria, waaraan de verwerkingstechnologieën moeten voldoen
3. Het, aan de hand van de criteria, verzamelen van informatie over de verwerkingstechnologieën
4. Het bepalen van een score per technologie op de criteria met behulp van een multicriteria-analyse
5. Selectie van technologieën op basis van de score
6. Aangeven van hoofdlijnen van onderzoeksprogramma's van deze geselecteerde technologieën.

Als kansrijke technologieën zijn geselecteerd:

- Thermische vernietiging
- Deeltjesscheiding
- Immobilisatie
- Hydrometallurgie/Pyrometallurgie.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Inleiding	4
2 De diverse onderdelen en hun samenhang.....	6
3 Keuze van technologieën en van afvalstoffen	8
4 Gegevens van de technologieën	9
5 Multicriteria-analyse	10
6 Selectie van technologieën en clusters	12
7 Hoofdpijnen van onderzoeksprogramma's van de geselecteerde clusters.....	14
8 Evaluatie en discussie	15
9 Verantwoording	16
 <i>Bijlage 1</i>	 <i>A: Verwerkingstechnologieën voor afvalstoffen (betrokken in T-2000) B: Verwerkingstechnologieën voor afvalstoffen (niet meegenomen in T-2000) C: Structurering van technologieën naar technologische en milieu- hygiënische doelstellingen</i>
<i>Bijlage 2</i>	<i>PRIAF-lijst van afvalstoffen</i>
<i>Bijlage 3</i>	<i>A: Toelichting bij de infosheets van de verwerkingstechnologieën B: Infosheets van de verwerkingstechnologieën</i>
<i>Bijlage 4</i>	<i>Matrix: technologieën - PRIAF afvalstoffen</i>
<i>Bijlage 5</i>	<i>A: Structuur van de milieucriteria-analyse B: Scores en valuatie van de criteria C: Weegfactoren</i>
<i>Bijlage 6</i>	<i>Rangschikking van de technologieën volgens de multicriteria- analyse</i>
<i>Bijlage 7</i>	<i>Clustering van de eerste 15 technologieën en rangschikking van de clusters</i>
<i>Bijlage 8</i>	<i>Lopende onderzoeksprogramma's</i>
<i>Bijlage 9</i>	<i>Hoofdpijnen van onderzoeksprogramma's van de geselecteerd clusters</i>

1 Inleiding

Het project T-2000/Fase 1

De afdeling Verwijderingstechnologie (VT) binnen de Directie Afvalstoffen van het Directoraat-Generaal Milieubeheer (DGM) van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) heeft het voornemen onderzoek en ontwikkelingen op het gebied van verwijderingstechnologie voor afvalstoffen te stimuleren. Het project moet leiden tot uitvoering van een meerjaren onderzoek- en ontwikkelingsprogramma, dat het kader biedt voor een in de komende jaren te voeren technologiebeleid van de afdeling VT.

Het bedoelde onderzoekprogramma dient een richtlijn te zijn bij het maken van keuzes ten aanzien van onder andere het sturen van technologische ontwikkelingen in de gewenste richting en de besteding van het onderzoeksbudget van VT.

T-2000 zal zich in eerste instantie richten op technologieën, die toepasbaar zijn op de 75 afvalstromen uit de nota "Selectie prioritaire afvalstoffen" van het RIVM/LAE (zogenaamde PRIAF-stromen).

De projectorganisatie van T-2000 is in handen gegeven van het bureau Alons en Partners B.V. te Den Haag. Dit bureau heeft in samenwerking met opdrachtgever een projectprogramma opgesteld voor de uitvoering van het project. Voor nadere toelichting en details aangaande doelstelling, fasering en uitvoering van dit programma wordt verwezen naar het rapport van Alons en Partners: "Eerste aanzet, Projectprogramma T-2000, Fase 1".

Fase 1 van het project is medio 1990 gestart. Deze fase dient te leiden tot hoofdlijnen van genoemd meerjaren onderzoekprogramma op het gebied van verwerkingstechnologieën voor de PRIAF-stromen.

Ondersteunende werkzaamheden van IMET/TNO en RIVM/LAE in het kader van T-2000

Aan IMET/TNO (afdeling Milieutechnologie) en RIVM/LAE is (in twee fasen) gevraagd een aantal van de in het projectprogramma opgenomen onderdelen uit te voeren (VROM codes: 110283.01 VP nr. 130110 en 110283.02 VP nr. 130150).

Deze werkzaamheden waren:

1. Het selecteren van technologieën voor de verwerking van de PRIAF-afvalstoffen
2. Het opstellen van criteria, waaraan de verwerkingstechnologieën moeten voldoen
3. Het, aan de hand van de criteria, verzamelen van informatie over de verwerkingstechnologieën
4. Het bepalen van een score per technologie op de criteria met behulp van een multicriteria-analyse
5. Selectie van technologieën op basis van de score
6. Aangeven van hoofdlijnen van onderzoeksprogramma's van de geselecteerde technologieën.

Status van de uitgevoerde onderdelen en het verslag

Zoals reeds eerder is aangegeven, zijn bovengenoemde onderdelen uitgevoerd conform een door Alons en Partners opgestelde planning. De in deze planning beschikbare tijdsruimte voor de uitvoering was beperkt. Dit heeft geleid tot de volgende restricties met betrekking tot de inhoudelijke uitvoering van de onderdelen:

- De meeste onderdelen zijn uitgevoerd door twee personen; te weten: de auteurs G.J. Annokkée (TNO) en A. Hoogenkamp (RIVM/LAE); J. Joziase was verantwoordelijk voor de programmatuur van de multicriteria-analyse.

De uitwerking van de diverse onderdelen is door beide auteurs geschied op basis van eigen kennis en ervaring; er is beperkt gebruik gemaakt van binnen TNO en RIVM aanwezige informatie (onderzoeken, studies, etc.).

Bij sommige onderdelen, in het bijzonder waarbij er sprake is van inschatting van de mogelijkheden van de technologieën (input multicriteria-analyse), is er dus sprake van een min of meer subjectieve inschatting van de genoemde personen.

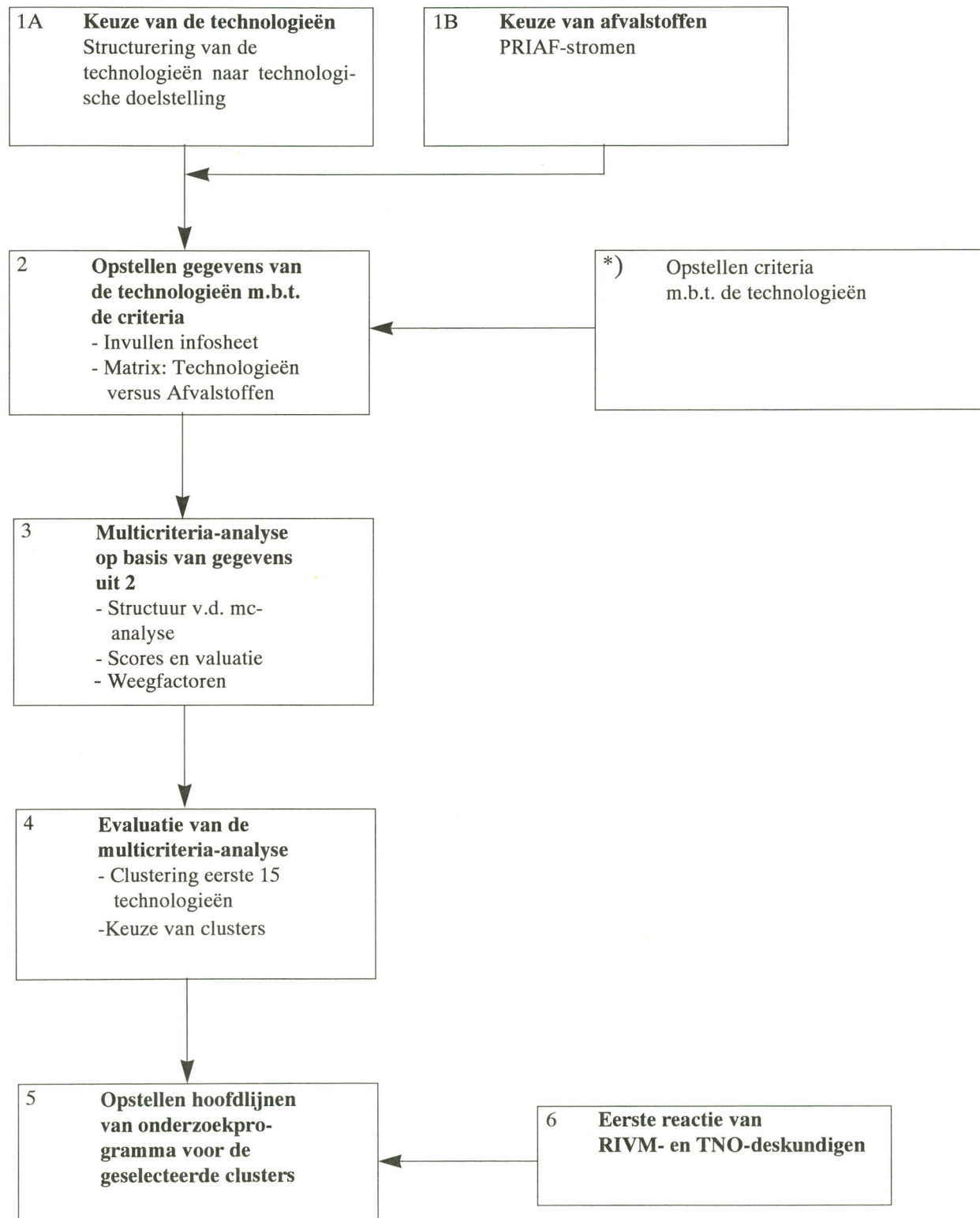
- Uitwerking heeft (nog slechts) globaal plaatsgevonden; bij de interpretatie van de resultaten dient hiermee rekening gehouden te worden. De resultaten dienen derhalve beschouwd te worden als richtinggevend.

Wel is het uiteindelijke resultaat van Fase 1, te weten de hoofdlijnen van een meerjaren onderzoeksprogramma, voorgelegd aan een aantal RIVM- en TNO-deskundigen. Deze hebben hierop een eerste reactie gegeven. In het geval dat de beide auteurs met het commentaar instemden, is dit in het opgestelde onderzoeksprogramma verwerkt. De punten, waarover geen overeenstemming bestond, zijn weergegeven in Bijlage 8.

Gezien het voorgaande, dient dit verslag opgevat te worden als een werkrapport. Het heeft uitsluitend betrekking op de door TNO/RIVM uitgevoerde onderdelen. Voor de samenhang van deze onderdelen binnen het totale project T-2000, alsmede motivering en argumentatie van de uitvoering wordt verwezen naar het eindrapport van deze fase van Alons en Partners.

2 De diverse onderdelen en hun samenhang

De gedetailleerde samenhang tussen de diverse onderdelen (en sub-onderdelen) zijn aangegeven in het rapport van Alons en Partners. Voor de leesbaarheid van dit werkrapport is in het navolgende schema - op vereenvoudigde wijze - de structuur van de verschillende onderdelen aangegeven. Nadere toelichting op deze onderdelen zijn gegeven in de hoofdstukken 3 tot en met 7.



*) Behoort niet tot TNO/RIVM-werkzaamheden (zie rapport Alons en Partners)
De hoofdonderdelen zijn vetgedrukt; sub-onderdelen normaal

3 **Keuze van technologieën en van afvalstoffen**

Keuze van technologieën en structurering

De verwerkingstechnologieën, die in eerste instantie zijn geselecteerd voor het project, zijn weergegeven in Bijlage 1A (nr. 1 tot en met 30).

Deze technologieën zijn afkomstig uit een door TNO (rapport nr. 90-265) voor het Informatiesysteem Technologieën opgesteld overzicht. Dit informatiesysteem wordt door het RIVM in opdracht van VROM/DGM opgesteld.

Het bedoelde overzicht geeft een min of meer compleet beeld van de verwerkings-technologieën voor afvalstoffen. Het overzicht betreft zowel reeds toegepaste als in ontwikkeling/onderzoek verkerende technologieën.

Ten behoeve van de multicriteria-analyse zijn de technologieën gestructureerd in drie groepen naar hun technologische hoofddoelstelling; te weten:

- Scheiding van de afvalstof in verschillende componenten/fracties
- Vernietiging (of ontleding in minder vervuilende stoffen) van de afvalstof
- Vermindering mobiliteit van de vervuilende stoffen.

Binnen deze groepen zijn de technologieën samengenomen in clusters op basis van hun min of meer analoge werking/principe.

Nadere toelichting op deze indeling is gegeven in Bijlage 1C.

Een aantal van de in het overzicht opgenomen technologieën zijn niet meegenomen in T-2000. De belangrijkste reden hiervoor is dat (op voorhand) de potentie van deze technologieën ten aanzien van de verwerking van de PRIAF-stromen gering wordt geacht.

De niet-meegenomen technologieën zijn vermeld in Bijlage 1B.

Keuze van de afvalstoffen

Het project T-2000 is in eerste instantie gericht op de zogenaamde PRIAF-stromen. Dit zijn de 74 afvalstromen uit de nota "Selectie prioritaire afvalstoffen" van het RIVM/LAE. Huishoudelijk afval is er aan toegevoegd.

De 75 afvalstromen zijn opgenomen in Bijlage 2.

4 Gegevens van de technologieën

Infosheets van de technologieën

Door de afdeling VT zijn criteria opgesteld, waaraan de technologieën via een multicriteria-analyse getoetst werden (zie hoofdstuk 5). De keuze van deze criteria viel buiten de werkzaamheden van TNO/RIVM; zie hiervoor het rapport van Alons en Partners.

Per technologie zijn in een infosheet de gegevens met betrekking tot de gehanteerde criteria gebundeld. De infosheets zijn opgenomen in Bijlage 3.

Voorafgaand aan de sheets is een nadere toelichting gegeven van de betreffende criteria en de ingevulde gegevens.

De informatie van de infosheets heeft als input gediend voor de multicriteria-analyse.

Ten behoeve van het criterium: Breedte van de toepassing van de technologie (aantal PRIAF-stromen, waarop de technologie (in principe) toepasbaar is) is een matrix opgesteld van de technologieën versus de PRIAF-stromen. Deze matrix is opgenomen in Bijlage 4.

Discussie:

Van de verschillende technologieën - met name de nieuwe, in ontwikkeling zijnde - is een aantal criteria slechts met een grote mate van onzekerheid in te vullen. Bij de uitvoering van de multicriteria-analyse is hiermee rekening gehouden.

5 Multicriteria-analyse

Structuur

De structuur van de multicriteria-analyse is gegeven in Bijlage 5A.

In de structuur zijn duidelijk de drie hoofdgroepen van criteria te herkennen; te weten: milieuhygiënische, technologische en economische.

Binnen deze groepen zijn de verschillende criteria ondergebracht.

Scores en valuatie

De per criterium ingevulde gegevens dienen “omgerekend” te worden tot een score. De wijze van omrekening van de gegevens is gegeven in Bijlage 5B.

Voorts dient aan deze score een waarde (tussen 0 en 1) toegekend te worden; deze waarde-toekenning (valuatie) is eveneens opgenomen in Bijlage 5B.

Weegfactoren

Tenslotte dienen aan de verschillende criteria weegfactoren toegekend te worden. Deze weegfactoren geven in feite het (relatieve) belang weer dat wordt gehecht aan de diverse criteria.

In bijlage 5C is aangegeven met welke weegfactoren de multicriteria-analyse is uitgevoerd.

De weegfactoren zijn gekozen in samenspraak met opdrachtgever (zie hieronder: Discussie).

Uitvoering

De multicriteria-analyse is uitgevoerd met een door TNO ontwikkeld computer-programma.

Resultaat

Het uiteindelijke resultaat van de multicriteria-analyse is een rangschikking van de technologieën op basis van de scores van deze technologieën op de gehanteerde criteria.

Deze rangschikking is gegeven in Bijlage 6.

Discussie:

- Aan de absolute hoogte van de waardering (score) van de technologieën mag geen belang toegekend worden.

De rangschikking geeft (niets meer en niets minder) aan dat naarmate een technologie hoger in de rangschikking staat, deze technologie meer scoort op de gehanteerde criteria.

- Een beperkt uitgevoerde gevoeligheidsanalyse heeft aangetoond dat het discriminerend vermogen van de multicriteria-analyse als voldoende beschouwd mag worden. Bij deze exercitie is een aantal weegfactoren (met name van de hoofdgroepen van criteria: milieuhygiëne, technologie en economie) gevarieerd. Bekeken is in welke mate deze variaties van invloed zijn op de rangschikking van de technologieën.

De gegevens van deze “gevoeligheidsanalyse” zijn niet in dit werkrapport opgenomen.

Het verdient aanbeveling de uitkomst van de multicriteria-analyse voor te leggen aan een panel van deskundigen, die nog eens met een kritisch oog de uitkomst bekijken. Deze werkwijze is in het project nog slechts beperkt gevolgd. Door de reeds vermelde gevoeligheidsanalyse zijn de variaties in de weegfactoren in relatie gebracht met de mate van onzekerheid, waarmee sommige criteria zijn ingevuld. Met een klein groepje van (TNO- en RIVM-) deskundigen is daarna naar de uitkomsten gekeken.

Uiteindelijk zijn weegfactoren gekozen, die zowel recht deden aan het belang van de verschillende hoofdgroepen van criteria (milieuhygiënische, technologische en economische) als aan de “hardheid” van de ingevulde gegevens op de verschillende criteria. In het rapport van Alons en Partners is de argumentatie gegeven, die heeft geleid tot de uiteindelijke keuze van de weegfactoren. Door de groep deskundigen werd de uitkomst als “logisch” beschouwd.

6 Selectie van technologieën en clusters

Selectie van technologieën

De rangschikking van de technologieën volgens de uitgevoerde multicriteria-analyse was de basis voor de keuze van die technologieën, waarop - overeenkomstig de doelstellingen van het project T-2000 - met voorrang technologische ontwikkelingen gestimuleerd dienen te worden. In het verband van de opdracht aan TNO/RIVM betekende dit het opstellen van hoofdlijnen van een technologisch onderzoeksprogramma van deze technologieën.

In samenspraak met opdrachtgever is besloten de eerste 15 technologieën (eerste helft) van de rangschikking voor verdere uitwerking te selecteren (zie voor argumentatie rapport van Alons en Partners).

technologie-clusters

Bij nadere analyse van deze 15 technologieën bleek dat deze behoren tot zes (van de 12) clusters van technologieën, zoals deze zijn onderscheiden in de lijst van technologieën (bijlage 1A). Clustering van de technologieën van deze lijst is geschied op basis van de min of meer identieke werking/principe en technologische doelstelling van de betreffende technologieën.

Wederom is in overleg met opdrachtgever overeengekomen dat niet de geselecteerde, individuele technologieën in beschouwing genomen worden, maar de clusters, waartoe ze behoren. Als belangrijke overweging hierbij heeft gegolden dat juist een brede benadering van min of meer "gelijksoortige" technologieën (met andere woorden technologieën met een min of meer identiek technologisch doel) het onderzoek- en ontwikkelingsprogramma een meerwaarde zullen geven.

De clusters zijn gerangschikt volgens hun "gemiddeld" rangnummer. Dit is het gemiddelde van de rangnummers van de individuele technologieën behorende tot de betreffende cluster, zoals deze uit de multicriteria-analyse naar voren zijn gekomen. Deze rangschikking is gegeven in Bijlage 7.

In deze rangschikking zijn de clusters Hydrometallurgie en Pyrometallurgie tezamen genomen tot een (gecombineerde) cluster. De reden hiervoor is dat beide technologieën eenzelfde technologisch doel hebben, te weten het verwijderen van (zware) metalen uit een afvalstof. De mening heerste dat deze twee technologieën binnen één cluster bekeken dienen te worden. Met name omdat er weinig bekend is van Pyrometallurgie en dat een verkennende studie naar de mogelijkheden van deze technologie als zeer zinvol wordt beschouwd; zeker om de afweging tussen deze technologie met Hydrometallurgie te kunnen maken.

Voorts is besloten de cluster Ontwateren/drogen (technologie: fysisch/ mechanisch) niet mee te nemen bij het opstellen van de hoofdlijnen van het onderzoeksprogramma. Bij nader inzien wordt de milieuhygiënische "winst", die met deze technologie behaald kan worden, als te gering gekwalificeerd. Dat deze technologie toch hoog gescoord heeft in de multicriteria-analyse is het gevolg van het feit dat deze technologie toegepast wordt op baggerspecie (4x opgenomen in de PRIAF-lijst) en dat bij de invulling van het effect van deze technologie er van uitgegaan is dat na ontwateren een "inzetbaar" produkt wordt verkregen; dit is (achteraf) bij baggerspecie de vraag.

Werkrapport TNO/RIVM-activiteiten in het kader van het project T-2000

Het voorgaande houdt in dat uiteindelijk 4 technologie-clusters resteren, waarvoor de hoofdlijnen voor (technologisch) onderzoek opgesteld zullen worden; te weten:

- Thermische vernietiging
- Deeltjesscheiding
- Immobilisatie
- Hydrometallurgie/Pyrometallurgie.

7 Hoofdpijnen van onderzoeksprogramma's van de geselecteerde clusters

Van de 4 geselecteerde clusters van technologieën zijn de hoofdpijnen opgesteld van onderzoeksprogramma's. Deze programma's, alsmede enige kanttekeningen en toelichting hierbij, zijn opgenomen in Bijlage 8.

8 Evaluatie en discussie

De auteurs hechten er aan enkele (kritische) kanttekeningen te plaatsen bij de door hen uitgevoerde werkzaamheden; deze zijn “gegoten” in een opsomming van sterke en zwakke punten van de gevolgde werkwijze. Het is op te vatten als een beknopte evaluatie en discussie. Op basis hiervan worden enkele aanbevelingen voor het vervolg van deze fase van het project gedaan.

Sterke punten:

- Criteria voor de beoordeling van de verwerkingstechnologieën zijn opgesteld op basis van de belangrijkste uitgangspunten van het overheidsbeleid inzake verwerking van afvalstoffen (onder andere de “verwijderingsladder).
- Een poging is gedaan deze criteria, die altijd impliciet bij beoordeling van technologieën gehanteerd werden, min of meer expliciet te maken.
- Er is op basis van de opgestelde criteria met behulp van een multicriteria-analyse gepoogd een systematische beoordeling te geven van de verwerkingstechnologieën. Hierbij werden “persoonlijke (voor)oordelen” zoveel mogelijk uitgeschakeld.
- Er is een koppeling gemaakt van de technologieën en de PRIAF- afvalstoffen, waarop deze technologieën (mogelijk) toepasbaar zijn.

Zwakke punten:

- Gezien de noodzaak tot een snelle afronding van deze fase van het project was het niet mogelijk gedetailleerde gegevens met betrekking tot technologieën en PRIAF-afvalstoffen snel te achterhalen.
- De criteria, waarop de technologieën beoordeeld werden, zijn niet eenduidig, consequent en objectief in te vullen. Met name geldt dit voor de gehanteerde criteria betreffende de hoeveelheid en kwaliteit van de reststoffen, die bij toepassing van de technologie ontstaan.
- Bij de beoordeling van de verschillende criteria van een technologie is soms uitgegaan van inpassing van deze technologie in een verwerkingsproces of -route. Omdat het gereedschap hiertoe niet voorhanden was, is dit voor alle technologieën niet systematisch en consequent uitgevoerd.

Aanbevelingen:

De uitgevoerde Fase 1 van het project T-2000 is een goede aanzet geweest technologieën aan de hand van criteria systematisch te toetsen. Van de opgedane kennis zal gebruik gemaakt moeten worden voor het opstarten van een vervolgproject, waarin met grotere zorgvuldigheid de noodzakelijke informatie verzameld zal moeten worden, waardoor een verdere verfijning van de multicriteria-analyse mogelijk wordt.

Door het betrekken van meningen/inschattingen van meerdere deskundigen, of het eventueel uitvoeren van studies om de noodzakelijk informatie te verzamelen, zou de subjectiviteit voor een belangrijke mate ondervangen kunnen worden. Dit pleit ervoor het vervolg van T-2000 een meer structurele basis te geven; bij voorkeur binnen de reguliere activiteiten van RIVM/LAE.

9 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat - Generaal Milieubeheer
Directie Afvalstoffen
Afdeling Verwijderingstechnologie

Namen en functies van de medewerkers

G.J. Annokkée	(IMET-TNO)
A. Hoogenkamp	(RIVM/LAE)
J. Joziase	(IMET-TNO)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
n.v.t.

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
januari 1991 tot november 1991

Ondertekening

G.J. Annokkée
onderzoekleider

Goedgekeurd door

Ing. H.J. van Veen
werkgroep leider

BIJLAGE 1

* Indeling naar:

- Technologische hoofddoelstelling: groepen A,B en C (toelichting op deze indeling: zie bijl.1C)
- Min of meer analoge werking/principe: groepering in 12 clusters (binnen de bovengenoemde groepen A, B en C): clusters I t/m XII; onderstaand **vetgedrukt** aangegeven.
- Binnen de clusters: de onderscheiden technieken 1 t/m 30

Bron: Structurering van technieken voor het RIVM-informatiesysteem Technieken
TNO-rapport: 90-265

A. SCHEIDING VAN DE AFVALSTOF IN VERSCHILLENDE COMPONENTEN/FRACTIES

Cluster I: Fysisch/mechanische (deeltjes)scheidingstechnieken:

Scheiding van "deeltjes"/materialen (vaste stof; zowel anorganisch als organisch); veelal toegepast als voorbewerking om vervolgens de gescheiden fracties separaat en specifiek verder te verwerken.

1. Droge deeltjesscheiding -op verschil in grootte
 - droge zeving
 - sorteren (handmatig, geautomatiseerd)
2. Idem -op verschil in grootte en dichtheid
 - windziften/ziften
3. Idem -op verschil in magn./electr. eigenschappen
 - magnetische scheiding
 - electrostatische scheiding
 - Eddy-current scheiding
4. Idem -op verschil in vorm (cubiciteit)
 - triltechnieken (trilgoten, triltafels, e.d.)
5. Natte deeltjesscheiding -op verschil in grootte
 - natte zeving
 - vloeistofzeving
 - filtratie (zanfiltratie, multimedia filtratie)
 - microfiltratie
6. Idem -op verschil in grootte en dichtheid
 - coagulatie/flocculatie
 - coalescentie
 - sedimentatie
 - flotatie, schuimscheiding
 - centrifugering
 - hydrocyclonage
 - dichtheidsscheiding (vet/olie)
 - drijf-zinktechnieken, zwaar mediumscheiding (gebonden, ongebonden)
 - jiggen (drijf-zink met pulserende stroom)
 - schudtafel
 - spiraalvormige stroomgoot (Humphrey)
 - tilting frame, Bartles-Mozley proces
 - Vanner techniek (opwaartse band; neerwaartse waterstroom)
 - Reichert-cone separatie
 - pinched-sluiice techniek
 - revolving round table
7. Idem -op verschil in magn. eigenschappen
 - hoge-gradiënt magnetische scheiding (HGMS)

Cluster II: Ontmantelen/slopen

8. Ontmantelen/slopen
 - selectief
 - gemechaniseerd (robotica)

Cluster III: Hydrometallurgie (verwijdering en ev. terugwinning van zware metalen):

Uitloggen van zware metalen uit een vaste afvalstof; gevolgd door opwerking van de extractievloeistof

9. Extractie/Oplossen/Uitloggen uit vaste stof (ev. in combinatie met chemische reactie); ook Bioleaching
Dit is de voorbewerking, waarbij de metalen uit de afvalstoffen worden geëxtraheerd. Vervolgens dienen de volgende (concurrerende/"uitwisselbare") technieken (al of niet in combinatie met elkaar) toegepast te worden gericht op het verwijderen en ev. terugwinnen van de metalen uit de extractie-vloeistof:
 - met zuur
 - met detergents
 - met complexvormers
 - ammoniak
 - bioleaching (bijv. Thiobacilli)
10. Ionenwisseling
 - vaste ionenwisselaars (polymeren, harsen)
 - vloeibare ionenwisselaars
11. Electrochemische reductie/metalen (elektrolyse, cementatie)
 - elektrolyse
 - cementatie
12. Precipitatie/kristallisatie (bijv. korrelreactor)
 - precipitatie als hydroxyde, carbonaat, sulfide
 - korrelreactor
 - selectieve precipitatie
 - chemische defosfatering
13. Solvent-extractie

Voorts kunnen voorafgaand aan toepassing van deze technieken (10 t/m 13) membraantechnieken (zoals pertractie) ingezet worden om de extractievloeistof (waar nodig) te concentreren:
14. Membraanscheidingstechnieken
 - micro-, ultra-, hyperfiltratie (omgekeerde osmose)
 - ultrafiltratie van micellen
 - (electro)dialyse
 - pertractie
 - pervaporatie
 - membraandestillatie

Cluster IV: Pyrometallurgie (verwijdering en ev. terugwinning van zware metalen)

Thermische behandeling, waarbij zware metalen bij hoge temperaturen uit de afvalstof worden "gedampt" en "opgevangen" voor verdere verwerking.

15. Pyrometallurgie

Cluster V: "Uitdampen" van organische (vloeï-)stoffen

Behandelingen gericht op het scheiden van vloeibare, organische stoffen als oplosmiddelen (destillatie) of het verwijderen van dergelijke stoffen uit vaste of vloeibare afvalstoffen (strippen).

16. Destillatie (ééntraps, rectificierend, gefractioneerd)
17. Strippen (lucht-, stoom-, vacuüm-)

Cluster VI: Adsorptie van (vnml. organische) stoffen aan een adsorbens

Deze techniek betreft vnml. het verwijderen van opgeloste of gesuspendeerde organische stoffen uit waterige afvalstromen.

18. Adsorptie
 - aan actieve kool
 - aan biosorbentia
 - aan overige adsorbentia (zeolieten, alumina, harsen, polymeren)

Cluster VII: Ontwateren/drogen

Deze bewerking is er op gericht de waterige afvalstof in volume en massa te reduceren door het verwijderen van het water. Deze bewerking kan noodzakelijk zijn om verdere verwerking mogelijk dan wel gemakkelijker te maken; vaak dient het uitsluitend om de afvoer- en storkosten te verminderen.

19. Ontwateren/drogen - thermisch
 - verdamping (directe/indirecte verhitte, meertraps)
 - Carver-Greenfield
 - stoomdrogen
 - vriesdrogen
20. Ontwateren/drogen - fysisch/mechanisch
 - mechanische ontwatering (ontwateringszeef, filterpers, zeefbandpers, decanteercentrifuge, trommelfilter)
 - electro-acoustische ontwatering
 - electro-osmotische ontwatering

B. VERNIETIGING (OF ONTLEDING IN MINDER VERVUILENDE STOFFEN) VAN (EEN DEEL VAN) DE AFVALSTOF

Cluster VIII: Thermische vernietiging (organische stoffen)

Bij deze technieken wordt de organische stof thermisch vernietigd door verbranding (oxidatie) of door pyrolyse of vergassen (reductie)

21. Verbranding (+ naverbranding)
 - thermische behandeling (draaitrommeloven), wervelbedoven, roosteroven
tweetrapsoven, infraroodoven)
22. Natte-lucht oxydatie (sub- en super-kritisch)
23. Pyrolyse/Vergassen

Cluster IX: Thermische ontleding (organische stoffen, als Cl-kws)

Ook bij deze technieken vindt een thermische vernietiging plaats. Het verschil met de cluster VIII-technieken is dat de vernietiging minder totaal is; het is gericht op het min of meer selectief verwijderen van een component of het afbreken van een structuur.

24. Dehalogenering
 - thermisch
 - katalytisch (UV-dechlorering, radiolytische dechlorering, KTI-, UOP-proces)
25. Depolymeriseren/devulkaniseren
 - katalytische depolymerisatie
 - devulkanisering van rubber

Cluster X: Chemische ontleding van org. stoffen (in minder vervuilende stoffen)

Chemische methoden gericht op de ontleding van organische stoffen tot minder vervuilende stoffen.

26. Ontleding
 - oxydatie
 - . m.b.v. oxydatiemiddelen (H_2O_2 , O_3 , Cl_2 , HNO_3 , KMnO_4 , e.a.)
 - . gekatalyseerd door (UV)-licht (ev. in combinatie met ox.middel)
 - . gekatalyseerd door UV-licht en halfgeleiders (fotoconversie)
 - reductie
 - . m.b.v. diverse reductiemiddelen
 - . katalytisch
 - hydrolyse
 - . gekatalyseerd door zuren/basen (HKW's, kunststofafval)
 - . gekatalyseerd door enzymen
 - electrochemische oxydatie (electrolyse)

Cluster XI: Biologische vernietiging en/of ontleding van org. stoffen (in minder vervuilende stoffen)

27. Aerobe ontleding (composteren, stabilisatie zuiveringsslib)
28. Anaerobe ontleding (vergisting: meso- en thermofiel)

C. VERMINDERING MOBILITEIT VAN DE VERVUILLENDE STOFFEN**Cluster XII: Immobilisatie**

Bewerkingen gericht op het verminderen van de mobiliteit/uitloogbaarheid van verontreinigende stoffen uit de afvalstof. Het immobilisaat kan onder bepaalde voorwaarde (veelal laagwaardig) nuttig toegepast worden; ook kan er sprake zijn van het storten in een lichter regiem (dan de oorspronkelijke afvalstof).

29. Thermische immobilisatie (vitrificatie)
30. Niet-thermische immobilisatie (chemisch; met anorg./org. middelen)

Bijlage 1B: VERWERKINGSTECHNIEKEN VOOR AFVALSTOFFEN:
NIET MEEGENOMEN IN T-2000

Zoals is aangegeven, zijn de in bijlage 1A vermelde verwerkingstechnieken (1 t/m 30) voor afvalstoffen afkomstig van het bij het RIVM/LAE in voorbereiding verkerende Informatiesysteem Technieken. In het TNO-rapport "Structurering van technieken voor het informatiesysteem technieken", (Ref.nr. 90-265) zijn deze technieken naar hun werking gerangschikt.

Een aantal van de in genoemd rapport opgenomen technieken zijn niet meegenomen voor in de T-2000 acties. De belangrijkste reden hiervoor is dat van de technieken te weinig bekend is (in ieder geval ontbreekt het aan voldoende informatie voor het uitvoeren van de multicriteria-analyse; zie later). Voorts is op voorhand van een aantal technieken bekend dat de potentie van deze technieken t.a.v. verwerking van afvalstoffen zeer gering is.

De technieken zijn:

- smelpuntscheiding
- vriesconcentrerend
- eutectisch vriezen
- electroforese
- optische scheiding
- verkleinen/vermalen (is geen verwerking, maar voorbereiding)
- plasmareactor.

Het verdient aanbeveling deze technieken in een later stadium van het project T-2000 opnieuw voor selectie te beschouwen.

BIJLAGE 1C: STRUCTURERING VAN TECHNOLOGIEËN NAAR TECHNOLOGISCHE EN MILIEUHYGIENISCHE DOELSTELLINGEN

Bij de doelstellingen, die met toepassing van verwerkingstechnologieën voor afvalstoffen worden nagestreefd, kan onderscheid gemaakt worden in technologische (onderverdeeld in hoofd- en neven-) en milieuhygiënische doelstellingen. De laatste volgen veelal uit de eerste.

Onderstaand wordt dit met een aantal voorbeelden duidelijk gemaakt.

- **Technologische doelstelling**
Wat is het hoofddoel van de bewerking; met welk oogmerk wordt het toegepast?
Bijv. verbranden=vernietigen van de (prioritaire) stof, die verbrand kan worden; precipitatie= verwijderen (prioritaire) stof uit bulk
Wat wordt - afgezien van het hoofddoel - al of niet onbedoeld nog meer bereikt met de technologie?
Bijv. verbranden=volumevermindering, concentrering van een andere (prioritaire) stof (die niet verbrand kan worden); precipitatie=concentrering van de (prioritaire) stof.
- **Milieuhygiënische doelstelling**
Welke van de drie "enige" milieuhygiënische doelstellingen wordt bereikt: hergebruik, nuttige toepassing of storten (licht of zwaar regime)? Deze milieuhygiënische doelstellingen zijn in feite de (eind)bestemmingen van de afvalstof.
Bijv. verbranden leidt tot assen/slakken, die (ev. na immobilisatie) nuttig toegepast worden, dan wel gestort moeten worden (wellicht in een ander regime dan de oorspronkelijke afvalstof; echter wel minder volume).

De technologieën uit Bijlage 1A zijn ingedeeld naar de volgende (enige) drie technologische hoofddoelstellingen:

- A. Scheiding van de afvalstof in verschillende componenten/fracties**
De afvalstof wordt gescheiden in componenten/fracties met het oogmerk een deel van deze fracties voor hergebruik of nuttige toepassing te benutten. Een (ander) deel van de afgescheiden fracties zal niet hergebruikt kunnen worden en zal (verder) verwerkt of gestort dienen te worden.
- B. Vernietiging (of omzetting in minder vervuilende stoffen) van de afvalstof**
Hierbij wordt de afvalstof - zoveel als mogelijk is - vernietigd of omgezet in een minder schadelijke stof. Van totale vernietiging (of omzetting) is veelal geen sprake; er blijft doorgaans een reststof over. Deze dient verder verwerkt te dan wel gestort te worden.
- C. Vermindering mobiliteit van de vervuilende stoffen (immobilisatie)**
Dit zijn bewerkingen gericht op het verminderen van de mobiliteit/uitloogbaarheid van verontreinigende stoffen uit de afvalstof. Het immobilisaat kan onder bepaalde voorwaarden (veelal laagwaardig) nuttig toegepast worden; ook kan er sprake zijn van het storten in een lichter regiem (dan de oorspronkelijke afvalstof).

BIJLAGE 2

BIJLAGE 2: PRIAF-LIJST VAN AFVALSTOFFEN

Onderstaand is de zg. PRIAF-lijst van afvalstoffen gegeven.
Er aan toegevoegd is huishoudelijk afval (nr. 0).

Volg nr.	Nr.	Afvalstof	Volg nr.	Nr.	Afvalstof
0		Huishoudelijk afval	38	29	TV's
1	38	Jarosiet	39	58	Slak verbranding chemisch afval
2	53	Mestoverschotten	40	66	Vliegas verbranding chemisch afval
3	32	Bouw- en sloopafval	41	48	Afval uit prod. van vinylchloride monomeer
4	59	Slak verbranding huish.- en bedrijfsafval	42	33	Calvanoslibs
5	14	Baggerspecie klasse III Rijnmond	43	21	Boorgruis
6	7	Autowrakken	44	22	Condensatoren
7	13	Baggerspecie klasse II Rijnmond	45	23	Productieafval bestrijdingsmiddelen
8	15	Baggerspecie klasse IV Rijnmond	46	19	Afgewerkte bleekarde slurry
9	39	Batterijen	47	30	Gasontladinglampen
10	67	Vliegas verbranding huis- en bedrijfsafval	48	42	Gips (filterkoek) fosfaatbereiding
11	56	Halogeenkoolwaterstof houdend afval	49	28	Fluorescentie slib
12	60	Straalgrit	50	49	Ladingsrest; ballastwater, chem. (incl. eetb. olie)
13	72	Zuiveringsslib, communale installaties	51	3	Afgewerkte actieve kool drinkwaterproductie
14	46	Kunststofafval	52	17	Bestrijdingsmiddelen, afkomstig van land-tuinbouw
15	63	Verven, spuitafval	53	65	Afvalstoffen houtreiniging
16	61	Verpakkingsafval uit huishoudens	54	5	Afgewerkte actieve kool vloeistofzuivering
17	36	Oxy (kalk) slik	55	31	Oliehoudende filters uit garages
18	41	Silicaatslak fosforbereiding (fosforslak)	56	18	Bijslag-olie
19	6	Shredderafval	57	51	Ladingsrestanten; waswater (olie)
20	12	Baggerspecie klasse I Rijnmond	58	8	Amalgaam
21	45	Fosforzuurgips	59	44	Arsen-sulfide fosfaatbereiding
22	1	Afgewerkte olie	60	70	Zuiveringsslib; raffinaderijen
23	74	Verontreinigde grond	61	24	Afval formulering bestrijdingsmiddelen
24	50	Ladingsrestanten waswater chem. + eetb. olie	62	40	Kwikgevulde thermometers
25	16	Beitsbaden thermische verzinkerijen	63	73	Zuurteer
26	11	Ziekenhuisafval	64	37	Afval Houtverduurzaming
27	54	Metallurgisch afval lood- en tinproductie	65	4	Afgewerkte actieve kool t.b.v. gaszuivering
28	68	Vliegas steenkoolverbranding	66	26	Filterkaarsen + slib aardgaszuivering
29	35	Hoogovenslib fijne fractie	67	57	Oplosmiddelen niet-halogeenhoudend
30	9	Asbestafval remvoertuigen	68	52	Ladingsrestanten; ballastwater (olie)
31	55	Ontkinkingsslib	69	2	Actief kool pootaardappelteelt + slib
32	69	Zuiveringsslib synth. garen- en vezelind.	70	47	PVC weekmaker restant
33	62	Verfafval, algemeen en ontlakking	71	27	Fluorescentiepoederafval
34	25	Drinkwaterslib	72	71	Zuiveringsslib; cokes-teerdestillatie
35	64	Verfafval, ontlakking	73	20	Residu boorspoeling
36	10	Asbestcement productieafval	74	34	Hardingszouten en -slib
37	43	Zinkcalcinaat fosforbereiding			

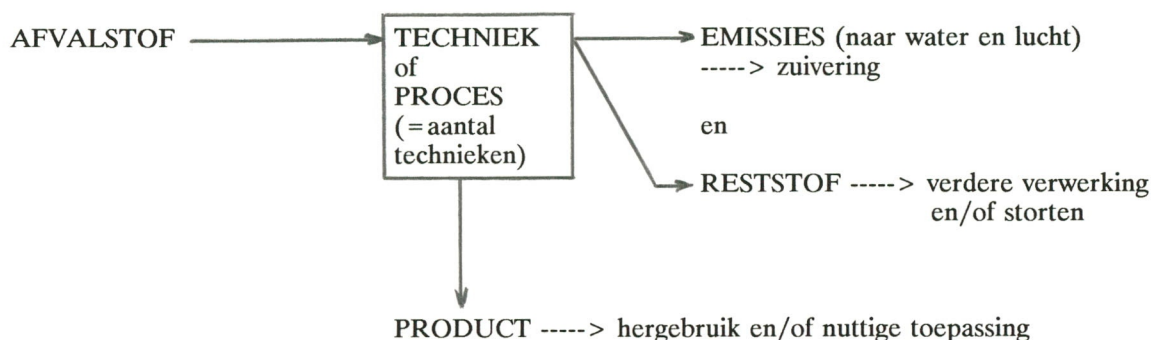
BIJLAGE 3

BIJLAGE 3A:**TOELICHTING BIJ DE INFOSHEETS VAN DE
VERWERKINGSTECHNIEKEN**

In de infosheets zijn per techniek de geselecteerde criteria nader ingevuld. De ingevulde waarden of beoordelingen van deze criteria dienen als input voor de multicriteria-analyse. Het is hierbij van essentieel belang dat elk van de criteria op een eenduidige wijze wordt geïnterpreteerd. Hiertoe dient navolgende omschrijving van en toelichting bij de betreffende criteria.

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA

Bij de milieuhygiënische criteria wordt het volgende algemene, vereenvoudigd schema gehanteerd.



De meeste van de gehanteerde (en hierna omschreven) milieuhygiënische criteria worden voor een belangrijk deel bepaald door de te behandelen afvalstof en in mindere mate door de techniek. Door per techniek van deze criteria aan te geven op hoeveel van de PRIAF-afvalstoffen deze techniek betrekking heeft of een rol speelt (in sommige gevallen bovendien nog per afvalstof in welke mate) is een koppeling tot stand gebracht tussen deze criteria en alle PRIAF-afvalstoffen.

A. INVOER (Breedte toepassing)**1. Aantal PRIAF-stromen, waarop de techniek in principe toepasbaar is.**

Bij dit criterium is gebruik gemaakt van de matrix: Technieken - PRIAF afvalstoffen (Bijlage 4). In deze matrix is aangegeven, welke van de technieken toegepast kunnen worden op de PRIAF - afvalstoffen. Hierbij is onderscheid gemaakt in:

- techniek reeds in praktijk toegepast op de betreffende afvalstof (code: p)
- toepassing van de techniek op de betreffende afvalstof in onderzoek; of onderzoek heeft ooit plaatsgevonden (code: o)
- toepassing van de techniek op de betreffende afvalstof is in principe mogelijk (code: m).

Het oordeel dat de techniek in principe toepasbaar is op een afvalstof, is gebaseerd op de overeenkomst tussen de eigenschappen van de technologie en die van de afvalstof. Van de technologie-gebonden eigenschappen zijn dit met name het werkingsprincipe en/of aard van de stof, waarop de technologie aangrijpt; voor de afvalstof betekent het in het bijzonder de fysisch/chemische aard en samenstelling.

De scores van de technieken in de matrix (p, o en m) zijn bij de technieken vermeld in Bijlage 4.

Bij de verwerking van een afvalstof kan er sprake zijn van toepassing van slechts één techniek (met enige voor- en/of nabehandelingstapppen, die i.h.k. van T 2000 overigens niet relevant zijn om als aparte techniek onderscheiden te worden; dit zijn algemene procestechnologische voor- of nabewerkingen), òf bestaat de verwerking uit een proces, waarin verschillende, duidelijk te onderscheiden technieken worden toegepast.

Voor wat betreft dit laatste worden in de infosheets per afvalstof alle technieken meegenomen, waarvan verwacht wordt dat ze (alléén of in een proces gecombineerd met andere technieken) voor de

verwerking van de afvalstof ingezet kunnen worden. Deze technieken worden als in principe toepasbaar op deze afvalstof beschouwd. Het betreft dus de technieken, die worden toegepast om de afvalstof als zodanig te verwerken en die een wezenlijk onderdeel zijn van het totale verwerkingsproces. Niet meegenomen worden de technieken, die toegepast kunnen worden voor de verwerking van de reststoffen (en emissies) van het (eigenlijke) verwerkingsproces.

In de infosheets is onderscheid gemaakt tussen technieken, die veelal uitsluitend alleen toegepast kunnen worden en technieken, die uitsluitend gecombineerd met andere technieken toegepast kunnen (moeten) worden.

Voorbeelden ter verduidelijking:

- Verbranden is een techniek, die min of meer alleen toegepast kan worden. Verwerking van de bij dit proces vrijkomende slakken en assen wordt niet meegenomen.
- Uitloggen/extraheren van bijv. zware metalen uit afvalstoffen is een verwerkingstechniek, die nooit alleen toegepast zal worden. Immers na deze stap resteert er (naast 'het product', d.i. de uitgeloopte afvalstof, die hergebruikt of nuttig toegepast kan worden) een extractie-vloeistof, waaruit de opgeloste metalen verwijderd dienen te worden. Technieken, die hiervoor ingezet kunnen worden, worden bij deze afvalstof als in principe toepasbaar meegenomen.

B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement

1. Reststof (massa) als % van afvalstof (aantal PRIAF)

Dit is de hoeveelheid reststof, die na toepassing van de techniek/proces resteert; uitgedrukt in het gewichts-% van de behandelde afvalstof. In feite is dit aspect het (kwantitatieve) milieuhygiënisch rendement; te weten in welke mate wordt de hoeveelheid afvalstof gereduceerd.

Voorts is aangegeven of verwacht wordt dat de vrijkomende reststof al of niet chemisch afval zal zijn en of verwacht wordt dat de reststof verbrandbaar is.

Als de reststof chemisch afval is, houdt dit een 'aanslag' in op de voor dit afval (beperkt) beschikbare stortcapaciteit. Indien de reststof verbrandbaar is, betekent dit dat men zich van deze reststof via deze (bestaande) verwerkingsmethode kan ontdoen.

C. PRODUCT

1. Inzetbaarheid/kwaliteit van het product (aantal PRIAF)

Bij dit criterium wordt in eerste instantie bekeken of verwacht wordt dat het product hergebruikt of nuttig toegepast kan worden. Hierbij wordt er min of meer van uitgegaan dat de effectiviteit van de techniek zodanig groot is dat een product resteert, waarop nauwelijks tot geen restricties van toepassing zijn m.b.t. hergebruik en nuttige toepassing. Het oordeel over hergebruik en nuttige toepassing wordt hierdoor bijna geheel bepaald door de in de (uitgangs)afvalstof aanwezige stoffen, die naar verwachting in het product terecht zullen komen.

In feite wordt hier een verwachting uitgesproken over de (intrinsieke) waarde van het product (ongeacht de marktvraag; zie hierna 2)

Binnen de beide bestemmingen (hergebruik en nuttige toepassing) wordt dan aangegeven of deze beide toepassingen zeker dan wel onzeker zijn.

2. Afzetbaarheid/marktvraag

Indien er sprake is van een product dat van goede kwaliteit en dus in feite goed inzetbaar is, is het nog de vraag of het product wel voorziet in een behoefte; m.a.w. is er een (markt)vraag naar dit product. Het kan immers zijn dat het product moet concurreren met andere producten; ook kan het zijn dat er nauwelijks behoefte bestaat aan het product.

3. Bijdrage besparing van schaarse grondstoffen

De scheidingstechnieken (A) zijn doorgaans gericht op het (terug)winnen van waardevolle stoffen uit de afvalstof (en/of concentrering van de prioritaire stoffen). In feite betekent dit dat deze technieken alle leiden tot een besparing aan grondstoffen; immers het levert een product op.

De vernietigingstechnieken (B) leveren nooit een bijdrage aan grondstoffenbesparing (energie-opbrengst wordt hier niet meegenomen).

Immobilisatie (C) levert evenals de A-technieken altijd een besparing van grondstoffen; immers het

product (immobilisaat) wordt bijna altijd nuttig toegepast.

Het bovenstaande betekent dat de A-technieken altijd een product opleveren en derhalve onder de punten C.2 en C.3 dus altijd 'scoren', terwijl de B-technieken onder de genoemde punten in 't geheel niet scoren. Hierin ligt het verschil tussen de genoemde techniek-groepen voor wat betreft de besparing aan grondstoffen.

Het onderhavige punt is een verbijzondering hiervan; het betreft hier de besparing aan schaarse grondstoffen.

Voorbeelden:

-Terugwinning van kunststof; kunststof is (nog) geen schaarse grondstof

-Immobiliseren tot 'kunstgrind' levert een besparing op van het schaarse grind.

4. Reductie blijvende landschapsaantasting

De A- en C-technieken leveren altijd besparing van grondstoffen op (zie hiervoor: punt 3). Bij het onderhavige criterium wordt bekeken of deze besparing grondstoffen betreft, die bij hun winning aanleiding geven van aantasting van het landschap.

Voorbeelden:

- Terugwinning van kunststof (A-techniek) levert besparing op van olie; oliewinning leidt nauwelijks tot een blijvende aantasting van het landschap

- Immobiliseren kan 'kunstgrind' opleveren; er is dan dus sprake van een besparing op de winning van grind. Grindwinning tast het landschap blijvend aan.

D. ENERGIE

1. Netto energie-opbrengst

Met dit criterium wordt bedoeld of bij toepassing van de techniek er sprake is van verbruik van energie of dat er energie vrijkomt (of dat het 'energieplaatje' neutraal is).

De meeste technieken zullen energie verbruiken. Uitsluitend in het geval van verbranding van energierijke afvalstoffen is er sprake van een (mogelijke) energie-opbrengst.

TECHNOLOGISCHE CRITERIA

1. Ontwikkelingsstatus

Onder dit punt wordt in eerste instantie de status van de techniek (als zodanig)aangegeven. Onderscheid wordt gemaakt tussen:

- Status in algemene zin.

Hierbij wordt niet gekeken of de techniek al toegepast wordt of onderzoek is uitgevoerd naar toepassing van de techniek op de PRIAF-stromen.

- Toepassingsstatus op de PRIAF-stromen (aantal PRIAF).

Hier wordt aangegeven of de techniek al toegepast wordt of onderzoek is uitgevoerd naar toepassing van de techniek op PRIAF-stromen.

De status wordt aangegeven in de volgende kwalificaties:

-bewezen: op uitgebreide schaal of incidenteel

-in ontwikkeling: op pilot-/demoschaal of op laboratorium-schaal.

2. Flexibiliteit

Hiermee wordt bedoeld of de betreffende techniek gevoelig is voor variaties in de invoer (bijv. verschillen in concentraties, consistentie, etc.).

3. Complexiteit

Bedieningsvriendelijkheid.

4. Storingsgevoeligheid

De mate, waarin verwacht wordt dat de installatie als gevolg van onvoorziene zaken niet (of onvoldoende) functioneert.

5. Onderhoudsgevoeligheid

De mate, waarin verwacht wordt dat de installatie als gevolg van voorziene zaken niet (of onvoldoende)

functioneert (ingecalculeerd onderhoud).

6. Investeringszuiveringstechnieken voor lucht en water (emissies)

Dit aspect/criterium geeft aan of verwacht mag worden dat er sprake zal zijn van het vrijkomen van afgassen dan wel afvalwater, die gezuiverd dienen te worden om te voldoen aan de emissie- of lozingseisen.

Aangegeven wordt of deze zuivering een geringe, matige dan wel grote inspanning vergt. Deze inspanning wordt afgemeten naar zowel de verwachte omvang van de emissies (volume afgassen en afvalwater) alsmede de milieubezwaarlijkheid van de in de afvalstoffen aanwezige stoffen, die mogelijk vrij kunnen komen.

Als richtlijn voor de mate van inspanning dient de verhouding (uitgedrukt in %) tussen de investering van de benodigde zuiveringsinstallatie en de investering van de verwerkingstechniek.

ECONOMISCHE CRITERIA

1. Investerings

De orde grootte van de investering voor een installatie van "standaardgrootte".

2. Exploitatiekosten

De orde grootte van de exploitatiekosten in f/ton van een installatie van "standaardgrootte".

BIJLAGE 3B: INFOSHEETS VAN DE VERWERKINGSTECHNIEKEN

NUMMER: 1

NAAM TECHNIEK: Droge deeltjesscheiding -
op verschil in grootte

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	2	1			1	2
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	8	3	1	2	2	3
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	6					
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:	4					
verbrandbaar	:	3					
niet-verbrandbaar	:	7					
C. PRODUKT:							
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik		nuttige toepassing			
	onzeker:						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik		nuttige toepassing			
	onzeker:						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	ja	nee				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	gering	aanzienlijk	hoog			
D. ENERGIE:							
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:	positief	neutraal	negatief	10		

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		uitgebr. schaal	bewezen incidenteel	in ontwikkeling pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:		5		3
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:			x	
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
			inspanning *)		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investering lucht- of waterzuivering	- Lucht	10			
(aantal PRIAF)	- Water	10			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investering (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
	:	x			

NUMMER: 2

NAAM TECHNIEK: Droge deeltjesscheiding -
op verschil in grootte en dichtheid

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u> totaal </u>	<u> 0-10 </u>	<u> 11-20 </u>	<u> 21-30 </u>	<u> >30 </u>	<u> chem. afval </u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	8	3	3	1	1	3
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u> >75% </u>	<u> 50-75% </u>	<u> 25-50% </u>	<u> 0-25% </u>	<u> 0 </u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				2		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:			1	5		
verbrandbaar	:			1	5		
niet-verbrandbaar	:				2		
C. PRODUKT:							
		<u> hergebruik </u>	<u> nuttige toepassing </u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)							
zeker	:	2					
onzeker	:	1	4				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)		<u> hergebruik </u>	<u> nuttige toepassing </u>				
zeker	:	2					
onzeker	:	1	4				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		<u> ja </u>	<u> nee </u>				
	:	2	6				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		<u> gering </u>	<u> aanzienlijk </u>	<u> hoog </u>			
	:		1				
D. ENERGIE:		<u> positief </u>	<u> neutraal </u>	<u> negatief </u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			8			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		uitgebr. schaal	bewezen incidenteel	in ontwikkeling pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	2	1	1	
		<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:		x		
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
			inspanning *)		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>
6. Investering lucht- of waterzuivering	- Lucht	:	1	3	4
(aantal PRIAF)	- Water	:	8		

*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
		<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u> <u>>250</u>
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	x			

NUMMER: 3

NAAM TECHNIEK: Droge deeltjesscheiding-
op verschil in magn./elektr. eigenschappen

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	> 30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	8	3	2		3	3
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:						
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	1					
(aantal PRIAF) niet-CA	:	3	1	1	2		
verbrandbaar	:	3	1	1			
niet-verbrandbaar	:		1		2		
C. PRODUKT:		hergebruik		nuttige toepassing			
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	1					
	onzeker	1		6			
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	2		2			
	onzeker			4			
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
		2	6				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			8			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	1	2		
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	x
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
6. Investerings lucht- of waterzuivering (aantal PRIAF)	- Lucht	8			
	- Water	8			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		< 1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	> 100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 > 250

NUMMER: 4

NAAM TECHNIEK: Droge deeltjesscheiding-
op verschil in vorm (cubiciteit)

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	3	1	1	1		
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:						
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:		1	2			
verbrandbaar	:			1			
niet-verbrandbaar	:		1	1			
C. PRODUKT:		hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker					3	
		hergebruik	nuttige toepassing				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker					3	
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee				
		2	1				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk	hoog			
			2				
D. ENERGIE:		positief	neutraal	negatief			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)						3	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			2	1
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	3			
(aantal PRIAF)	- Water	3			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
		< 10	10-50	50-100	100-250 >250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	x			

NUMMER: 5

NAAM TECHNIEK: Natte deeltjesscheiding -
op verschil in grootte

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	8	5	1	1	1	2
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	2	1				
(aantal PRIAF) niet-CA	:	5					
verbrandbaar	:	1					
niet-verbrandbaar	:	6	1				
C. PRODUKT:							
		hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	:					
	onzeker	:	3			5	
			hergebruik	nuttige toepassing			
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	:				1	
	onzeker	:	3			4	
			ja	nee			
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)	:	5	3				
		gering	aanzienlijk	hoog			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	5					
D. ENERGIE:		positief	neutraal	negatief			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					8	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	1	5		
		gering	matig	groot	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:			x	
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	:	8		
(aantal PRIAF)	- Water	:	8		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
		< 10	10-50	50-100	100-250 >250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	x			

NUMMER: 6

NAAM TECHNIEK: Natte deeltjesscheiding -
op verschil in grootte en dichtheid

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	19	5	5	3	6	9
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				9		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:		4		6		
verbrandbaar	:				9		
niet-verbrandbaar	:		4		6		
C. PRODUKT:							
		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)							
zeker	:	5	6				
onzeker	:	3	5				
		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)							
zeker	:	4					
onzeker	:	4		11			
		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	6	13				
		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	5					
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			19			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	6	8		1
		<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:		x		
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>
6. Investerings lucht- of waterzuivering					
(aantal PRIAF)					
- Lucht	:	19			
- Water	:	4	15		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
		<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:		x		
				<u>>250</u>	

NUMMER: 7

NAAM TECHNIEK: Natte deeltjesscheiding -
op verschil in magn. eigenschappen

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	> 30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	2		2			
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:			1	1		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:						
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:			1	1		
C. PRODUKT:							
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik	nuttige toepassing				
	onzeker	1					
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik	nuttige toepassing				
	onzeker	1					
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee				
		2					
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk	hoog			
D. ENERGIE:		positief	neutraal	negatief			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)				2			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:				x
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>> 66%</u>
6. Investering lucht- of waterzuivering	- Lucht	2			
(aantal PRIAF)	- Water		2		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		< 1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	> 100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
		< 10	10-50	50-100	100-250 > 250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:		x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>> 30</u>	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	6	2			4	4
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>> 75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	1	1	1	2		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:	1					
verbrandbaar	:	1	1				
niet-verbrandbaar	:		1	1	2		
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)							
zeker	:	2					
onzeker	:				2		
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
zeker	:	1					
onzeker	:				3		
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
		3	3				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			6			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:		x		
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:		1		3
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>> 66%</u>
6. Investerings lucht- of waterzuivering					
(aantal PRIAF)					
- Lucht	:	6			
- Water	:	6			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u>< 1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>> 100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
				x	<u>> 250</u>

NUMMER: 9

NAAM TECHNIEK: Extractie/oplossen/uitloggen van vaste stof
(uitloggen van zware metalen)

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA				PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:				totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)									
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:			23	6	3	5	9	13
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:								
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:				>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:			1	1	1	11		
(aantal PRIAF)	:			8			1		
niet-CA	:								
verbrandbaar	:								
niet-verbrandbaar	:			9	1	1	12		
C. PRODUKT:				hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	:		5			2		
	onzeker	:		1			4		
		:		hergebruik	nuttige toepassing				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	:		6			6		
	onzeker	:							
		:		ja	nee				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		:		5			15		
		:		gering	aanzienlijk		hoog		
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		:		4					
D. ENERGIE:				positief	neutraal			negatief	
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)		:						23	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA				bewezen		in ontwikkeling	
				uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus							
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:			x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:					3	2
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:			gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:			x			
4. Storingsgevoeligheid	:			x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:			x			
				inspanning *)			
				geen	laag	matig	hoog
				0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	:		23			
(aantal PRIAF)	- Water	:			23		

*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%

ECONOMISCHE CRITERIA				<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:				x		
	:			< 10	10-50	50-100	100-250 >250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:						x

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u> totaal </u>	<u> 0-10 </u>	<u> 11-20 </u>	<u> 21-30 </u>	<u> >30 </u>	<u> chem. afval </u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	26	3	4	4	15	24
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u> >75% </u>	<u> 50-75% </u>	<u> 25-50% </u>	<u> 0-25% </u>	<u> 0 </u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				26		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:						
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:				26		
C. PRODUKT:							
		<u> hergebruik </u>	<u> nuttige toepassing </u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	4					
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	4					
	onzeker						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		<u> ja </u>	<u> nee </u>				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		<u> gering </u>	<u> aanzienlijk </u>	<u> hoog </u>			
D. ENERGIE:							
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)		<u> positief </u>	<u> neutraal </u>	<u> negatief </u>			
				26			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		<u> uitgebr. schaal </u>	<u> incidenteel </u>		<u> pilot/demo </u>	<u> lab. </u>
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:					3
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u> gering </u>	<u> matig </u>	<u> groot </u>		
3. Complexiteit	:	x				
4. Storingsgevoeligheid	:			x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:			x		
		<u> geen </u>	<u> laag </u>	<u> matig </u>	<u> hoog </u>	
		<u> 0% </u>	<u> 0-33% </u>	<u> 33-66% </u>	<u> >66% </u>	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	26				
(aantal PRIAF)	- Water		26			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<u> <1 milj. </u>	<u> 1-10 milj. </u>	<u> 10-100 milj. </u>	<u> >100 milj. </u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u> < 10 </u>	<u> 10-50 </u>	<u> 50-100 </u>	<u> 100-250 </u>
				x	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA				PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:				<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)									
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar :									
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar :				26	3	4	4	15	21
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:				<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA :				1	1		23		
(aantal PRIAF) niet-CA :					1				
verbrandbaar :									
niet-verbrandbaar :				1	2		23		
C. PRODUKT:				<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF) zeker :				4					
onzeker :									
				<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF) zeker :				4					
onzeker :									
				<u>ja</u>	<u>nee</u>				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF) :				4					
				<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF) :									
D. ENERGIE:				<u>positief</u>	<u>neutraal</u>			<u>negatief</u>	
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF) :								26	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				3
		gering	matig	groot	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	x			
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	26			
(aantal PRIAF)	- Water		26		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
		< 10	10-50	50-100	100-250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:			x	
					>250

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>> 30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	31	7		5	15	20
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>> 75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:						
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:	1			30		
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:	1			30		
C. PRODUKT:							
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
zeker	:	4					
onzeker	:						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
zeker	:	4					
onzeker	:						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
		4					
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			31			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			2	2
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>> 66%</u>
6. Investering lucht- of waterzuivering		31			
(aantal PRIAF)			31		
- Lucht	:				
- Water	:				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u>< 1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>> 100 milj.</u>
1. Investering (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
					<u>> 250</u>
					x

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	25	4	4	4	13	19
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	1	1	2	21		
(aantal PRIAF)	:						
niet-CA	:						
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:	1	1	2	21		
C. PRODUKT:							
		hergebruik			nuttige toepassing		
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	3					
	onzeker	1					
		hergebruik			nuttige toepassing		
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	3					
	onzeker	1					
		ja	nee				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)	:	4					
		gering	aanzienlijk	hoog			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:						
D. ENERGIE:		positief		neutraal		negatief	
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					25	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			3	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	25			
(aantal PRIAF)	- Water		25		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
					x

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	36	4	5	5	22	28
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:			1	34		
(aantal PRIAF)	:			1			
niet-CA	:			1			
verbrandbaar	:			1			
niet-verbrandbaar	:			1	34		
C. PRODUKT:		hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	7					
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	4					
	onzeker	3					
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee				
		4					
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk		hoog		
D. ENERGIE:		positief	neutraal		negatief		
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)					36		

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:		x		
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				5
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:			x	
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	36			
(aantal PRIAF)	- Water		36		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
				x	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>> 30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	28	4	5	3	16	26
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>> 75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	4	1	1	8		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:	8			1		
verbrandbaar	:					5	
niet-verbrandbaar	:	12	1	1	9		
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)							
zeker	:	2					
onzeker	:				2		
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
zeker	:	2					
onzeker	:				2		
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
		2	2				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			28			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>		<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				2	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>		
3. Complexiteit	:		x	x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x			
			inspanning *)			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>	
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>> 66%</u>	
6. Investerings lucht- of waterzuivering				28		
(aantal PRIAF)						
- Lucht	:					
- Water	:	28				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>> 100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:			x	
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
				x	<u>> 250</u>

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	> 30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	3		1	1	1	3
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	2				2	2
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	1			4		
(aantal PRIAF)	:						
niet-CA	:						
verbrandbaar	:				4		
niet-verbrandbaar	:	1					
C. PRODUKT:							
		hergebruik				nuttige toepassing	
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	:	3				
	onzeker	:	2				
			hergebruik			nuttige toepassing	
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	:	3				
	onzeker	:	2				
			ja		nee		
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:		5				
		gering	aanzienlijk		hoog		
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:						
D. ENERGIE:							
		positief		neutraal		negatief	
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					5	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	2			1
		gering	matig	groot	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:		x		
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	> 66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	:	5		
(aantal PRIAF)	- Water	:	5		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		< 1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	> 100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
		< 10	10-50	50-100	100-250
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:				1

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	2	1		1		
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				1		
(aantal PRIAF)	:	1					
niet-CA	:						
verbrandbaar	:				1		
niet-verbrandbaar	:	1					
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker						
	:	1					
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
	onzeker						
	:	1					
	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	1					
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
	:	1					
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			2			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>		<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:		2			
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>		
3. Complexiteit	:	x		x		
4. Storingsgevoeligheid	:	x				
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x				
			inspanning *)			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>	
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		1	1		
(aantal PRIAF)	- Water	2				

*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
	:	x			

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	4			1	3	4
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				4		
(aantal PRIAF)	:						
niet-CA	:						
verbrandbaar	:				4		
niet-verbrandbaar	:						
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
	onzeker						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)					4		

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		<u>uitgebr.</u>	<u>schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			4		
2. Flexibiliteit(invoervariaties)		<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>		
3. Complexiteit	:		x			
4. Storingsgevoeligheid	:		x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>	
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>	
6. Investering lucht- of waterzuivering	- Lucht	4				
(aantal PRIAF)	- Water	4				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investering (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
			x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	2	1	1			
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:						
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:				2		
verbrandbaar	:				2		
niet-verbrandbaar	:						
C. PRODUKT:							
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)							
zeker	:	1					
onzeker	:				1		
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)							
zeker	:						
onzeker	:	1		1			
		ja	nee				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:		2				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:						
		gering	aanzienlijk	hoog			
D. ENERGIE:							
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:	positief	neutraal	negatief			
				2			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			1	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:		x	x	
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering				2	
(aantal PRIAF)					
- Lucht	:	1	1		
- Water	:				

*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
			x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	15	4	3	2	6	7
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:		1	3			
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:			6	4	)1	
verbrandbaar	:			1			
niet-verbrandbaar	:		1	8	4		
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)		1					
zeker	:						
onzeker	:				1		
		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)							
zeker	:						
onzeker	:	1		1			
		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:		2				
		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:						
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:			15			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	9			
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>
6. Investing lucht- of waterzuivering		15			
(aantal PRIAF)					
- Lucht	:				
- Water	:	4	4	7	
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investing (uitsl. techniek)	:		x		
		<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:		x		
				<u>>250</u>	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
-	techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	: 34	2	5	3	24	26
-	techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	: 5	1	1	1	2	3
		--					
		39					
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1.	Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:		1	24		
	(aantal PRIAF) niet-CA	:		1	1	)12	
	verbrandbaar	:					
	niet-verbrandbaar	:		2	25		
C. PRODUKT:		hergebruik	nuttige toepassing				
1.	Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	:	1			
		onzeker	:				
2.	Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	:				
		onzeker	:	1			
			:	<u>ja</u>	<u>nee</u>		
3.	Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	1				
				gering	aanzienlijk	hoog	
4.	Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:					
D. ENERGIE:		positief		neutraal	negatief		
1.	Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:	27	5		7	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	30		1	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		15	24	
(aantal PRIAF)	- Water	39			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:				x
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
				x	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	> 30	chem. afval
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	8	1	2	1	4	6
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:						
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				2		
(aantal PRIAF)					6		
niet-CA	:						
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:				8		
C. PRODUKT:		hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik	nuttige toepassing				
	onzeker						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk	hoog			
D. ENERGIE:		positief	neutraal	negatief			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)			8				

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel		pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:			x		
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				1	1
2. Flexibiliteit(invoervariaties)		gering	matig	groot		
3. Complexiteit	:			x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:			x		
		geen	laag	matig	hoog	
		0%	0-33%	33-66%	> 66%	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	8				
(aantal PRIAF)	- Water		8			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		< 1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	> 100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:			x	
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250
				x	> 250

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	21	1	4	2	14	14
- techniek meestal in combinatie met andere	:	2	2				0
technieken toegepast/toepasbaar							
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		>75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				22		
(aantal PRIAF)					1		
niet-CA	:				22		
verbrandbaar	:				1		
niet-verbrandbaar	:						
C. PRODUKT:		hergebruik		nuttige toepassing			
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	1					
	onzeker	1					
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	1					
	onzeker	1					
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee	2			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk	hoog			
D. ENERGIE:		positief	neutraal	negatief			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:	9	5	9			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel		pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:		1		6	1
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot		
3. Complexiteit	:		x			
4. Storingsgevoeligheid	:		x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x			
			inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog	
		0%	0-33%	33-66%	>66%	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	9	14			
(aantal PRIAF)	- Water	23				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
			x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	>30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	5		1		4	5
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:						
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	5					
(aantal PRIAF)	:						
niet-CA	:						
verbrandbaar	:	5					
niet-verbrandbaar	:						
C. PRODUKT:		hergebruik	nuttige toepassing				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik	nuttige toepassing				
	onzeker						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	ja	nee				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	gering	aanzienlijk		hoog		
D. ENERGIE:		positief	neutraal		negatief		
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					5	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:			x	
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:				1
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
			inspanning *)		
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	>66%
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		5		
(aantal PRIAF)	- Water	5			

*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:			x	
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	2	1	1			
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:				1		
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:		1				
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:		1		1		
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker	:					
	onzeker	:	2				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	:	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>			
	onzeker	:	2				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
			2				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:				2		

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>		<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:					x
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:					1
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>		
3. Complexiteit	:		x			
4. Storingsgevoeligheid	:		x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x			
			inspanning *)			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>	
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	2				
(aantal PRIAF)	- Water	2				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
				x	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	8	1	3		4	5
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		<u>> 75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	5					
(aantal PRIAF) niet-CA	:	3					
verbrandbaar	:	5					
niet-verbrandbaar	:	3					
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker :						
	onzeker :						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker :	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
	onzeker :						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	<u>ja</u>	<u>nee</u>				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF) :		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					8	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:		x		
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:			2	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot	
3. Complexiteit	:		x		
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog
		0%	0-33%	33-66%	> 66%
6. Investerend lucht- of waterzuivering	- Lucht	8			
(aantal PRIAF)	- Water		8		
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerend (uitsl. techniek)	:	x			
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 > 250
				x	

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
-	techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	: 1			1		
-	techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	: 3	2	1			
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA (aantal PRIAF)		:					
	niet-CA	: 2	1				
	verbrandbaar	:				)1	
	niet-verbrandbaar	: 2	1				
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)		zeker : 1					
	onzeker	: 1					
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)		zeker : 1	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>			
	onzeker	: 1					
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/geen energie (aantal PRIAF)		: 1	<u>ja</u>	<u>nee</u>			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		: 1	<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>		
D. ENERGIE:			<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>		
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)		: 1				4	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		uitgebr.	schaal	incidenteel	pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	4				
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:	gering	matig	groot		
3. Complexiteit	:	x				
4. Storingsgevoeligheid	:	x				
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x				
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		inspanning *)			
(aantal PRIAF)	- Water					
		geen	laag	matig	hoog	
		0%	0-33%	33-66%	>66%	
		4				
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 >250
			x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		totaal	0-10	11-20	21-30	> 30	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:						
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	3	2	1			
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		> 75%	50-75%	25-50%	0-25%	0	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:						
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:	3					
verbrandbaar	:						
niet-verbrandbaar	:	3					
C. PRODUKT:		hergebruik		nuttige toepassing			
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	hergebruik					nuttige toepassing
	onzeker						
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		ja	nee				
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		gering	aanzienlijk		hoog		
D. ENERGIE:		positief		neutraal		negatief	
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)						3	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen			in ontwikkeling	
		uitgebr. schaal	incidenteel		pilot/demo	lab.
1. Ontwikkelingsstatus						
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x				
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	2	1			
2. Flexibiliteit(invoervariaties)		gering	matig	groot		
3. Complexiteit	:		x			
4. Storingsgevoeligheid	:			x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x			
			inspanning *)			
		geen	laag	matig	hoog	
		0%	0-33%	33-66%	> 66%	
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		3			
(aantal PRIAF)	- Water		3			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%						

ECONOMISCHE CRITERIA		<1 milj.	1-10 milj.	10-100 milj.	>100 milj.
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:	< 10	10-50	50-100	100-250 > 250
			x		

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	<u>chem. afval</u>
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	19	2	3	4	10	14
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	18	4	2	1	11	17
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	21					
(aantal PRIAF)							
niet-CA	:					16	
verbrandbaar	:					16	
niet-verbrandbaar	:	21					
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker		16				
	onzeker						
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker	<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
	onzeker		16				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
		16					
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
		16					
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)				37			

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	1			11
2. Flexibiliteit(invoervariaties)		<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:	x			
5. Onderhoudsgevoeligheid	:	x			
		inspanning *)			
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht		20	17	
(aantal PRIAF)	- Water	37			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:			x	
		<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:			x	<u>>250</u>

MILIEUHYGIENISCHE CRITERIA		PRIAF-nr.					chem. afval
A. INVOER: Breedte toepassing:		<u>totaal</u>	<u>0-10</u>	<u>11-20</u>	<u>21-30</u>	<u>>30</u>	
1. Afvalstromen, waarop techniek in principe toegepast kan worden (aantal PRIAF)							
- techniek meestal als enige toegepast/toepasbaar	:	17	2	2	4	9	
- techniek meestal in combinatie met andere technieken toegepast/toepasbaar	:	17	4	3	1	9	
B. RESTSTOFFEN: Milieuhygiënisch rendement:							
		<u>>75%</u>	<u>50-75%</u>	<u>25-50%</u>	<u>0-25%</u>	<u>0</u>	
1. Reststof (massa) als % van afvalstof CA	:	24					
(aantal PRIAF)	:					10	
niet-CA	:					10	
verbrandbaar	:					10	
niet-verbrandbaar	:	24					
C. PRODUKT:		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
1. Inzetbaarheid/kwaliteit (aantal PRIAF)	zeker						
	onzeker				10		
		<u>hergebruik</u>	<u>nuttige toepassing</u>				
2. Afzetbaarheid/marktvraag (aantal PRIAF)	zeker				10		
	onzeker				10		
		<u>ja</u>	<u>nee</u>				
3. Bijdrage aan besparing schaarse grondstoffen/ geen energie (aantal PRIAF)	:	10					
		<u>gering</u>	<u>aanzienlijk</u>	<u>hoog</u>			
4. Reductie blijvende landschapsaantasting (aantal PRIAF)	:	10					
D. ENERGIE:		<u>positief</u>	<u>neutraal</u>	<u>negatief</u>			
1. Netto energie-opbrengst (aantal PRIAF)	:					34	

TECHNOLOGISCHE CRITERIA		bewezen		in ontwikkeling	
		<u>uitgebr. schaal</u>	<u>incidenteel</u>	<u>pilot/demo</u>	<u>lab.</u>
1. Ontwikkelingsstatus					
- algemeen (op andere dan PRIAF-stromen)	:	x			
- op PRIAF-stromen (aantal PRIAF)	:	1			5
		<u>gering</u>	<u>matig</u>	<u>groot</u>	
2. Flexibiliteit(invoervariaties)	:		x		
3. Complexiteit	:	x			
4. Storingsgevoeligheid	:		x		
5. Onderhoudsgevoeligheid	:		x		
		<u>geen</u>	<u>laag</u>	<u>matig</u>	<u>hoog</u>
		<u>0%</u>	<u>0-33%</u>	<u>33-66%</u>	<u>>66%</u>
6. Investerings lucht- of waterzuivering	- Lucht	34			
(aantal PRIAF)	- Water	34			
*) (invest.zuiv.techniek/invest.verwerk.techniek) x 100%					

ECONOMISCHE CRITERIA		<u><1 milj.</u>	<u>1-10 milj.</u>	<u>10-100 milj.</u>	<u>>100 milj.</u>
1. Investerings (uitsl. techniek)	:		x		
		<u>< 10</u>	<u>10-50</u>	<u>50-100</u>	<u>100-250</u>
2. Exploitatiekosten (f/ton)	:			x	<u>>250</u>

BIJLAGE 4

BIJLAGE 4: MATRIX: TECHNIEKEN - PRIAF AFVALSTOFFEN

In de matrix op de volgende bladzijden van deze bijlage zijn de verwerkingstechnieken aangegeven met nummers. In onderstaande lijst is vermeld welke technieken door deze nummers worden vertegenwoordigd.

A. SCHEIDING VAN DE AFVALSTOF IN VERSCHILLENDE COMPONENTEN/FRACTIES

Cluster I: Fysisch/mechanische (deeltjes)scheidingstechnieken:

1. Droge deeltjesscheiding -op verschil in grootte
2. Idem -op verschil in grootte en dichtheid
3. Idem -op verschil in magn./electr. eigenschappen
4. Idem -op verschil in vorm (cubiciteit)
5. Natte deeltjesscheiding -op verschil in grootte
6. Idem -op verschil in grootte en dichtheid
7. Idem -op verschil in magn. eigenschappen

Cluster II: Ontmantelen/slopen

8. Ontmantelen/slopen

Cluster III: Hydrometallurgie (verwijdering en ev. terugwinning van zware metalen):

9. Extractie/Oplossen/Uitloggen uit vaste stof (ev. in combinatie met chemische reactie); ook Bioleaching
10. Ionenwisseling
11. Electrochemische reductie/metalen (elektrolyse, cementatie)
12. Precipitatie/kristallisatie (bijv. korrelreactor)
13. Solvent-extractie
14. Membraanscheidingstechnieken

Cluster IV: Pyrometallurgie (verwijdering en ev. terugwinning van zware metalen)

15. Pyrometallurgie

Cluster V: "Uitdampen" van organische (vloei-)stoffen

16. Destillatie (ééntraps, rectificerend, gefractioneerd)
17. Strippen (lucht-, stoom-, vacuüm-)

Cluster VI: Adsorptie van (vnml. organische) stoffen aan een adsorbens

18. Adsorptie

Cluster VII: Ontwateren/drogen

19. Ontwateren/drogen - thermisch
20. Ontwateren/drogen - fysisch/mechanisch

B. VERNIETIGING (OF ONTLEDING IN MINDER VERVUILENDE STOFFEN) VAN (EEN DEEL VAN) DE AFVALSTOF

Cluster VIII: Thermische vernietiging (organische stoffen)

21. Verbranding (+ naverbranding)
22. Natte-lucht oxydatie (sub- en super-kritisch)
23. Pyrolyse/Vergassen

Cluster IX: Thermische ontleding (organische stoffen, als Cl-kws)

24. Dehalogenering
25. Depolymeriseren/devulkaniseren

Cluster X: Chemische ontleding van org. stoffen

26. Ontleding

Cluster XI: Biologische vernietiging en/of ontleding van org. stoffen

27. Aerobe ontleding (composteren, stabilisatie zuiveringsslib)
28. Anaerobe ontleding (vergisting: meso- en thermofiel)

C. VERMINDERING MOBILITEIT VAN DE VERVUILENDE STOFFEN

Cluster XII: Immobilisatie

29. Thermische immobilisatie (vitrificatie)
30. Niet-thermische immobilisatie (chemisch; met anorg./org. middelen)

Project T – 2000 Matrix: Afvalstoffen – Technologieën			A. Scheiding																				Sub totaal
Volg nr.	Nr.	Afvalstof	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0		Huishoudelijk afval	p	p	p	o																	4
1	38	Jarosiet															o						1
2	53	Mestoverschotten					m	p						o		o			p		o	o	7
3	32	Bouw- en sloofafval	p	p	p	m	p	p															6
4	59	Slak verbranding huish.- en bedrijfsafval									m	m	m	m	m	m	m						7
5	14	Baggerspecie klasse III Rijnmond					p	p			m			m								p	5
6	7	Autowrakken	p	m	o					p							m						5
7	13	Baggerspecie klasse II Rijnmond					p	p			m			m								p	5
8	15	Baggerspecie klasse IV Rijnmond					p	p			m			m								p	5
9	39	Batterijen	m							o	o	o	o	o	o	o	o						9
10	67	Vliegafval verbranding huis- en bedrijfsafval									m	m	m	m	m	m	m						7
11	56	Halogeenkoolwaterstof houdend afval														o		p					2
12	60	Straalgrit					m	p	m														3
13	72	Zuiveringsslib, communale installaties																				p	1
14	46	Kunststofafval		p	o	o		o															4
15	63	Verven, spuitafval									m	m	m	m	m	m	m						7
16	61	Verpakkingsafval uit huishoudens		m		m																	2
17	36	Oxy (kalk) slik						m			o	m	m	m	m	m	m					m	9
18	41	Silicaatslak fosforbereiding (fosforslak)									m	m	m	m	m	m	m						7
19	6	Shredderafval	p	o	p			p	m		m	m	m	m	m	m	m						12
20	12	Baggerspecie klasse I Rijnmond					p	p			m			m								p	5
21	45	Fosforzuurgips																			m		1
22	1	Afgewerkte olie																m					1
23	74	Verontreinigde grond	p				p	p			m			m					p			p	7
24	50	Ladingsrestanten waswater chem. + eetb. olie						p								m			m	p			4
25	16	Beitsbaden thermische verzinkeringen									o	o	o	o	o	o							6
26	11	Ziekenhuisafval	m																				1
27	54	Metallurgisch afval lood- en tinproductie									m	m	m	m	m	m	m						7
28	68	Vliegafval steenkoolverbranding									m	m	m	m	m	m	m						7
29	35	Hoogovenslib fijne fractie					m				o	m	m	m	m	m	m						8
30	9	Asbestafval remvoertuigen																					
31	55	Ontkinkingsslib									m	m	m	m	m	m	m					m	8
32	69	Zuiveringsslib synth. garen- en vezelind.									m	m	m	m	m	m	m					m	8
33	62	Verfafval, algemeen en ontlakking									m	m	m	m	m	m	m						7
34	25	Drinkwaterslib										m	m	m	m	m	m					m	7
35	64	Verfafval, ontlakking									m	m	m	m	m	m	m						7
36	10	Asbestcement productieafval																					
37	43	Zinkcalcinaat fosforbereiding																					

p = reeds in praktijk toegepast

o = in onderzoek of onderzoek heeft ooit plaatsgevonden (lab.- en pilot/demo-schaal)

m = in principe mogelijk op basis van werkingsprincipe van de technologie en de aard van de afvalstof; geen p of o

Project T – 2000 Matrix: Afvalstoffen – Technologieën			A. Scheiding (vervolg)																				Sub totaal
Volg nr.	Nr.	Afvalstof	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
38	29	TV's	o	m	m	o		m		o													6
39	58	Slak verbranding chemisch afval									m	m	m	m		m	m						7
40	66	Vliegafval verbranding chemisch afval									m	m	m	m	m	m	m						7
41	48	Afval uit prod. van vinylchloride monomeer																					
42	33	Calvanoslib									o	o	o	o	o	o	m				p		8
43	21	Boorgruis					m	m								m							3
44	22	Condensatoren			m	m				m							m						4
45	23	Productieafval bestrijdingsmiddelen																					
46	19	Afgewerkte bleekafval slurry									m	m	m	m	m	m	m						7
47	30	Gasontladinglampen	m	m	m					o	m	m	m	m	m	m	m						11
48	42	Gips (filterkoek) fosfaatbereiding																					
49	28	Fluorescentie slib									m	m	m	m	m	m	m						7
50	49	Ladingsrest; ballastwater, chem. (incl. eetb. olie)						p								m			m	p			4
51	3	Afgewerkte actieve kool drinkwaterproductie																					
52	17	Bestrijdingsmiddelen, afkomstig van land-tuinbouw																					
53	65	Afvalstoffen houtreiniging																					
54	5	Afgewerkte actieve kool vloeistofzuivering																					
55	31	Oliehoudende filters uit garages								m													1
56	18	Bilge-olie						p								m		m		p			4
57	51	Ladingsrestanten; waswater (olie)						p								m				p			3
58	8	Amalgaam									m	m	m	m	m	m	m						7
59	44	Arseensulfide fosfaatbereiding										m	m	m		m	m						5
60	70	Zuiveringsslib; raffinaderijen																			p		1
61	24	Afval formulering bestrijdingsmiddelen																m					1
62	40	Kwikgepulverde thermometers	m														m						2
63	73	Zuurteer																					
64	37	Afval Houtverduurzaming																					
65	4	Afgewerkte actieve kool t.b.v. gaszuivering																					
66	26	Filterkaarsen + slib aardgaszuivering																					
67	57	Oplosmiddelen niet-halogeenvoudig														m							1
68	52	Ladingsrestanten; ballastwater (olie)						p								m				p			3
69	2	Actief kool pootaardappelteelt + slib															m						1
70	47	PVC weekmaker restant																					
71	27	Fluorescentiepoederafval									m	m	m	m	m	m							6
72	71	Zuiveringsslib; cokes-teerdestillatie																			m		1
73	20	Residu boorspoeling														m							1
74	34	Hardingszouten en -slib									m	m	m			m							4
Totaal			10	8	8	6	9	19	2	6	29	26	26	31	24	36	28	4	4	5	1	15	

p = reeds in praktijk toegepast

o = in onderzoek of onderzoek heeft ooit plaatsgevonden (lab.- en pilot/demo-schaal)

m = in principe mogelijk op basis van werkingsprincipe van de technologie en de aard van de afvalstof; geen p of o

Project T – 2000 Matrix: Afvalstoffen – Technologieën			B. Vernietiging								C. Immo- bilisatie		Sub totaal	Totaal
Volg nr.	Nr.	Afvalstof	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
0		Huishoudelijk afval	p		p				p	p			4	8
1	38	Jarosiet			m						m	m	3	4
2	53	Mestoverschotten	m	m	m			o	p	p			6	13
3	32	Bouw- en sloopafval	p										1	7
4	59	Slak verbranding huish.- en bedrijfsafval									o	o	2	8
5	14	Baggerspecie klasse III Rijnmond									o	m	2	7
6	7	Autowrakken					o						1	6
7	13	Baggerspecie klasse II Rijnmond									o	m	2	7
8	15	Baggerspecie klasse IV Rijnmond									o	m	2	7
9	39	Batterijen											1	9
10	67	Vliegasslak verbranding huis- en bedrijfsafval									o	m	2	2
11	56	Halogeenkoolwaterstof houdend afval	m	o		o		m					4	6
12	60	Straalgrit												3
13	72	Zuiveringsslib, communale installaties	p	o	o			m	p	p			6	7
14	46	Kunststofafval	p		p		o	m					4	8
15	63	Verven, spuitafval	p		m						m	m	5	10
16	61	Verpakkingsafval uit huishoudens	p		m								2	4
17	36	Oxy (kalk) slik									m	m	2	10
18	41	Silicaatslak fosfobereiding (fosforslak)									m	m	2	8
19	6	Shredderafval	o								m	m	3	14
20	12	Baggerspecie klasse I Rijnmond									o	m	2	7
21	45	Fosforzuurgips												1
22	1	Afgewerkte olie	m										1	2
23	74	Verontreinigde grond	p						p		o	m	4	11
24	50	Ladingsrestanten waswater chem. + eetb. olie	p	m									2	6
25	16	Beitsbaden thermische verzinkerijen												6
26	11	Ziekenhuisafval	p		m								2	3
27	54	Metallurgisch afval lood- en tinproductie									m	m	2	9
28	68	Vliegasslak steenkoolverbranding									p	o	2	2
29	35	Hoogovenslib fijne fractie									m	m	2	9
30	9	Asbestafval remvoertuigen	p								m	m	3	2
31	55	Ontinkingsslib	p								m	m	4	10
32	69	Zuiveringsslib synth. garen- en vezelind.		m	m						m	m	5	11
33	62	Verfafval, algemeen en ontlakking	p		m						m	m	5	10
34	25	Drinkwaterslib										m	1	7
35	64	Verfafval, ontlakking	p		m						m	m	5	10
36	10	Asbestcement productieafval									m	m	2	2
37	43	Zinkcalcinaat fosfobereiding									m	m	2	2

p = reeds in praktijk toegepast

o = in onderzoek of onderzoek heeft ooit plaatsgevonden (lab.- en pilot/demo-schaal)

m = in principe mogelijk op basis van werkingsprincipe van de technologie en de aard van de afvalstof; geen p of o

Project T – 2000 Matrix: Afvalstoffen – Technologieën			B. Vernietiging (vervolg)								C. Immo- bilisatie		Sub totaal	Totaal
Volg nr.	Nr.	Afvalstof	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
38	29	TV's												6
39	58	Slak verbranding chemisch afval									o	o	2	8
40	66	Vliegafval verbranding chemisch afval									o	o	2	2
41	48	Afval uit prod. van vinylchloride monomeer	p										1	1
42	33	Calvanoslibs									o	o	2	9
43	21	Boorgruis									m	m	2	5
44	22	Condensatoren	p			m							3	5
45	23	Productieafval bestrijdingsmiddelen	p			m		m					3	3
46	19	Afgewerkte bleekafval slurry									m	m	2	8
47	30	Gasontladinglampen									m	m	2	12
48	42	Gips (filterkoek) fosfaatbereiding									m		1	11
49	28	Fluorescentie slib									m	m	2	8
50	49	Ladingsrest; ballastwater, chem. (incl. eetb. olie)	p	m									2	6
51	3	Afgewerkte actieve kool drinkwaterproductie	p		m							m	3	3
52	17	Bestrijdingsmiddelen, afkomstig van land-tuinbouw	p			m		m					3	3
53	65	Afvalstoffen houtreiniging	p		m								2	2
54	5	Afgewerkte actieve kool vloeistofzuivering	p		m								2	2
55	31	Oliehoudende filters uit garages	m										1	2
56	18	Bilge-olie	p										1	5
57	51	Ladingsrestanten; waswater (olie)	p	m									2	5
58	8	Amalgam												7
59	44	Arseensulfide fosfaatbereiding									m	m	2	6
60	70	Zuiveringsslib; raffinaderijen	p		m								3	3
61	24	Afval formulering bestrijdingsmiddelen	p			m		m					3	4
62	40	Kwikgevulde thermometers									m		1	2
63	73	Zuurteer	p		m						m		3	3
64	37	Afval Houtverduurzaming	p		m								2	2
65	4	Afgewerkte actieve kool t.b.v. gaszuivering	p		m								2	2
66	26	Filterkaarsen + slib aardgaszuivering									m		1	1
67	57	Oplosmiddelen niet-halogeenvoudend	m										1	2
68	52	Ladingsrestanten; ballastwater (olie)	p	m									2	5
69	2	Actief kool pootaardappelteelt + slib	p		m						m	m	4	4
70	47	PVC weekmaker restant	p		m			m					3	3
71	27	Fluorescentiepoederafval									m	m	2	8
72	71	Zuiveringsslib; cokes-teerdestillatie	p		m								2	3
73	20	Residu boorspoeling	m										1	2
74	34	Hardingszouten en -slib									m		1	5
		Totaal	39	8	21	5	2	8	4	3	37	34		

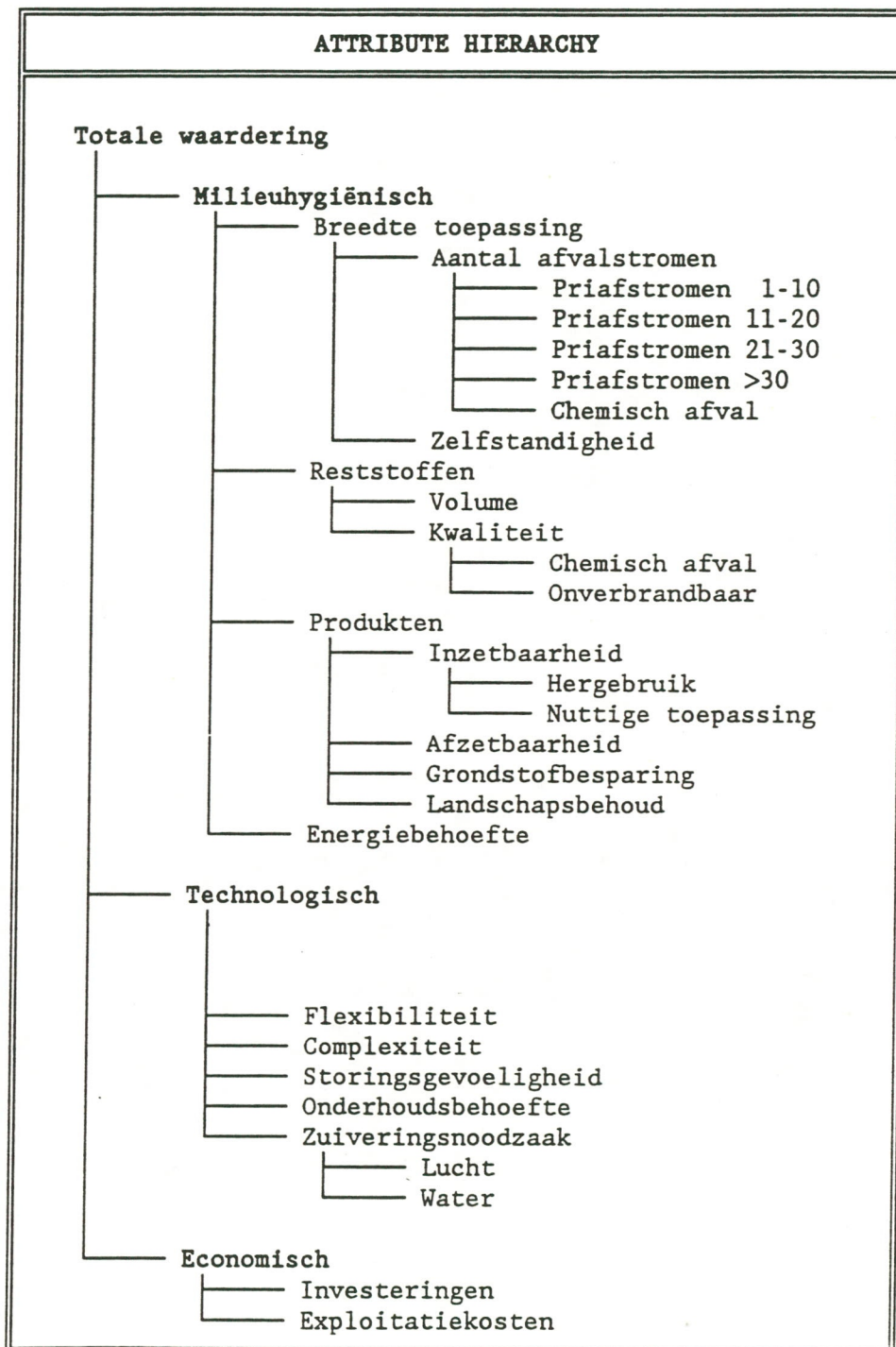
p = reeds in praktijk toegepast

o = in onderzoek of onderzoek heeft ooit plaatsgevonden (lab.- en pilot/demo-schaal)

m = in principe mogelijk op basis van werkingsprincipe van de technologie en de aard van de afvalstof; geen p of o

BIJLAGE 5

BIJLAGE 5A: STRUCTUUR VAN DE MULTICRITERIA-ANALYSE



BIJLAGE 5B: SCORES EN VALUATIE VAN DE CRITERIA

I. MILIEUHYGIËNISCHE CRITERIA

Attribuut	Wijze van scoren	Valuatie
A. Priafstromen 1-10	Aantal (enige) + Aantal (combinatie)	0 → 0 10 → 1
Priafstromen 11-20	Aantal (enige) + Aantal (combinatie)	0 → 0 10 → 1
Priafstromen 21-30	Aantal (enige) + Aantal (combinatie)	0 → 0 10 → 1
Priafstromen >30	Aantal (enige) + Aantal (combinatie)	0 → 0 ≥10 → 1
Chemisch Afval	Aantal (enige) + Aantal (combinatie)	0 → 0 ≥10 → 1
Zelfstandigheid	$\frac{\text{Totaal (enige)}}{\text{Totaal}}$ ¹⁾	0 → 0 1 → 1
B. Volume	$\frac{\sum (\text{Aantal (CA)} \times \text{Perc.}/100) + \sum (\text{Aantal (niet CA)} \times \text{Perc.}/100)}{\text{Totaal}}$ ²⁾	0 → 1 1 → 0
Chemisch Afval	$\frac{\sum (\text{Aantal (chemisch afval)} \times \text{Perc.}/100)}{\text{Totaal}}$ ²⁾	0 → 1 1 → 0
Onverbrandbaar	$\frac{\sum (\text{Aantal (onverbrandbaar)} \times \text{Perc.}/100)}{\text{Totaal}}$ ²⁾	0 → 1 1 → 0
C. Hergebruik	$\frac{\text{Aantal (inzetbaarheid, hergebruik, zeker)}}{\text{Totaal}}$	0 → 0 1 → 1
Nuttige toepassing	$\frac{\text{Aantal (inzetbaarheid, nuttige toepassing, zeker)}}{\text{Totaal}}$	0 → 0 1 → 1
Afzetbaarheid	$\frac{\text{Aantal (afz.b., hergebr., zeker)} + \text{Aantal (afz.b., nut.toep., zeker)}}{\text{Totaal}}$	0 → 0 1 → 1
Grondstofbesparing	$\frac{\text{Aantal (ja)}}{\text{Totaal}}$	0 → 0 1 → 1
Landschapsbehoud	$\frac{\text{Aantal (gering)} \times 0,33 + \text{Aantal (aanzienl.)} \times 0,67 + \text{Aantal (hoog)} \times 1}{\text{Totaal}}$	0 → 0 1 → 1
D. Energiebehoefte	$\frac{\text{Aantal (neutraal)} \times 0,5 + \text{Aantal (negatief)} \times 1}{\text{Totaal}}$	0 → 1 1 → 0

¹⁾ Totaal = Totaal (enige) + Totaal (combinatie)

²⁾ Percentages resp. 100, 75, 50 en 25%

II. TECHNOLOGISCHE CRITERIA

Attribuut	Wijze van scoren
Flexibiliteit	Matig x 0,5 + Groot x 1 ¹⁾
Complexiteit	Matig x 0,5 + Groot x 1 ¹⁾
Storingsgevoeligheid	Matig x 0,5 + Groot x 1 ¹⁾
Onderhoudsbehoefte	Matig x 0,5 + Groot x 1 ¹⁾
Lucht (zuivering)	$\frac{(\text{Laag}) \times 0,33 + (\text{Matig}) \times 0,67 + (\text{Hoog}) \times 1}{\text{Totaal}}$
Water (zuivering)	$\frac{(\text{Laag}) \times 0,33 + (\text{Matig}) \times 0,67 + (\text{Hoog}) \times 1}{\text{Totaal}}$

III. ECONOMISCHE CRITERIA

Attribuut	Wijze van scoren
Investeringskosten	$(1-10 \text{ milj}) \times 0,33 + (10-100 \text{ milj}) \times 0,67 + (>100 \text{ milj}) \times 1$ ¹⁾
Exploitatiekosten	$(10-50) \times 0,25 + (50-100) \times 0,5 + (100-250) \times 0,75 + (>250) \times 1$ ¹⁾

¹⁾ Er mag slechts 1 kruisje per techniek staan!

BIJLAGE 5C: WEEGFACTOREN

De multicriteria-analyse is uitgevoerd met de onderstaande weegfactoren (onder kolom: "gekozen gewicht").

Voor de hoofdgroepen van criteria waren dit:

- milieuhygiëne : 0,7
- technologie : 0,2
- economie : 0,1

Gewichtsfactoren set 7

Attribuut	code	default gewicht	gekozen gewicht	bijdrage in totaal
-----	-----	-----	-----	-----
Waarde	3	1.00	1.00	100.00%
Milieu	4	0.33	0.70	70.00%
Breedte	2	0.25	0.45	31.50%
Aantal	5	0.50	0.90	28.35%
Pr_1-10	0	0.20	0.30	8.51%
Pr_11-20	0	0.20	0.20	5.67%
Pr_21-30	0	0.20	0.10	2.84%
Pr_>30	0	0.20	0.05	1.42%
Chem_afv	0	0.20	0.35	9.92%
Zelfst	0	0.50	0.10	3.15%
Reststf	2	0.25	0.25	17.50%
Volume	0	0.50	0.60	10.50%
Kwalitt	2	0.50	0.40	7.00%
Chem_afv	0	0.50	0.70	4.90%
Onverbr	0	0.50	0.30	2.10%
Produkt	4	0.25	0.25	17.50%
Inzetbhd	2	0.25	0.45	7.88%
Hergebrk	0	0.50	0.75	5.91%
Nutt_tps	0	0.50	0.25	1.97%
Afzetbhd	0	0.25	0.15	2.63%
Grondstf	0	0.25	0.35	6.12%
Landsch	0	0.25	0.05	0.88%
Energie	0	0.25	0.05	3.50%
Technol	5	0.33	0.20	20.00%
Flexibil	0	0.20	0.30	6.00%
Complex	0	0.20	0.15	3.00%
Storing	0	0.20	0.30	6.00%
Onderhd	0	0.20	0.15	3.00%
Zuiverng	2	0.20	0.10	2.00%
Lucht	0	0.50	0.50	1.00%
Water	0	0.50	0.50	1.00%
Econom	2	0.33	0.10	10.00%
Invest	0	0.50	0.20	2.00%
Exploit	0	0.50	0.80	8.00%

BIJLAGE 6

BIJLAGE 6: RANGSCHIKKING VAN DE TECHNIEKEN VOLGENS DE MULTICRITERIA ANALYSE

<u>Rangnr:</u>	<u>Cluster:</u>	<u>Techniek (nr. vlgs. bijlage 1A)</u>	<u>Waardering</u>
1	Deeltjesscheiding	:Nat - op grootte en dichtheid (6)	0.635
2	Hydrometallurgie	:Precipitatie/Kristallisatie (12)	0.541
3	Thermische vernietiging	:Verbranden (21)	0.541
4	Hydrometallurgie	:Extractie/Oplossen/Uitloggen (9)	0.529
5	Deeltjesscheiding	:Droog - magn./electrostat. (3)	0.520
6	Hydrometallurgie	:Membraanscheidingstechnieken (14)	0.509
7	Immobilisatie	:Thermisch (29)	0.508
8	Hydrometallurgie	:Ionenwisseling (10)	0.502
9	Deeltjesscheiding	:Droog - op grootte en dichtheid (2)	0.498
10	Thermische vernietiging	:Pyrolyse (23)	0.494
11	Ontwateren/drogen	:Fysisch/mechanisch (20)	0.492
12	Pyrometallurgie	:Pyrometallurgie (15)	0.483
13	Deeltjesscheiding	:Nat - op grootte (5)	0.477
14	Hydrometallurgie	:Solvent-extractie (13)	0.474
15	Hydrometallurgie	:Electrochemische reductie (11)	0.461
16	Deeltjesscheiding	:Droog - op grootte (1)	0.454
17	"Uitdampen" org. stof	:Strippen (17)	0.417
18	Thermische vernietiging	:Natte luchtoxidatie (22)	0.415
19	Deeltjesscheiding	:Droog - op vorm (4)	0.415
20	Biologische vernietiging	:Aerobe ontleding (27)	0.412
21	Deeltjesscheiding	:Nat - op magn. eigenschappen (7)	0.410
22	Ontwateren/drogen	:Thermisch (19)	0.405
23	Immobilisatie	:Chemisch (30)	0.393
24	Adsorptie	:Adsorptie (18)	0.390
25	Ontmantelen/slopen	:Ontmantelen/slopen (8)	0.381
26	"Uitdampen" org. stof	:Destillatie (16)	0.366
27	Chemische ontleding	:Chemische ontleding (26)	0.337
28	Thermische ontleding	:Depolymeriseren/devulkaniseren (25)	0.290
29	Thermische ontleding	:Dehalogenering (24)	0.250
30	Biologische vernietiging	:Anaerobe ontleding (28)	0.230

BIJLAGE 7

BIJLAGE 7 CLUSTERS VAN DE GESELECTEERDE TECHNIEKEN EN RANGSCHIKKING
(tussen haakjes: rangnummer van de techniek)

"Gemiddeld"

rangnummer

mc-analyse

Cluster

Technieken

6.5

Thermische vernietiging

Verbranden (3)

Pyrolyse (10)

7

Deeltjesscheiding

Nat - op grootte en dichtheid (1)

Droog - op magn./electrostat. eigenschappen (5)

Droog - op grootte en dichtheid (9)

Nat - op grootte (13)

7

Immobilisatie

Thermisch (7)

8.7

**Hydrometallurgie/
Pyrometallurgie**

Precipitatie/kristallisatie (2)

Extractie/Opllossen/Uitloggen (4)

Membraanscheidingstechnieken (6)

Ionenwisseling (8)

Solvent-extractie (14)

Electrochemische reductie (15)

Pyrometallurgie (12)

BIJLAGE 8

BIJLAGE 8: OVERZICHT VAN LOPENDE PROGRAMMA'S VOOR ONDERZOEK EN ONTWIKKELING VAN VERWERKINGSTECHNIEKEN VOOR AFVALSTOFFEN

Het overzicht bevat een inventarisatie van stimuleringsactiviteiten en onderzoeksprogramma's op het gebied van de ontwikkeling van technieken voor de verwerking van afvalstoffen. Dit overzicht is een samenvatting van van een eerder uitgevoerde inventarisatie door IMET-TNO (Ir.B.L. van der Ven): "Inventarisatie stimuleringsactiviteiten van de overheid op het gebied van hergebruik van afvalstoffen" i.h.k. Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van afvalstoffen.

De inventarisatie kent de volgende inperkingen:

Algemeen:

- De activiteiten/programma's betreffen **de ontwikkeling van technologie**; dus niet beleidsonderbouwing, -formulering, etc.
- De activiteiten moeten ingebed zijn in een **meerjarig programma**; ad hoc activiteiten worden niet meegenomen.
- De overheid moet een duidelijke **invloed** kunnen uitoefenen op de inhoud van het programma.

M.b.t. de geselecteerde technieken en afvalstoffen in T-2000:

- Uitsluitend die programma's of delen van de programma's zijn beschouwd, die duidelijk betrekking hebben op de "prioritaire" technieken (geselecteerd in het project T-2000). Bij delen van een programma is een schatting gemaakt van het budget van het betreffende deel, dat betrekking heeft op genoemde "prioritaire" technieken.
- Sommige programma's hebben uitsluitend betrekking op onderzoek aan één afvalstof (bijv. mest). In een dergelijk geval is gekeken of deze afvalstof voor het project T-2000 van belang is, d.w.z. of op deze afvalstof veel van de geselecteerde technieken van toepassing zijn (matrix: afvalstoffen versus technieken).

Van de programma's (of delen ervan), die "voldoen" aan deze inperkingen zijn de beschikbare budgetten gesommeerd. Het aldus verkregen bedrag kan vergeleken worden met het geschatte bedrag, benodigd voor de ontwikkeling van de prioritaire technieken (uit de infosheets "prioritaire" technieken).

Voorts zijn nog enige programma's aangegeven, die (terzijde) van belang zijn voor de prioritaire technieken, doch die om uiteenlopende redenen niet "voldoen" aan vermelde inperkingen.

Nummer:1	Naam:Nationaal Onderzoek Hergebruik van Afvalstoffen(NOH)
Financiers	:VROM en EZ
Beheer	:NOVEM
Doelstelling	:Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie gericht op: - vermindering van het ontstaan van afvalstoffen - bevordering van het hergebruik van afvalstoffen.
Indieners	:onderzoeksinstituten en bedrijven
Type onderzoek	:haalbaarheidsstudies, ontwikkeling en demonstratie
Gericht op spec. afvalstof :	
Totale omvang (mln f/j)	:6,0
Omvang afv.stoffen (mln f/j)	:6,0
Opmerkingen:	
- De volgende hoofdlijnen zitten in het programma: . Preventie . Opwerking en grondstofherwinning . Directe Energiewinning . Programma-ondersteuning en kennis-overdracht. Naar het zich laat aanzien heeft de tweede (en ten dele de derde) hoofdlijn betrekking op T-2000. Dit betekent dat slechts een deel van het genoemde budget hiervoor aangewend kan worden. - Het programma bestaat uit twee delen: een continu- en een tenderprogramma - Financiële bijdrage is variabel; volledige ondersteuning is mogelijk.	

Nummer:2	Naam:Stimuleringsregeling Milieutechnologie
Financiers	:VROM (penvoerder), V&W, L&V
Beheer	:NOVEM
Doelstelling	:Ontwikkeling en demonstratie van technologische oplossingen voor vermindering van de milieubelasting
Indieners	:onderzoeksinstituten en bedrijven
Type onderzoek	:haalbaarheidsstudies, ontwikkelingsprojecten en demonstratieprojecten (geen onderzoeksprojecten)
Gericht op spec. afvalstof :	
Totale omvang (mln f/j)	:13
Omvang afv.stoffen (mln f/j)	:1,5

Opmerkingen:

- De financiële stimulering varieert: haalbaarheidsstudies 90%, ontwikkelingsprojecten 50% en demonstratieprojecten 35%.
 - Het programma bevat een aantal deelprogramma's; de belangrijkste zijn gericht op Afvalstoffen, Bestrijding Waterverontreiniging bij de Bron en Milieubiotechnologie.
 - Het deelprogramma Afvalstoffen loopt sinds 1 januari 1991. De techniekontwikkeling dient gericht te zijn op preventie, hergebruik en verwerking van chemische afvalstoffen. Het onderzoek dat hierin gestimuleerd wordt, is verdeeld in een aantal hoofdlijnen; prioriteit wordt gegeven aan:
 - * Verbetering van de kwaliteit van primaire grondstoffen
 - * Ontwikkeling van schone productie-processen
 - * Be- en Verwerking van afvalstoffen tot secundaire grondstoffen
 - De onderdelen Milieubiotechnologie (WMB) en Bestrijding Waterverontreiniging bij de Bron (BWB) bevatten mogelijkheden voor onderzoek aan afvalstoffen; echter bij WMB uitsluitend via biologische methoden (omvang 0,7 mln) en bij BWB (omvang 2,0 mln) als er een duidelijk verband is met de vermindering van waterverontreiniging.
Beide aspecten (biologische technieken en reductie waterverontreiniging) spelen bij de geselecteerde technieken geen of een ondergeschikte rol; derhalve zijn deze onderdelen van het programma niet meegenomen in de vermelde omvang.
-

Nummer:3	Naam:Nationaal Onderzoek Kolen (NOK)
Financiers	:VROM en EZ
Beheer	:NOVEM
Doelstelling	:Samenhangende aanpak voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie m.b.t. grootschalige introductie van steenkool als energiedrager
Indieners	:onderzoeksinstituten en bedrijven
Type onderzoek	:onderzoek, ontwikkeling en demonstratie
Gericht op spec. afvalstof	:kolenreststoffen
Totale omvang (mln f/j)	:36,2
Omvang afv.stoffen (mln f/j)	:0,5

Opmerkingen:

- Hoofdpijnen in het programma zijn:
 - . Verbrandings- en reinigingsonderzoek
 - . Kolenreststoffen (karakterisering en toepassing)
- De totale omvang van het NOK-programma bedraagt f 36,2 mln (1990); hiervan kan becijferd worden dat ca. f 2,1 mln besteed wordt aan de reststoffen (slakken, assen en rookgasreinigingsresidu). Van dit laatste bedrag wordt geschat dat f 0,5 mln betrekking zal hebben op T-2000 activiteiten; te weten verwerking van de reststoffen.

Nummer:4	Naam:Programmatisch Bedrijfsgerichte Technologie Stimulering-Milieutechnologie (PBTS)
Financiers	:EZ
Beheer	:STIPT
Doelstelling	:onderzoek en ontwikkeling van nieuwe processen en producten (verbeteren concurrentie bedrijfsleven).
Indieners	:bedrijven
Type onderzoek	:haalbaarheidsstudies, onderzoek, ontwikkeling en demonstratie
Gericht op spec. afvalstof :	
Totale omvang (mln f/j)	:35
Omvang afv.stoffen (mln f/j)	:3
Opmerkingen:	
- Onderwerpen in het programma zijn:	
. afvalpreventie, hergebruik en afvalverwerking	
. beperking van emissies van prioritaire stoffen	
. bodemreiniging	
. detectie.	
- Totale omvang van het PBTS-programma is f 35 mln per jaar. Geschat wordt dat 40% van dit bedrag besteed wordt aan afvalstoffen; dit is f 15 mln per jaar. Daar het programma bestemd is voor het bedrijfsleven, wordt verondersteld dat het onderzoek in dit programma voornamelijk betrekking zal hebben op het oplossen van min of meer specifieke afvalstof-problemen van de betrokken bedrijven. Het onderzoek zal dan ook voor een groot deel betrekking hebben op preventie (aanpassing van processen met het oogmerk van een vermindering van het vrijkomen van afvalstoffen) en op hergebruik (intern of extern) van de betreffende afvalstoffen. Er wordt dan ook verondersteld dat slechts een gering deel betrekking zal hebben op onderzoek, zoals geformuleerd binnen het project T-2000. Geschat wordt dat van genoemde f 15 mln slechts ca. f 3 mln besteed zal worden aan "T-2000"-onderzoek.	

Nummer:5	Naam: Afvalverbranding en winning energie uit afval (EWA)
Financiers	:EZ
Beheer	:NOVEM
Doelstelling	:bevorderen van toepassing van afval als energiedrager d.m.v. demonstratie en het verbeteren van het rendement van de verbranding.
Indieners	:onderzoeksinstituten en bedrijven
Type onderzoek	:haalbaarheidsstudies, onderzoek, ontwikkeling en demonstratie
Gericht op spec. techniek	:Verbranding
Totale omvang (mln f/j)	:7,5
Omvang afv.stoffen (mln f/j)	:5
Opmerkingen:	
- Hoofdpijnen:	
. Verbranding	
. Biogaswinning	

Van deze vijf programma's wordt aangenomen dat ze voor wat betreft de genoemde bedragen voor een groot deel betrekking kunnen hebben op de ontwikkeling van voor het project T-2000 relevante technieken voor de verwerking van afvalstoffen. Het hiermee gemoeide (geschatte) budget bedraagt ca. f 16 mln per jaar (waarvan 5 mln f uitsluitend voor verbranding).

Naast genoemde programma's is er nog een aantal onderzoeksprogramma's, waarin voor een klein deel sprake is van techniek-ontwikkeling, zoals bedoeld in het project T-2000. Sommige van deze programma's hebben betrekking op een bepaalde afvalstof; andere programma's betreffen "continu" onderzoek aan technologische instituten (TNO, KEMA) en universiteiten (UvA, TUD, TUE en LUW). In bijgaande tabel volgt een opsomming van deze programma's.

TABEL: Overige programma's van belang voor verwerking van afvalstoffen

<u>Programma</u>	<u>Financ.</u>	<u>Jaarl. omvang (mln f)</u>	<u>Geschatte omvang voor T-2000 ¹⁾ (mln f/j)</u>
Interdepartementale Werkgroep Toepassing van Afv.stoffen in de Bouw (ITABB) Doel: toepassing bulkafvalstoffen in de bouw)	VROM EZ V&W	1,1	0,2
Speerpuntprogramma Bodemonderzoek (SPB) Doel: karakterisering grond/baggerspecie; reiniging van grond en baggerspecie (hydrocyclonage en biologische reiniging)	VROM O&W, V&W, L&V	1,6	0,2
Energiebesparing door Ketenbeheer (EK) Doel: besparen van energie door sluiten van kringlopen	EZ	5,0	0,5
RWZI 2000 (RIZA) en STORA Doel: verwerking van zuiveringsslib (vnml. ontwateren, vergisten, verbranden)	V&W	1,0	0,2
Sanering Waterbodems (RIZA) Doel: sanering van vervuilde waterbodems (vnml. hydrocyclonage en biologische reiniging)	V&W	2,0	0,5
Financieringsoverleg Mest Doel: verwerking van mest (vnml. vergisten, indampen, membranen)	L&V	14,0	0,5
TNO - doelsubsidie	EZ	1,0	0,2
KEMA - toepassing en karakterisering van kolenreststoffen	?	10 m.jr.	
UvA - duurzaam gebruik van grondstoffen ? en energie		1,7 m.jr.	
TUD - Delfts Inst. voor Milieu- en Schone technologie	?	?	
TUE - ontwatering slibben en mest	?	5 m.jr.	
LUW - biol. technieken en mestverwerking?		20 m.jr.(totaal)	

Het geschatte bedrag, dat vanuit bovenstaande programma's aan T 2000-achtig onderzoek wordt besteed, bedraagt dus f 2,3 mln per jaar.

Voorts is in voorbereiding het Innovatiegericht Onderzoeksprogramma Milieutechnologie (IOP-MT) dat gefinancierd zal worden door EZ en VROM. Het IOP is bedoeld voor stimulering van toepassingsgericht onderzoek. Naar het zich laat aanzien zal de totale omvang van dit programma ca. f 10 mln per jaar bedragen; geschat wordt dat ca. f 4 mln per jaar besteed zal worden aan onderzoek aan afvalstoffen.

BIJLAGE 9

INLEIDING

In het navolgende zijn per geselecteerde cluster de hoofdlijnen geschetst van een programma van technologisch onderzoek.

De onderzoeksprogramma's zijn met name gericht op de eerste 15 technieken van de multicriteria-analyse.

De technieken, die wel tot de cluster behoren, doch niet bij de eerste 15 scoren met de multicriteria-analyse worden uitsluitend (vergelijkenderwijs) meegenomen in het algemene beeld van het voorgestelde onderzoeksprogramma.

Voorafgaand hieraan worden de belangrijkste kenmerken van de verschillende technieken binnen de betreffende cluster gegeven.

Voorts wordt een algemeen beeld geschetst van het voorgestelde onderzoekprogramma van de cluster. In het bijzonder komen hierbij aan de orde de motivering en argumentatie, die ten grondslag liggen aan het betreffende programma.

Tevens is aangegeven bij welke lopende (onderzoeks)programma's en ontwikkelingen het voorgestelde onderzoeksprogramma aansluit. Met name is dit van belang om te bezien of in lopende programma's reeds financiële middelen voor de voorgestelde onderzoeken beschikbaar zijn. In Bijlage 8 is een overzicht gegeven van de belangrijkste lopende onderzoeksprogramma's op het gebied van verwerking van afvalstoffen. Hierin zijn beknopt aangegeven de inhoud van deze programma's en hun financiële omvang.

De hoofdlijnen van de onderzoeksprogramma's zijn in eerste instantie opgesteld door beide auteurs. Vervolgens zijn de verschillende programma's voor een eerste reactie voorgelegd aan een aantal TNO- en RIVM-deskundigen. De beschikbare tijd voor het opstellen van de hoofdlijnen van onderzoek en het verzamelen van commentaar erop was zeer beperkt. In het vervolg zal hieraan meer aandacht besteed moeten worden, door bijv. na selectie van technieken een deskundigen-panel in te schakelen voor het verder invullen van het onderzoek en het bepalen van de prioriteiten. De eerste reactie van de deskundigen is op de volgende wijze verwerkt in de betreffende programma's:

- in het geval het betreffende commentaar min of meer unaniem "spoorde" met de gedachten van alle betrokkenen, is het commentaar verwerkt in het programma,
- in het geval de meningen van de betrokkenen verschilden, is het commentaar niet verwerkt in de voorliggende programma's, maar zijn de diverse commentaren separaat vermeld. unaniem

Reeds hier wordt opgemerkt dat de algemene mening van de betrokken deskundigen was dat het voorgestelde programma opgevat dient te worden als een eerste aanzet tot een onderzoeksprogramma; nadere verdieping is noodzakelijk.

Tenslotte wordt nadrukkelijk opgemerkt dat het voorgestelde programma (vooralsnog) uitsluitend betrekking heeft op technologisch onderzoek; conform de wensen van de opdrachtgever.

Bij implementatie van verwerkingstechnologie voor afvalstoffen in de praktijk spelen naast de technologische mogelijkheden van de techniek niet-technologische aspecten een belangrijke (zo niet een beslissende rol). Het verdient aanbeveling te overwegen onderzoek naar dergelijke aspecten (alsnog) in het onderzoeksprogramma op te nemen.

Cluster: THERMISCHE VERNIETIGING

Technieken *)	rangnummer mc-analyse
Verbranden (21)	3
Pyrolyse/Vergassen (23)	10
Natte luchtoxidatie (22)	18

*) De vetgedrukte technieken behoren tot eerste 15 van de mc-analyse; op deze technieken is het onderzoekprogramma met name gericht. Natte luchtoxidatie wordt uitsluitend (vergelijkenderwijs) meegenomen in het algemene beeld van het voorgestelde onderzoek (zie hieronder).

* De belangrijkste kenmerken van de technieken

Belangrijke punten van onderscheid tussen de genoemde drie technieken zijn met name de omstandigheden, waaronder het vernietigingsproces plaats vindt en de aard van de afvalstoffen, die met de technieken behandeld kunnen worden.

Bij **verbranden** vindt door toevoeging van (verbrandings)lucht onder atmosferische omstandigheden oxidatie plaats van de (afval)stoffen tot in principe CO_2 en H_2O . de temperatuur is afhankelijk van de te verbranden stoffen. Moeilijk afbreekbare stoffen, zoals gechloreerde verbindingen vereisen een temperatuur van 1200-1300°C; voor de overige stoffen ligt de temperatuur tussen 900-1300°C. Afvalverbranding vindt voornamelijk plaats in roosterovens en draaitrommelovens; in de toekomst wellicht ook in wervelbedovens.

Afvalverbranding is een techniek, die op grote schaal in Nederland wordt toegepast (zie matrix). De techniek is in tegenstelling tot pyrolyse zeer grofstoffelijk; een groot aantal afvalstoffen wordt met deze techniek verwerkt.

Pyrolyse vindt eveneens onder atmosferische omstandigheden plaats, echter hierbij wordt geen lucht (zuurstof) toegevoegd. De te behandelen (afval)stoffen worden in feite ontleedt van hogere tot lagere koolwaterstoffen en tot koolstof. Er ontstaat een aantal producten als pyrolyse-gas, -cokes en -teer. De temperatuur tijdens het proces kan oplopen tot 1200°C.

Gebruikte typen ovens zijn schachtreactoren, draaitrommels, wervelbedovens en autoclaven.

Natte luchtoxidatie verschilt essentieel van de andere twee technieken. In het algemeen wordt bij deze techniek een waterige (afval)stroom onder verhoogde temperatuur en druk gebracht (subkritisch: 150-350°C en 4-25 MPa; superkritisch: boven 500°C en boven 22 MPa). Bij deze omstandigheden worden organische stoffen geoxideerd tot CO_2 , H_2O en NH_3 , H_2SO_4 en HCl .

Het proces vindt plaats in hoge druk reactoren; hierbij zijn verticaal, in de grond geplaatste (lange) buis-reactoren.

Natte luchtoxidatie is een betrekkelijk nieuw type techniek, die nog in ontwikkeling is. Er zijn verschillende systemen, die zich onderscheiden door de omstandigheden, waaronder ze plaatsvinden en de toegepaste typen reactoren.

* Algemeen beeld van het voorgestelde onderzoek

Het feit dat een groot aantal afvalstoffen reeds door middel van **verbranding** worden verwerkt (zie score matrix Afvalstoffen-Technologieën: aantal p's) leidt ertoe dat de hierna beschreven velden van onderzoek minder betrekking hebben op het vergroten van het aantal afvalstoffen voor behandeling via deze techniek, maar meer op de optredende knelpunten bij de techniek (vnml. reductie van rookgasemissies) en optimalisatie van het proces.

Bij **pyrolyse/vergassen** speelt - evenals bij afvalverbranding - de reductie van de emissies ook een belangrijke rol. De problematiek van de emissies van pyrolyse/vergassen is in Nederland minder manifest en actueel om de eenvoudige redenen dat in Nederland deze techniek nog nauwelijks toegepast wordt. Dit laatste houdt ook in dat bij pyrolyse/vergassen het verbreden van de toepassing van de techniek d.w.z. verwerking van meerdere afvalstoffen in tegenstelling tot verbranding wel aan de orde is.

Onderzoek en studie betreffende **natte luchtoxidatie** zullen voornamelijk gericht dienen te zijn op:

- Toepassingsmogelijkheden van de verschillende systemen op de verschillende afvalstoffen, m.a.w. het verbreden van de toepassing.
- Vergelijking van de effectiviteit van de techniek met die van verbranden en pyrolyse (afweging van

voor- en nadelen).

Met name wordt hierbij gedacht aan het feit dat met deze techniek waterige afvalstromen behandeld kunnen worden; dergelijke stromen zijn met de andere technieken (met name pyrolyse) niet verwerkbaar.

- Emissies, zoals afvalwater, afgassen en slibben; eveneens in relatie tot verbranden en pyrolyse.
- Fundamenteel onderzoek gericht op procesbeheersing/-sturing en optimalisatie.

*** Aansluiting bij lopende (onderzoeks)programma's en ontwikkelingen**

Het onderwerp Thermische Vernietiging (met de onderscheiden drie technieken) sluit aan bij de volgende programma's en ontwikkelingen:

- Interdepartementale werkgroep Toepassing van Afvalstoffen in de Bouwmaterialenindustrie en de Bouwnijverheid/ITABB: toepassing van slakken en assen van AVI's.
- NOH: Hoofdpijnen Opwerking en Grondstofherwinning en Directe Energiewinning
- Afvalverbranding en Winning Energiedragers uit Afval/EWA
- IOP Milieutechnologie/recycling: Pyrolyse en Vergassen.

1 Reductie van rookgas-emissies bij verbranding:

1.1 Reductie door procesbeïnvloeding:

- a. Reductie van CO:
Metingen van CO lopen reeds bij AVR; voor andere installaties (ca. 4) is een dergelijk onderzoek aan te bevelen.
- b. Reductie van NO_x
Een omvangrijk onderzoekprogramma hiernaar loopt reeds.
- c. Reductie van de emissie-combinatie NH₃, NO_x en N₂O.
- d. Reductie van dioxines
Onderzoek van basisparameters, die dioxine-emissies beïnvloeden.
Een onderzoek loopt reeds (TNO).
- e. Combineren van diverse afvalstoffen *)
Hierbij moet gedacht worden aan o.a. het toepassen van NH₃-houdende afgassen ter vermindering van NO_x-productie en een combinatie van slib- en mestverwerking met afvalverbranding.
- f. Optimalisatie van het verbrandingsproces
Onderzoek naar betere afstemming van het samentelling van het invoer-afval en de menging van verschillende afvalstoffen.
- g. Optimalisatie van procesbeheersing door modellering en fundamentele beschrijving van bij verbranding optredende processen *)

1.2 Rookgasbehandeling:

- a. Nieuwe rookgasreinigingstechnieken
Zoals straling, corona-ontlading, hoge temperatuur-stofafscheiding, injectie van oxiderende stoffen, etc.

1.3 Monitoring:

- a. Onderzoek naar (nog niet gemeten) huidige en toekomstige onbekende emissies (met name specifieke koolwaterstoffen)

2 Toepassing van de producten en reststoffen van thermische vernietiging

2.1 Energie

- a. Verhoging thermisch rendement door hogere stoomtemperatuur bij verbranding

2.2 Producten en reststoffen

- a. Nuttige toepassing van slakken en assen (verbranding); cokes, teer en gas (pyrolyse)

3 Verbreding toepassing van de techniek

3.1 Toepassing van pyrolyse op meer afvalstoffen *)
(zie matrix; o- en m-afvalstoffen)

- 3.2 Verbetering van installaties voor de verbranding van specifieke afvalstoffen**
Onderzoek naar de toepasbaarheid van verschillende systemen voor specifieke afvalstoffen (bijv. sloophout).

4 Karakterisering van de afvalstoffen

4.1 Invloed van de veranderde afvalsamenstelling op de energie- en milieu-aspecten

4.2 Inventarisatie van alle karakteristieken van samenstellende afvalfracties

Vanuit deze inventarisatie ontwikkelen van model voor informatie over invloed van de diverse fracties op kosten, emissies, energie, etc.

5 Vergelijking tussen Verbranding en Pyrolyse/Vergassen

Vergelijking van voor- en nadelen van deze twee technieken op basis van zowel technologische, milieuhygiënische als economische criteria, teneinde de specifiek toepassingsmogelijkheden van de technieken aan te geven.

*) Mening RIVM-deskundige (J.Vos):

- 1.1.e : Niet zinvol; juist liever niet

- 1.1.g : Scoringskans zeer gering

- 3.1 : Pyrolyse niet zinvol; activiteiten op dit gebied gedurende een lange reeks van jaren zeer teleurstellend.

Cluster: DEELTJESSCHIEDING

<u>Technieken *)</u>	<u>rangnummer mc-analyse</u>
Nat - op grootte en dichtheid (6)	1
Droog - op magn./electrostat. eigenschappen (3)	5
Droog - op grootte en dichtheid (2)	9
Nat - op grootte (5)	13
Droog - op grootte (1)	16
Droog - op vorm (4)	19
Nat - op magn. eigenschappen (7)	21

*) De vetgedrukte technieken behoren tot eerste 15 van de mc-analyse; op deze technieken is het onderzoekprogramma met name gericht. De andere technieken worden uitsluitend (vergelijkenderwijs) meegenomen in het algemene beeld van het voorgestelde onderzoek (zie hieronder).

*** De belangrijkste kenmerken van de technieken**

De deeltjesscheidingstechnieken (ook wel bulkscheidingstechnieken genoemd) kunnen verdeeld worden in droge en natte technieken. Bij deze laatste technieken is de afvalstof een slurry of is in deze vorm gebracht.

Natte scheiding - op grootte en dichtheid berust op het verschillen in "sedimentatiesnelheid" van deeltjes in een vloeistof; meestal water. Deze snelheid kan beïnvloed worden via o.a. centrifugale beweging, oppervlaktekrachten en vloeistofbeweging.

De te scheiden stoffen moeten als deeltjes aanwezig zijn of in deeltjesvorm gebracht worden (bijv. coagulatie).

Er is een groot aantal methoden van natte scheiding, zoals:

coagulatie/flocculatie	coalescentie	sedimentatie
flotatie	centrifugering	hydrocyclonage
dichtheidsscheiding	drijf/zink	jiggen
schudtafel	spiraal stroomgoot	tilting frame
Vanner-techniek	Reichert-cone	revolving round table.

Bij **droge scheiding op basis van magnetische of electrostatische eigenschappen** worden magnetische (of magnetisch gemaakte) stoffen afgescheiden d.m.v. magneten. Bepaalde kunststoffen kunnen eerst electrostatisch opgeladen en dan vervolgens afgescheiden worden.

Methoden zijn:

magnetische scheiding
electrostatische scheiding
Eddy-current scheiding.

Bij **droge deeltjesscheiding - op grootte en dichtheid** wordt de stromingsrichting van de te scheiden deeltjes, aanwezig in een luchtstroom of op een vlak, steeds veranderend. Door een combinatie van verschillen in valsnelheid, massastraagheid van de deeltjes en de impuls vindt een scheiding plaats tussen licht en zwaardere deeltjes.

Bekende technieken zijn o.a.:

windziften	schudtafel
tilted bed	ballistische scheiding
trilgoot	ketsrol

Droge en natte deeltjesscheiding op grootte is in feite zeven. Bekende uitvoeringswijzen van deze bewerkingen zijn o.a.:

roosters	tril-/schudzeven
roterende zeven	zeefbochten
trommelzeven	

Natte scheiding op basis van magnetische eigenschappen is in feite eenzelfde techniek als de droge scheiding op basis van magnetische eigenschappen (zie hiervoor). De magnetische (of aan magnetisch materiaal gebonden) deeltjes worden afgescheiden d.m.v. magneten. In feite wordt met deze techniek Hoge Gradiënt Magnetische Separatie (HGMS) bedoeld.

*** Algemeen beeld van het voorgestelde onderzoek**

Deeltjesscheidingstechnieken (bulkscheidingstechnieken) worden in Nederland nog nauwelijks toegepast bij de verwerking van afvalstoffen. Zeven, hydrocyclonage en flotatie worden reeds toegepast bij de fysisch-chemische reiniging van vervuilde grond; hydrocyclonage bij waterbodemsaneringen. In het verleden is er omvangrijk onderzoek uitgevoerd naar de droge scheiding (vnl. windziften) van huishoudelijk afval.

Deeltjesscheidingstechnieken lijken met name interessant bij toepassing als voorscheiding voor de "eigenlijke" verwerkingstechnieken zoals bijv. verbranden, hydrometallurgie, etc. Met deze technieken kunnen afvalstoffen in verschillende fracties gescheiden worden, die gericht (en met minder problemen dan met de oorspronkelijke, niet-gescheiden afvalstoffen) verder verwerkt kunnen worden.

Het voorgestelde onderzoek behelst - mede gezien het bovenstaande - voornamelijk de volgende aspecten:

- verbreding van de toepassing van de verschillende technieken; d.w.z. toepassing op meerdere afvalstoffen
- verbetering van het scheidingsrendement en scheidingsscherpte; de technieken kenmerken zich namelijk in het algemeen door een relatief gering scheidingsrendement
- combinatie van de verschillende technieken.

*** Aansluiting bij lopende (onderzoeks)programma's en ontwikkelingen**

Het onderwerp Deeltjesscheiding (of Bulkscheidingstechnieken) sluit aan bij de volgende programma's en ontwikkelingen:

- Stimuleringsregeling Milieutechnologie
- Speerpuntprogramma Bodemonderzoek; Hoofdlijn E: Sanerings- en preventietechnieken (voor wat betreft grond/waterbodems)
- NOH: Hoofdlijn Opwerking en Grondstofherwinning
- IOP Milieutechnologie/Recycling: Bulkscheidingstechnieken
- PBTS Milieutechnologie.

1 Verhoging van scheidingsrendement/-selectiviteit

1.1 Door proces-beïnvloeding/apparatuur-aanpassing

- a. Verbetering van procesbeheersing (sturing/regeling)
Variaties in de samenstelling van de aangeboden afvalstroom zijn vaak de oorzaak van een verminderde effectiviteit van de scheiding. Er bestaat behoefte aan een min of meer on-line sturing van het scheidingsproces op de variaties van de invoer.
- b. Onderzoek naar scheiding onder invloed van externe velden (gravitatie, electrisch).
- c. Combinaties van verschillende deeltjesscheidingstechnieken
Veel wordt verwacht van toepassing van een combinatie (serie-geschakelde) van verschillende deeltjesscheidingstechnieken; e.e.a. gebaseerd op kennis uit de ertsscheiding en reiniging van grond en baggerspecie.
- d. Modificaties (bijv. wijziging geometrie) van apparaten en optimalisatie van het proces
Onderzoek aan genoemde aspecten is er met name op gericht om het toe te passen scheidings-apparaat "af te stemmen" op de betreffende afvalstof(fen), waardoor een verhoogd scheidingsrendement wordt verkregen en/of een snellere scheiding (dus kleiner apparaat) wordt gerealiseerd.
Voorts dient hieronder ook verstaan te worden het gelijktijdig toepassen (in het betreffende apparaat) van meerdere scheidingsprincipes, eveneens gericht op een effectievere scheiding, zoals het(tegenstroom)wassen in een hydrocycloon, scheiding bij hogere temperatuur.

1.2 Door voorbehandeling

- a. Vergroting van scheidingsrendement door met name een gerichte voorbehandeling van de afvalstoffen
De voorbewerkingen hebben tot doel de afvalstoffen in een zodanige vorm of toestand te brengen dat een zeer effectieve scheiding gerealiseerd kan worden. Ook kan het betekenen dat een gedeelte van de afvalstof wordt (voor)afgescheiden; met name kan dit het geval zijn bij fractie(s) van de afvalstof, die storend werkt bij de eigenlijke scheidingsstap.
- b. Mogelijkheden van "beïnvloeding/inbrengen" van eigenschappen, waarop een scheiding kan plaatsvinden
Door in een eerder (productie- en verzamel) stadium eigenschappen in de afvalstof (of delen ervan) "in te bouwen", kan bij de (latere) afvalverwerking een scheiding op deze eigenschappen gerealiseerd worden (bijv. "inbouwen" magnetische eigenschappen).

2 Mogelijkheden van hergebruik en nuttige toepassing van de producten en reststoffen van de scheiding

3 Verbreding van toepassing van de techniek(en)

Toepassing van de technieken op meer afvalstoffen
(zie matrix: o- en m-afvalstoffen)

4 Karakterisering van de afvalstoffen

Algemeen wordt ervaren dat de behandeling van afvalstoffen met deze technieken meer 'trial and error' is dan een gefundeerde keuze van de technieken. Dit is het gevolg van een gering inzicht in die eigenschappen van de afvalstoffen, die van essentieel belang zijn bij de scheiding. Fundamenteel onderzoek naar aard en mogelijkheden tot het vaststellen van deze eigenschappen (hetgeen bedoeld wordt met karakterisering) verdient aanbeveling.

Cluster: IMMOBILISATIE

<u>Technieken *)</u>	<u>rangnummer</u> <u>mc-analyse</u>
Thermische immobilisatie (29)	7
Chemische immobilisatie (30)	23

*) De vetgedrukte techniek behoort tot eerste 15 van de mc-analyse; op deze techniek is het onderzoekprogramma met name gericht. Chemische immobilisatie wordt uitsluitend (vergelijkenderwijs) meegenomen in het algemene beeld van het voorgestelde onderzoek (zie hieronder).

*** De belangrijkste kenmerken van de technieken**

Bij **thermische immobilisatie** vindt door verhitting van de afvalstof verglazing (vitrificatie) plaats van de matrix van de afvalstof. Deze verglazing leidt tot fysische opsluiting van de verontreinigingen in de afvalstof, waardoor de uitloogbaarheid van deze verontreinigingen uit de betreffende afvalstof drastisch gereduceerd wordt. Bij deze behandeling kan vernietiging en/of verdamping optreden van met name organische stoffen. Eventueel worden toeslagstoffen (bijv. zand) toegevoegd om het verglazingsproces te bevorderen.

Chemische immobilisatie leidt eveneens tot een verminderde uitloogbaarheid van de afvalstof. Bij deze methode wordt de opsluiting verkregen door het toevoegen van materialen als beton, bitumen, silicaat, e.a. In het algemeen kan gesteld worden dat deze methode zich uitsluitend leent voor anorganische afvalstoffen en dat de mate van immobilisatie kleiner is dan bij de thermische methode.

*** Algemeen beeld van het voorgestelde onderzoek**

Thermische immobilisatie is een techniek, die in Nederland nog nauwelijks op commerciële schaal wordt toegepast. Verschillende bedrijven hebben reeds jaren plannen voor grootschalige installaties. Onderzoek aan verschillende immobilisatie-technieken en aan de kwaliteit (met name de uitloogbaarheid) van de immobilisaten heeft reeds op aanzienlijke schaal plaatsgevonden.

Echter commerciële uitvoering van immobilisatie is tot nog toe achterwege gebleven door het ontbreken van duidelijke signalen van de overheid m.b.t. het toestaan van immobilisaten in diverse toepassingen (veelal in bouwstoffen en -materialen).

Het concept-Bouwstoffenbesluit zal er wellicht in de toekomst toe bijdragen dat immobilisatie (schoorvoetend) van de grond zal komen in Nederland. Diverse systemen (van veelal buitenlandse origine) zijn reeds verkrijgbaar.

Mede gezien het bovenstaande, richt het voorgestelde onderzoek zich met name op de volgende aspecten:

- verbreding van de toepassing; d.w.z. toepassing op meerdere afvalstoffen
- kwaliteit van het immobilisaat; met name de milieuhygiënische implicaties van de toepassing ervan.

Een groot aantal van de voorgestelde onderzoeken zijn eveneens van toepassing op **chemische immobilisatie**.

*** Aansluiting bij lopende (onderzoeks)programma's en ontwikkelingen**

Onderzoek aan immobilisatie sluit aan bij de volgende programma's en ontwikkelingen:

- Speerpuntprogramma Bodemonderzoek; Hoofdlijn E: Sanerings- en preventietechnieken (voor wat betreft grond/waterbodem)
- NOH: Hoofdlijn Opwerking en Grondstofherwinning
- Nationaal Onderzoekprogramma Kolen; voor wat betreft kolenreststoffen
- PBTS Milieutechnologie.

1 Optimalisatie processen/apparatuur

1.1 Door proces-beïnvloeding/apparatuur-aanpassing

a. Apparaat- en materiaal-technische aspecten

Gezien de hoge temperatuur en de (soms) agressieve afvalstoffen worden hoge eisen gesteld aan de apparatuur en de toegepaste materialen. Nader onderzoek naar deze aspecten en beproeving van materialen en componenten wordt noodzakelijk geacht.

1.2 Procesbeheersing (sturing en regeling)

a. Gericht op reductie van de uitloogbaarheid van het immobilisaat

Er bestaat een relatie tussen de (optimale) procesvoering en het uitlooggedrag van het product. Bedoelde relatie dient nader onderzocht te worden.

b. Gericht op energie-aspecten

1.3 Gericht op reductie van rookgas-emissies

a. Door procesbeïnvloeding

b. Door rookgasbehandeling

Hierbij kan in eerste instantie aangesloten worden bij het onderzoeksprogramma van verbranden (cluster: Thermische vernietiging).

Het onderzoek bij immobilisatie kan zich beperken tot de keuze van een optimaal systeem.

2 Mogelijkheden van nuttige toepassing van het immobilisaat

Teneinde zeker te zijn van afzet van het product (immobilisaat), dient een breed onderzoek plaats te vinden naar diverse toepassingsmogelijkheden (dit in relatie met de huidige normen voor geïmmobiliseerde producten (Concept Bouwstoffenbesluit).

3 Verbreding toepassing van de techniek

3.1 Toepassing van immobilisatie op meer afvalstoffen (zie matrix: o- en m- afvalstoffen)

3.2 Toepassing van immobilisatie op combinaties van afvalstoffen

Naast het onderzoek 3-1, waarin per afvalstof de techniek wordt beproefd, wordt het zinvolgeacht combinatie van afvalstoffen te beproeven. Immers in de praktijk zal het er op neer komen dat verschillende afvalstoffen geïmmobiliseerd zullen worden; met name kan hierbij gezocht worden naar combinaties, die duidelijke voordelen opleveren t.o.v. de individuele afvalstoffen.

4 Vergelijking tussen thermische en chemische immobilisatie

Vergelijking van voor- en nadelen van deze technieken op basis van zowel technologische, milieuhygiënische als economische criteria, teneinde de toepassingsmogelijkheden van de twee technieken aan te geven.

Cluster: HYDROMETALLURGIE/PYROMETALLURGIE

<u>Technieken *)</u>	<u>rangnummer mc-analyse</u>
Hydrometallurgie:	
Precipitatie/Kristallisatie (18)	2
Extractie/Opllossen/Uitlogen (20)	4
Membraanscheidingstechnieken (15)	6
Ionenwisseling (14)	8
Solvent-extractie (19)	14
Electrochemische reductie (17)	15
Pyrometallurgie (15)	12

*) Alle hier vermelde technieken behoren tot eerste 15 van de mc-analyse.

* De belangrijkste kenmerken van de technieken

Kortweg komt de hydrometallurgische verwerking van afvalstoffen op de volgende twee stappen neer:

1. het **extraheren/oplossen/uitlogen** van de metalen uit de afvalstof; gevolgd door
2. het concentreren/afschieden van de opgeloste metalen (als metaal of als metaalverbinding) uit de oplossing d.m.v.
 - . precipitatie/kristallisatie
 - . membraanscheiding
 - . ionenwisseling
 - . solvent extractie
 - . electrochemische reductie.

Deze concentrerings- en afscheidingstechnieken zijn min of meer "uitwisselbaar"; ze kunnen in combinatie met elkaar worden toegepast.

Extraheren/oplossen/uitlogen is het gedeelte van het proces, waarbij de te verwijderen metalen d.m.v. zuur, loog of complexvormers uit de afvalstof worden geëxtraheerd. De geëxtraheerde stoffen dienen daarna uit de uitloogvloeistof afgescheiden te worden; dit geschiedt met één of een combinatie van de navolgende technieken.

Bij **precipitatie/kristallisatie** worden de metalen uit de extractie-vloeistof neergeslagen doordat ze met een (toegevoegd) anion een onoplosbare verbinding vormen. Onder verschillende omstandigheden en met verschillende stoffen kan geprecipiteerd/gekristalliseerd worden. Het precipitaat kan d.m.v. filtratie (ook membraanfiltratie) afgescheiden worden. De geprecipiteerde/gekristalliseerde metalen kunnen ook op een "drager" neergeslagen worden, die dan eenvoudig uit de vloeistofstroom verwijderd kan worden.

Verskillende methoden zijn:

- precipitatie als bijv. hydroxyde-, carbonaat- of sulfide-slib
- kristallisatie op drager (bijv. zand; korrelreactor)

Membraanscheidingstechnieken berusten in het algemeen op een zeefwerking op het niveau van moleculaire grootte. Door de verschillen in groottes van moleculen kan een scheiding plaatsvinden. Belangrijke membraanscheidingsmethoden voor zware metalen kunnen zijn:

- ultra-/microfiltratie
- pertractie
- electrodialyse
- transmembraanabsorptie.
- hyperfiltratie

Met deze technieken kan enerzijds slib (na precipitatie) afgescheiden worden (ultra-/microfiltratie); anderzijds kunnen metaalhoudende vloeistoffen worden geconcentreerd (electrodialyse, hyperfiltratie).

Pertractie is een techniek, waarbij membranen worden gecombineerd met extractie.

Ionenwisseling is een techniek, waarbij opgeloste (metaal)-ionen door ionenwisselaar-materiaal (vaak vaste polymere harsen; ook vloeibare) worden opgenomen (gesorbeerd) en uitgewisseld tegen bijv. H^+ of Cl^- -ionen (in geval van anion-metaalcomplexen). Door bij specifieke omstandigheden (bijv. pH) te opereren, vertonen de verschillende ionen een afwijkend sorptie-gedrag t.o.v. de ionenwisselaar. Op basis hiervan kunnen ionen gescheiden worden.

Bij **solvent-extractie** wordt het te verwijderen metaal (veelal als complex) uit de uitloogvloeistof geëxtraheerd door een organische vloeistof. Afhankelijk van aard en samenstelling van de extractie-

vloeistof en de omstandigheden kunnen verschillende metalen in mindere of meerdere mate selectief geëxtraheerd worden.

Electrochemische reductie is het neerslaan van metalen op een electrode uit een oplossing als gevolg van een aangelegde gelijkspanning. Het metaal kan door mechanische, chemische of electrochemische ('ompolen') weg teruggewonnen worden.

In tegenstelling tot hydrometallurgie, dat een "natte" methode is (immers de metalen worden in oplossing gebracht) is **pyrometallurgie** een "droge" methode. Bij deze methode wordt de afvalstof verhit, waarbij de metalen in dampvorm worden gebracht. Vervolgens worden de metalen uit de damp afgescheiden (bijv. door koeling of adsorptie technieken).

*** Algemeen beeld van het voorgestelde onderzoek**

Hydrometallurgie is uitsluitend bedoeld voor het verwerken van metalen (of afvalstoffen, die metalen bevatten). Toepassing van de techniek voor de verwerking van afvalstoffen vindt nauwelijks plaats. Er loopt een onderzoek (bij TNO; pilot-fase), waarbij batterijen met deze techniek worden verwerkt; voorts is een pilot plant gestart voor de verwerking van katalysatoren.

Uit het voorgaande moge reeds duidelijk zijn dat hydrometallurgie niet één techniek is, maar een proces, opgebouwd uit de genoemde, verschillende technieken. Hierbij komt het er op neer een zodanige combinatie van technieken te maken (het proces) dat de (afval)stof op een zo efficiënt mogelijke wijze wordt verwerkt. Afhankelijk van de te behandelen (afval)stof worden de verschillende technieken in het proces toegepast. Deze technieken zijn met name bekend uit de proces-industrie en uit de afvalwaterbehandeling; ze worden dus - voor andere doeleinden dan verwerking van afvalstoffen - min of meer op zichzelfstaand toegepast. T.a.v. deze technieken vinden dan ook "zelfstandige" ontwikkelingen plaats als gevolg van onderzoek, dat met name plaatsvindt bij producenten van de technieken en de daarbij toegepaste materialen en apparatuur. In het bijzonder geldt dit voor de technieken membraanscheiding, ionenwisseling en electrochemische reductie. Het onderzoek aan deze technieken betreft dan veelal de verbetering van de toe te passen materialen, zoals membraanmaterialen en ionenwisselaars. Dergelijk onderzoek kenmerkt zich door een aantal specifieke aspecten; met name:

- . Het onderzoek betreft veelal fundamentele aspecten van de techniek
- . Het onderzoek is voor een groot deel gericht op "productverbetering"
- . Een aantal beperkingen van deze technieken zijn tamelijk "persistent" (en min of meer verbonden aan de techniek): zoals vervuiling van membranen, beperkte selectiviteit
- . Dergelijk onderzoek is vaak van grote financiële omvang
- . Op het gebied van membraantechnologie heeft in het kader van IOP reeds jarenlang onderzoek gelopen. Het lijkt nuttig de resultaten van dit programma in het kader van T-2000 mee te nemen.

Mede in relatie hiermee en gezien het karakter van T-2000, is er bij het voorgestelde onderzoeksprogramma van uitgegaan dat onderzoeken, die, "los" van de verwerking van afvalstoffen staan en toch reeds voornamelijk voor andere toepassingen zullen plaatsvinden, niet in het kader van T-2000 (dienen te) passen.

Het gevolg hiervan en van het feit dat de toepassingsmogelijkheden van hydrometallurgie - meer dan bij de andere technieken (clusters) het geval is - sterk bepaald wordt door de behandelde afvalstof is dat het voorgestelde onderzoeksprogramma enigszins anders is opgesteld dan de vorige clusters. Het onderzoekprogramma is met name gericht op het toepassen van het hydrometallurgisch proces op de diverse afvalstoffen en niet op het toepassen van de individuele technieken. Hierbij wordt uitgegaan van de verschillende technieken in de ontwikkelingsstaat, waarin ze nu verkeren.

Tenslotte wordt opgemerkt dat in de matrix: Technieken vs. PRIAF is aangegeven dat membraantechnologie ook van toepassing is op (al of niet gehalogeneerde) oplosmiddelen. Dit betreft dan (essentiële) andere membraantechnieken als toegepast bij hydrometallurgie. Dit komt omdat in de matrix geen onderscheid is gemaakt tussen de verschillende membraantechnieken. Indien dit onderscheid wel was gemaakt, dan hadden de membraantechnieken, die toegepast kunnen worden bij de verwerking van de oplosmiddelen, bij de multi-criteria analyse niet bij de eerste 15 technieken gescoord. Derhalve worden ze niet meegenomen in het onderzoek-programma.

Van de pyrometallurgische methode voor het verwerken van afvalstoffen is nog betrekkelijk weinig bekend. Voor wat deze techniek betreft voorziet het voorgestelde onderzoeksprogramma derhalve in een eerste oriëntatie van de mogelijkheden van deze techniek en een vergelijking met de hydrometallurgische route.

*** Aansluiting bij lopende (onderzoeks)programma's en ontwikkelingen**

Het onderwerp Hydrometallurgie/Pyrometallurgie sluit aan bij de volgende programma's en ontwikkelingen:

- Stimuleringsregeling Milieutechnologie
- NOH: Hoofdlijn Opwerking en Grondstofherwinning
- IOP Milieutechnologie/Recycling
- PBTS Milieutechnologie
- IOP Membraantechnologie (vrijwel afgesloten; looptijd 5 - 7 jaar).

1 Verbreding van toepassing van de techniek

1.1 Toepassing van hydrometallurgie op verschillende afvalstoffen (25x)

In de matrix Afvalstoffen-Technieken zijn ca. 25 afvalstoffen geselecteerd, die mogelijk te verwerken zijn m.b.v. hydrometallurgie. Bij de vermelde financiële omvang van het onderzoek is uitgegaan van een bedrag voor onderzoek van in eerste instantie ca. f 1 mln. per afvalstof (ordegrootte van het onderzoek aan batterijen).

Afhankelijk van de betreffende afvalstof zullen belangrijke aspecten van het onderzoek zijn:

a. Wegnemen van de storende invloed van diverse stoffen op de verschillende technieken (binnen het gehele proces); zoals:

a.1 (Voor)afscheiding van storende stoffen (voorafgaand aan het proces).

Deze onderzoekslijn betreft de afscheiding van storende stoffen voorafgaand aan het eigenlijke proces (dus vóór de uitloogstap). Met name wordt bedoeld de inzet van deeltjesscheidingstechnieken. Bij de betreffende cluster komt deze onderzoekslijn aan de orde; het is in feite de verdere verwerking van door scheidingstechnieken afgescheiden fracties.

a.2 Afscheiding/inactivering van storende stoffen uit de uitloogvloeistof.

De verschillende opwerkingstechnieken van de uitloogvloeistof kunnen veelal gestoord door de aanwezigheid van diverse stoffen, zoals:

- . complexvormers, oppervlakte-actieve stoffen en organische stoffen
- . alkalimetalen (die ook vaak mee opgelost worden in de uitloogstap)

Onderzoek naar behandelingsmethoden gericht op het verwijderen/inactiveren van deze stoffen chemische oxidatie, adsorptie, precipitatie, etc., die toegepast kunnen worden in combinatie met de verschillende technieken binnen het totale proces van hydrometallurgie.

b. Voorbewerking (ontsluiting) van de uit te logen afvalstof

Het verwijderingsrendement is voor een groot deel afhankelijk van van de beschikbaarheid van de uit te logen stof(fen). Door op de afvalstof voorbewerkingen toe te passen, gericht op het "ontsluiten" van deze afvalstof (bijv. verkleinen/vermalen) wordt de beschikbaarheid vergroot. Hieronder wordt ook begrepen toepassing van fysisch/mechanische scheidingsmethoden met het doel reeds voorafgaand storende stoffen ("ballast") te verwijderen. Onderzoek op dit gebied is opgenomen in de (zie cluster: Deeltjesscheiding)

c. Afstemmen van de diverse technieken tot een geheel proces

Zowel in grote lijnen (ongeacht de te behandelen afvalstof) als per afvalstof dienen keuzes gemaakt te worden aangaande de toe te passen technieken in het totale proces. De verschillende eigenschappen en variabelen van de diverse technieken bepalen deze keuzes, zoals:

- . keuze type uitloogvloeistof bepaalt de verdere opwerking hiervan en derhalve de toe te passen technieken
- . keuze van de toepassing van meerdere opwerkingstechnieken
- . keuze van de vorm, waarin de metalen teruggewonnen worden (als metaal, of als metaalverbinding).

d. Toepassing van hydrometallurgie op combinaties van afvalstoffen

Naast het onderzoek, waarin per afvalstof de techniek wordt beproefd, wordt het zinvol geacht combinatie van afvalstoffen te beproeven. Met name kan hierbij gezocht worden naar combinaties, die duidelijke voordelen opleveren t.o.v. de individuele afvalstoffen.

- e. Terugwinning/hergebruik uitloogvloeistof
Een belangrijk deel van de kosten van deze techniek wordt ingenomen door het verbruik aan extractiemiddel. Bij de verdere verwerking van het extract gericht op het verwijderen van de uitgeloopte metalen uit het extractiemiddel zal het mogelijk zijn een deel van het extractiemiddel terug te winnen. Verder onderzoek naar een meer volledige terugwinning met een daaropvolgend hergebruik is aan te bevelen.
 - f. Toepassing van alternatieve uitloogvloeistoffen
Onderzoek gericht op het vinden van goedkopere, minder milieubezwaarlijke, meer reactieve en meer selectieve uitloogvloeistoffen.
 - g. Optimalisatie van het gehele proces
- 1.2 Toepassing van pyrometallurgie op een beperkt aantal afvalstoffen
Teneinde een eerste indruk te krijgen van de mogelijkheden van pyrometallurgie, lijkt het zinvol een beperkt aantal afvalstoffen met deze techniek te beproeven. De keuze van deze afvalstoffen dient nog nader bekeken te worden.
- 2 Bestemming reststof van hydrometallurgie**
Na uitloging van de metalen resteren een uitloogvloeistof (die verder opgewerkt wordt) en de uitgeloopte afvalstof. Deze laatste zal nog een verwerking dienen te ondergaan t.b.v. storten (in een lichter regime dan de oorspronkelijke afvalstof), dan wel nuttige toepassing.
- 3 Karakterisering van de afvalstoffen**
Algemeen wordt ervaren dat de verwerking van afvalstoffen meer 'trial and error' is dan een gefundeerde keuze van de technieken. Dit is het gevolg van een gering inzicht in die eigenschappen van de afvalstoffen, die van essentieel belang zijn bij de toepassing van de technieken. Fundamenteel onderzoek naar deze eigenschappen (hetgeen bedoeld wordt met karakterisering) verdient aanbeveling.
- 4 Vergelijking tussen hydrometallurgie en pyrometallurgie**
Vergelijking van voor- en nadelen van deze twee technieken op basis van zowel technologische, milieuhygiënische als economische criteria, teneinde de specifiek toepassingsmogelijkheden van de technieken aan te geven.
-