

Titel
VERWERKING GRONDKABELRENTANTEN (GPLK)
EEN INVENTARISATIE VAN DE HUIDIGE EN
NIEUWE VERWERKINGSMETHODEN

Ref.nr. : 91-076
Dossiernr. : 112322-22055
Datum : april 1991
NP

Auteur(s):
F.G. Esmeijer
P. Langeveld
B.L. van der Ven

Trefwoord(en):
- grondkabel
- GPLK
- kunststofkabel
- mechanische verwerking
- milieu-aspecten

Bestemd voor:
Ministerie van VROM

SAMENVATTING

Het thermisch verwerken van restanten van grondkabel is reeds lang een milieuhygiënisch knelpunt. Bij verbranden wordt het milieu belast met zware metalen, PAK's en dioxinen.

In opdracht van het ministerie van VROM heeft TNO-IMET een studie verricht naar mechanische verwerkingsmogelijkheden. Specifiek is de studie uitgevoerd naar toegepaste en nieuwe verwerkingsmogelijkheden van gepantserde papier/loodkabel (GPLK) uit de energie- en telecommunicatie-sector.

Het blijkt dat in Nederland geen grootschalige mechanische verwerkingsinstallaties beschikbaar zijn om de totale afvalstroom van 10.000 à 15.000 ton/jaar van GPLK-restanten te verwerken. Ook in het buitenland zijn geen mechanische verwerkingsinstallaties beschikbaar die op voldoende grote schaal GPLK-restanten kunnen verwerken.

Eén installatie in Nederland heeft tijdens een demonstratie en experimenten van enkele dagen op pilot-plant schaal aangetoond dat verwerking volgens een bepaald mechanisch concept mogelijk is. Door aanpassingen van de verwerkingsapparatuur en opschaling van enkele scheidingsstappen lijkt een grootschalige verwerking in technische zin binnen korte tijd realiseerbaar.

Deelname van 'grote' aanbieders van kabelrestanten in verwerkingsbedrijven kan zorgdragen voor gegarandeerde aanbidding en controle op verwerking.

	Pagina
91-076/R.22/HVG	3
INHOUDSOPGAVE	
SAMENVATTING	2
1. INLEIDING	5
2. KABELRENTANTEN	
HOEVEELHEDEN, SAMENSTELLING EN VERWIJDERING	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Hoeveelheden GPLK	7
2.3 Samenstelling	9
2.4 Huidige verwijdering	14
3. HUIDIGE VERWERKINGSMETHODEN EN MILIEUASPECTEN	16
3.1 Opslag	16
3.2 Voorbewerking	16
3.3 Kabelstrippers	17
3.4 Shredderen	17
3.5 Verbranden	20
3.6 Afvalstoffenproblematiek	22
3.7 Kunststofkabelrestanten	23
3.8 Conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de huidige verwerkingsmethoden voor GPLK-restanten	23
4. POTENTIELE MECHANISCHE VERWERKINGSMETHODEN	24
4.1 Berger Recycling, Hoogezand	24
4.2 Skypower, Utrecht	24
4.3 NKT, Denemarken	25
4.4 Wtormet, Polen	25
4.5 Cumberland, USA	25
4.6 Cablofer, Zwitserland	26
4.7 Metall Recycling, Duitsland	26
4.8 Thijssen, Tilburg	26
5. SCHETS VOOR EEN VERWERKINGSINSTALLATIE VOOR GPLK	27
5.1 Verwerkingsoptie GPLK uit de elektriciteitssector	28
5.2 Verwerkingsoptie GPLK uit de telecommunicatiesector	29
5.3 Lange termijn oplossingen	31

	Pagina
91-076/R.22/HVG	4
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	32
6.1 Conclusies	32
6.2 Aanbevelingen	34
7. LITERATUUR	35
8. VERANTWOORDING	41

BIJLAGEN

Bijlage 1	PROJECTGROEP KABELVERWERKING
Bijlage 2	INVENTARISATIE VAN KABELVERWERKERS
Bijlage 3	EXPERIMENTEN MET DE MECHANISCHE VERWERKINGSINSTALLATIE VAN DE FIRMA BERGER HOOGEZAND
Bijlage 4	VERWERKINGSOPTIE SKYPOWER
Bijlage 5	NKT, DENEMARKEN
Bijlage 6	VERWERKINGSSCHEMA WTORMET, POLEN
Bijlage 7	VERWERKINGSAPPARATUUR CUMBERLAND, USA
Bijlage 8	VERSLAG VAN BEZOEK AAN KABELAFVALVERWERKINGSINSTALLATIE CABLOFER, ZWITSERLAND
Bijlage 9	METALL RECYCLING, DUITSLAND
Bijlage 10	THIJSSSEN, TILBURG
Bijlage 11	VERWERKING VAN KUNSTSTOFKABEL

1. INLEIDING

Het thermisch verwerken van grondkabelrestanten is reeds lang een belangrijk milieuhygiënisch knelpunt. Dit betreft niet alleen het illegaal verbranden in de open lucht, doch ook het verwerken in verbrandingsinrichtingen. In beide gevallen is een aanzienlijke verontreiniging van het milieu met zware metalen, PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en dioxinen vastgesteld.

Om deze problematiek op te lossen zijn door de Inspectie Milieuhygiëne en de directie Afvalstoffen van het ministerie VROM de volgende initiatieven ontplooid:

- overleg met 'grote' ontdoeners van kabelafval voor het vaststellen van hoeveelheden en typen grondkabelafval die jaarlijks in het afvalstadium geraken
- nagaan van de status-quo van kabelafval verbrandingsinstallaties ten aanzien van emissiebeperkende mogelijkheden
- initiëren van onderzoek betreffende mechanische verwerkingsmogelijkheden van grondkabelafval.

Het doel van deze initiatieven is om te komen tot een milieuhygiënisch verantwoorde verwerking van grondkabelrestanten. Door samenwerking met 'grote' Nederlandse ontdoeners dient een structuur te worden gecreëerd waarbij de kabelrestanten niet meer belanden bij illegale verbranders, maar bij verwerkingsbedrijven die voldoen aan de eisen van deze tijd en beschikken over de noodzakelijke vergunningen.

Aan TNO, Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie, is door de directie Afvalstoffen van het ministerie van VROM opdracht verleend tot het uitvoeren van een inventarisatie naar toegepaste- en op de markt verkrijgbare verwerkingsmethoden voor grondkabelrestanten. Specifiek is de studie gericht op de zogenaamde gepantserde papier/loodkabel (GPLK) zowel uit de energie- als de telecommunicatiesector, omdat verwacht werd dat dit type kabelrestant slechts thermisch kan worden verwerkt. Belangrijke aspecten bij de inventarisatie zijn: emissies, verwerkingskosten en de reststoffenproblematiek.

Ten behoeve van dit onderzoek is op initiatief van de directie Afvalstoffen een projectgroep Verwerking Kabelrestanten in het leven geroepen. In deze groep participeren de overheid, de 'ontdoeners' van GPLK en onderzoekers. Deze groep functioneerde als begeleidingscommissie c.q. klankbordgroep voor het onderzoek. Daarnaast bood deze groep de gelegenheid om mogelijke maatregelen te bespreken. Voor de samenstelling wordt verwezen naar bijlage 1.

2. KABELRESTANTEN, HOEVEELHEDEN, SAMENSTELLING EN VERWIJDERING

2.1 Inleiding

Grondkabels, in de vorm van stroomgeleiders, worden in Nederland groot-schalig toegepast. Deze kabels kunnen voor wat betreft hun toepassing worden onderscheiden in energiekabel en telecommunicatiekabel.

GPLK-restanten ontstaan in de volgende fasen:

fabricage	: produktierestanten
installatie	: restanten van kabellegging
gebruiksfase	: restanten van reparatie, onderhoud en renovatie
afvalfase	: GPLK-afval bij vernieuwing of wijziging van elektrici-teits- of telecommunicatienetten en bij sloop van objecten

Qua samenstelling moet onderscheid gemaakt worden tussen de kunststofka-bel (al of niet gepantserd) en de gepantserde papier- loodkabel (GPLK). Deze rapportage richt zich op de mogelijkheden van een mechanische ver-werking van GPLK restanten.

2.2 Hoeveelheden GPLK

Energiekabel

De Nederlandse bodem herbergt een grote hoeveelheid grondkabels. Het totale kabelnet voor energiedoeleinden omvat een lengte van meer dan 280.000 kilometer. Het aandeel GPLK wordt geschat op 188.500 km. [1].

Tabel 1 Schatting lengte energiekabelnet (1990)

Spanning kiloVolt	soort kabel in kilometer		
	gepantserde papier/ lood kabel (GPLK)	gepantserde kunststofkabel	ongepantserde kunststofkabel
0,4 (net)	70.000	25.000	30.000
0,4 (aansl.)	31.000	23.000	11.000
3-30	85.000	-	2.500
50	2.500		
Totaal	188.500	48.000	43.500

Het ontstaan van kabelrestanten uit deze elektriciteitsnetten is, behalve door reparatie, afhankelijk van de levensduur. Deze is een gevolg van de factoren: samenstelling op de datum van ingebruikname, de belasting en de grondsoort waarin de GPLK werd gelegd.

Indien geen beschadigingen of mechanische belastingen optreden wordt de levensduur van GPLK geschat op 50-60 jaar [2].

In de periode 1945/1990 was er sprake van een continue groei in de aanleg van elektriciteitsnetten. Verwacht wordt dat deze groei, zij het in mindere mate, zich in de toekomst zal voortzetten.

Gezien de technische levensduur mag worden aangenomen dat de hoeveelheid jaarlijks vrijkomend GPLK-restanten tot de jaren 2015-2030 ongeveer constant zal blijven.

Telecommunicatie

Een indicatie van de hoeveelheid geïnstalleerde kabel voor communicatie doeleinden en een levensduurverwachting bleek niet beschikbaar.

Wel is er sprake van een sterke uitbreiding en vernieuwing van het net, zodat verwacht mag worden dat de hoeveelheid kabelrestanten in de toekomst sterk zal toenemen.

Het blijkt dat voor beide sectoren (energie en telecommunicatie) geldt dat de hoeveelheden GPLK, die jaarlijks als kabelrestanten vrijkomen,

niet exact bekend zijn. De belangrijkste reden hiervoor is dat het ontbreekt aan een centrale administratie van de hoeveelheden kabelrestanten die bij producenten, bedrijven en instellingen vrijkomen.

Daarnaast worden, gezien de intrinsieke waarde van GPLK, partijen kabelafval zowel geëxporteerd als geïmporteerd. Een inventarisatie bij verwerkers levert zeker geen volledig beeld, gezien de naar schatting grote hoeveelheden die in het illegale verwerkingscircuit belanden.

De hoeveelheden die in verschillende publicaties worden vermeld zijn daarom schattingen [3, 4, 5 en 6].

Tabel 2 Geschatte hoeveelheid GPLK die jaarlijks als restant vrijkomt

Elektriciteitsbedrijven	4000-5000 ton/jaar
PTT Telecommunicatie	2000-2500 ton/jaar
Overige bronnen	4500-7500 ton/jaar
Totaal	10.000-15.000 ton/jaar

Onder de 'overige bronnen' vallen onder andere grote bedrijven, de elektrotechnische industrie en kabelproducenten.

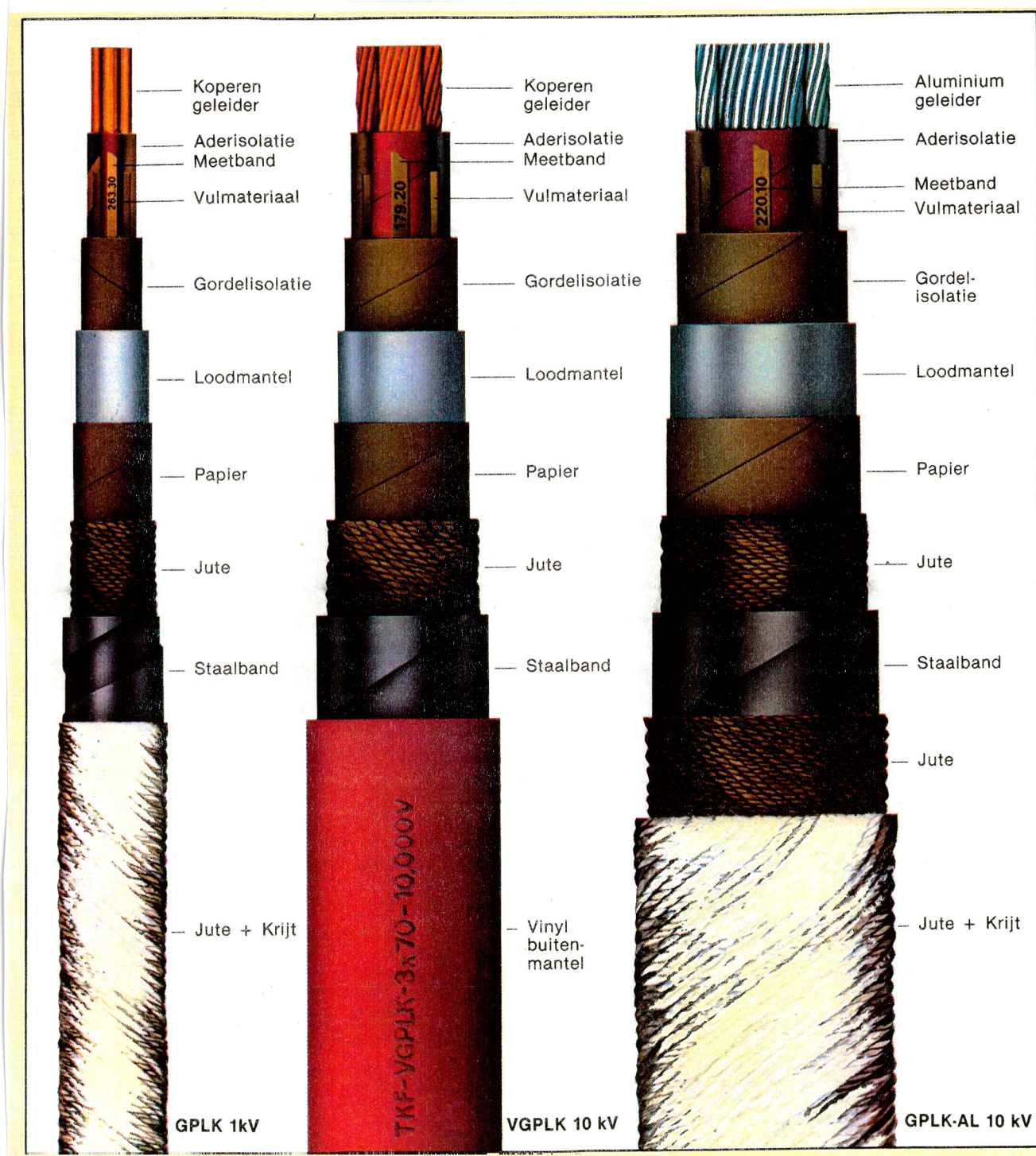
2.3 Samenstelling

De GPLK ontleent zijn naam aan de samenstelling. De kabel kent verschillende soorten isolatie, variërend van bitumineuze lagen tot oliehoudend papier- en/of textiellagen, waarbij tevens nog kunststoffen- en rubberlagen zijn toegepast. De algemene opbouw van de GPLK is als volgt:

- koperaders, deze worden met vet-papier geïsoleerd en samengeslagen;
- omhulling met papier en/of jute tot een rond geheel;
- isolatie van diverse lagen papier;
- aanbrengen van een naadloze nauwsluitende loodmantel;
- daaromheen 2 lagen papier, 1 laag jute, 2 lagen staalband en tenslotte jute en krijt;
- over de lood-, papier-, staal- en jutelagen wordt telkens een laag bitumen aangebracht.

De samenstelling wordt noodzakelijk geacht om de kabel een lange levensduur te garanderen, met zo min mogelijke energieverliezen. In de figuren 1, 2 en 3 is de opbouw van diverse kabels weergegeven [bron: brochure Twentse Kabelfabriek].

De GPLK wordt in sommige gevallen ook aangeduid met de naam 'vette grondkabel'.



Figuur 1, 2 en 3 Opbouw diverse typen gepantserde-papier-lood kabel (GPLK)

De samenstelling van de kabels die in het afvalstadium geraken is niet precies te voorspellen. Dit wordt veroorzaakt door de veelheid aan typen kabels van verschillende herkomst die in de loop der tijden zijn gebruikt. Voor de 10 kV elektriciteitsnetten zijn tot 1975 alleen koperen geleiders toegepast. In 1978 werd de minerale olie met hars vervangen door synthetische olie en in 1985 werd jute vervangen door polypropreen. Het aandeel bitumen jute en dergelijke is bij deze opgave niet weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid dat, behalve bij produktie- en installatie-afval van kabels met aluminium geleiders er voorlopig alleen GPLK-restanten met koperen geleiders zal vrijkomen.

Uitgaande van de kabelopbouw die in verschillende publikaties gegeven worden, kan een redelijke schatting van de samenstelling worden gemaakt. Deze zijn in de tabellen 3 tot en met 5 weergegeven.

Tabel 3. Samenstelling van GPLK voor telecommunicatie

Gepantserde grondkabel met papier-lucht isolatie voor lokale telefonie in gewichtsprocenten (bron: PTT Normblad, 1976)

	type B N = 10	type A N = 225	type B1 N = 1	type A1 N = 225
koper	6	29	6	27
papier	0,8	2	0,7	2
katoen	0,4	2	0,3	2
lood	30	42	27	40
asfaltpapier	1,4	1	1,2	1
jute	16	9	6	4
staal	46	15	51	19
PE	-	-	8	4

N = aantal aders

Tabel 4. Samenstelling van GPEW kabel voor telecommunicatie

Gepantserde langswaterdichte grondkabel met PE aderisolatie voor lokale telefoonnetten in gewichtsprocenten (bron: PTT Normblad 86, november '87)

GPEW: Gepantserde langswaterdichte grondkabel met polyethyleen mantel

	standaard type	gladde mantel
	N = 50	N = 1
koper	36	5
PE	17	26
aluminium	25	24
staal	22	46

N = aantal aders

Tabel 5. Samenstelling van GPLK voor sterkstroom met aluminium of koper geleiders in gewichtsprocenten
(bron: NKF/VEEN/Twentse kabelfabriek/NEN 3172)

	aluminium		koper	
	GPLK 10kV	GPLK 10kV	GPLK 10kV	GPLK 10kV
	3x25mm	3x240mm	3x25mm	3x240mm
aluminium	5	17	-	-
koper	-	-	15	40
pvc	16	16	15	11
lood	39	36	35	26
staal	23	21	21	15
papier/bitumen	5	3	4	2
jute	12	7	10	5

De in de tabellen weergegeven typen elektriciteits- en telecommunicatiekabels pretenderen niet een volledige opsomming te geven van de in Nederland toegepaste kabels. Deze zijn voorbeelden van min of meer uitersten wat betreft de capaciteit. Uit de samenstelling blijkt dat de

intrinsieke waarde van het kabelafval, gezien de gehalten aan koper, lood en aluminium relatief hoog is.

Door de aanwezigheid van bitumen, vet papier en jute is verwerking met traditionele verkleiningsapparaten, zoals deze voor kunststofkabels worden toegepast, niet mogelijk. De kabel-restanten versmeren in de molen en als gevolg van een temperatuursverhoging kan brand ontstaan.

2.4 Huidige verwijdering

De GPLK-restanten worden meerendeels volgens één van de hierna beschreven wijzen aangeboden en verwerkt.

1. Verwerking van GPLK-restanten door een loonwerker, waarbij de teruggewonnen materialen door het toeleverende bedrijf worden verkocht.
2. Rechtstreekse verkoop van GPLK-restanten aan een, min of meer vaste, kabelverwerker.
3. Verkoop van GPLK-restanten bij inschrijving.

Optie 1 wordt door de PTT telecommunicatie toegepast, waarbij tot 1-1-1992 het kabelafval door de Fa. Smoorenburg in 't Harde wordt afgebrand. Volgens mededeling van de PTT zal dit contract per 1-1-1992 worden beëindigd.

Optie 2 wordt door sommige elektriciteitsbedrijven toegepast, zoals bijvoorbeeld door de PGEM aan de kabelverwerker Martens te Elst.

Optie 3 wordt het meest toegepast, met name door de elektriciteitsbedrijven.

De indruk bestaat dat kabelrestanten worden doorverkocht, waardoor geen zekerheid bestaat over de uiteindelijke verwerking. In ieder geval bestaat er geen sluitende controle op de verwerking.

Daarnaast worden GPLK-restanten afkomstig uit diverse bronnen bij alle soorten van verwerkingsbedrijven aangeboden.

Veelal betreft dit kleine partijen uit bijvoorbeeld: sloop van utiliteitsobjecten, fabrieksinstallaties en kleine restanten van installatiewerken. Afvoer vindt meestal plaats via het 'oude metalenhandelcircuit'.

91-076/R.22/HVG

15

De bewerking wordt vaak niet door een vergunninghoudende kabelverwerker gedaan. De relatief hoge waarde van de materialen koper en lood en de gemakkelijke afzetmogelijkheden, ook van kleine hoeveelheden bij de metalenhandel, bieden mogelijkheden voor het afbranden in de open lucht.

Een lijst van kabelverwerkers is in bijlage 2 opgenomen.

3. HUIDIGE VERWERKINGSMETHODEN EN MILIEU-ASPECTEN

3.1 Opslag

Kabelrestanten worden veelal op een buitenterrein opgeslagen. Hierna vindt sortering plaats waarbij kunststof- en grondkabel worden gescheiden en grondkabels worden verdeeld in koperhoudende en aluminiumhoudende kabels. Het sorteren is mede afhankelijk van de wijze van verwerking. Voor het strippen van kabel vindt sortering plaats naar diameter. Voordat met verwerking wordt aangevangen, worden de kabels apart van elkaar opgeslagen.

Milieu-aspecten

Buitenopslag van de kabelrestanten op niet verharde ondergrond leidt tot bodemverontreiniging door uitloging van koper- en loodoxide.

3.2 Vorbewerking

Bij iedere verwerkingsmethode dienen de kabelrestanten te worden voorberekt.

Voor strippen en verbranden worden de dikkere kabels in lengten van circa 1 meter gesneden. Voor een shredderbewerking wordt de kabel in stukken van 25 - 50 cm gesneden. Het snijden van kabels kan handmatig en mechanisch geschieden. Handmatig met daartoe ontwikkelde scharen en mechanisch met guillotine of roterende scharen.

Milieu-aspecten

Het voorbereken van kabelrestanten door middel van snijden kent nauwelijks negatieve milieu-aspecten. Bij roterende scharen kunnen mogelijk koper en/of lood-deeltjes vrijkomen. Zonodig dient luchtafzuiging te worden geplaatst.

3.3 Kabelstrippers

Strippen is een methode die toegepast wordt bij kabels met een grote diameter. De kabel wordt hierbij aan een machine toegevoerd die de mantel tot op de kern opensnijdt. De koperen kern(en) kunnen worden uitgenomen en lood wordt verkregen door de ontmanteling (ijzer + bitumen/jute) te verwijderen. Een belangrijk nadeel van deze techniek is dat toevoer handmatig moet plaatsvinden en dat de kabels min of meer recht moeten zijn. Indien zich geen storingen in de verwerking voordien, kan theoretisch een capaciteit van 30 meter per minuut worden bereikt. In de praktijk blijkt echter dat de capaciteit enkele meters per minuut is.

De kwaliteit van de op deze wijze verkregen produkten, Pb en Cu, is redelijk hoog, doch aan het loden mantelmateriaal is isolatiemateriaal (bitumen, jute met teer of papier) gekleefd. Ook de koperen kern kan verontreinigd zijn met vet of vetachtig papier. Deze verontreinigingen leiden tot afzetproblemen. Derhalve vindt vaak reiniging plaats in de vorm van verbranden, zowel in de open lucht als in ovens. Uit Denemarken is bekend dat een kabelverwerker gestripte kabel laat ontvetten in een nabijgelegen verfmiddelenindustrie. Ook in Nederland is ontvetting van koper gesignaleerd (Thijssen, Tilburg).

Kabelstrippen wordt door veel verwerkers toegepast. Zowel bij bekende kabelafvalverwerkende bedrijven, als bij handelaren in oude metalen zijn grotere of kleinere kabelstrippers geïnstalleerd.

3.4 Shredderen

Shredderen is een verwerkingsmethode waarbij het materiaal tussen slagkransen wordt verkleind. De openingen van de molenroosters zijn bepalend voor de deeltjesgrootte van het maalprodukt.

Daarnaast worden snij- of messenmolens toegepast waarbij verkleining door een snijdende werking tot stand wordt gebracht.

Met de huidige verkrijgbare shredderuitvoeringen kan GPLK sec niet worden verwerkt. Door de bitumineuze isolatie versmeert de molen en

stagneert de verdere verwerking. Deze methode is wel geschikt voor kunststofkabel. Soms worden dunnere GPLK opgemengd met kunststofkabel om zo te kunnen worden verwerkt.

Na voorverkleinen met een kabelschaar, wordt het materiaal in een messen- of snijmolen gevoerd, waarbij verkleining plaatsvindt tot 5 à 10 mm deeltjes lengte. Met behulp van een bovenbandmagneet wordt uit de maalfractie ijzer teruggewonnen. In een tweede verkleiningsstap met een granulator worden de deeltjes tot enkele millimeters grootte verkleind. Met een zeefunit worden de grootste deeltjes naar de granulator gere-tourneerd en de tussenfractie aan een separator toegevoerd. Met behulp van lucht en een schudtafel worden metaaldeeltjes van kunststofdeeltjes gescheiden.

Met deze verwerkingsmethode kan het aandeel te verwerken GPLK slechts gering zijn. Door de warmte-ontwikkeling tijdens het malen kunnen de bitumen smelten en eventueel vlam vatten. Vet en papier worden door hun kleefeigenschappen onvoldoende van het metaal gescheiden. Getracht is om de verwerkingsapparatuur aan te passen door de molens te koelen, doch dit had onvoldoende effect.

Een mogelijk werkbare methode om met genoemde apparaten tot een verwerkingsproces voor GPLK te komen, is de toepassing van vloeibare stikstof. Door de temperatuur van de kabel sterk te verlagen (in theorie tot -196°C) worden bitumen en vetten hard en bros. Zonodig door extra toevoeging van vloeibare stikstof aan de molen kan kabelverkleining worden uitgevoerd. De extra kosten van deze cryogene methode liggen in de ordegrrootte van f 0,20 - f 0,50 per kilo kabel. Daarom wordt dit proces (nog) niet toegepast. Bij een hoge negatieve waarde door afvoerkosten van de restfractie kan deze methode wellicht economisch interessant worden.

Als een mix van kabelrestanten worden verwerkt kunnen metalen als koper, lood en aluminiumdeeltjes vrijkomen. Scheiding van deze soorten kan mechanisch op diverse wijzen plaatsvinden. De ketsrolmethode maakt gebruik van de hardheid en zachtheid van de materialen. Hierdoor kan via ketsrollen lood van koper worden gescheiden. Door windzifting kunnen

deeltjes op grond van het verschil in soortelijke dichtheid van elkaar worden gescheiden, bijvoorbeeld koper van aluminium. Naast deze methoden kan Eddy-Current scheiding worden toegepast. Door gebruikmaking van latent magnetische eigenschappen van metalen kan door scheiding via een wervelstroomprincipe op eenvoudige wijze bijvoorbeeld lood van aluminium worden gescheiden.

Milieu-aspecten

Bij verwerking van kabelrestanten met verkleiningsapparaten wordt stof gevormd. De installaties zijn uitgerust met stofafzuiging, zodat ongewenste emissies worden voorkomen. Stof en afval worden naar stortplaatsen afgevoerd. Bij een onverhoopte brand in de shredder kunnen ongecontroleerbare emissies ontstaan, alsmede verontreinigde asresten.

Energie

Een indicatie van de energie-aspecten van voornoemde verwerkingsmethoden zijn in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 Energie-aspecten

	capaciteit (ton/uur)	kabeldiameter (mm)	geïnstalleerd vermogen (kW)
kabelscharen	3	50	30-35
alligators	10	100	55
kabelstrippers	1-2	< 150	5-15
complete installaties:	0,5		ca. 75
	1		125-150
	2,5		ca. 250

Bij de keuze van voorbewerking is het energieverbruik niet de belangrijkste factor. Door de manuele invoer bij kabelstrippers en de daarop volgende handmatige verwijdering van koper, bitumen en stalen ommantelng, zijn de loonkosten voornamelijk bepalend voor de bewerkingskosten.

3.5 Verbranden

Het verbranden van kabelrestanten (zowel kunststofkabel als GPLK) heeft een lange voorgeschiedenis. Vroeger werd uitsluitend in de open lucht verbrand, terwijl heden, mede door klachten over milieuverontreinigingen zoals stank, roet en rook, ook in ovens wordt verbrand. Verbranding in de open lucht is niet meer toegestaan. De thans in werking zijnde ovens zijn eenvoudig van opzet met verbrandingsruimten tot enkele kubieke meters. Bij batchgewijze verbranding wordt 2 à 3 ton verkleinde kabels in de oven gebracht en gedurende 30 tot 50 minuten verbrand. Ontsteking vindt meestal plaats met huisbrandolie, waarna de bitumen het verbrandingsproces op gang houden. De verbrandingstemperatuur is 350 à 400°C.

Tijdens het verbrandingsproces smelt het lood dat veelal over een schuine ovenvloer naar buiten stroomt. De brandbare producten bitumen, teer, jute, papier en vet verbranden of verkolen. Na afkoeling worden de verbrandingsresten afgeschud en het bandijzer van de koperen kern(en) handmatig verwijderd.

Door de batchgewijze verbranding met afkoelen en opwarmen is de ovenstemperatuur niet constant. Hierdoor bevatten de verbrandingsgassen onvolledig verbrande componenten, waardoor een naverbrander noodzakelijk is. Deze is gas- of oliegestookt en verhoogt de verbrandingstemperatuur tot boven 800°C. Om tot volledige verbranding te komen, moet de verblijftijd in de naverbrander minimaal 1 seconde zijn.

Emissies

Aan enige kabelbranderijen is emissie-onderzoek uitgevoerd [7, 8 en 9]. De resultaten hiervan, alsmede de emissie grenswaarde volgens 'Richtlijn Verbranden 1989' zijn als volgt:

91-076/R.22/HVG

21

Tabel 7. Emissiemetingen bij diverse kabelbranderijen

component	concentraties [mg/m³]				richtlijn verbranden 1989 [mg/Nm³]	
	meting nummer:					
	1	2	3	4	5	
stof	100	720	70	40	560	5
HCL	20	860	100	60	12	10
Fluoride				3,5	0,4	1
CO				60	1600	50
NOx					30	70
zware metalen (excl. Cd en Hg)				1,1	2,5	1
Cd						0,05
Hg					0,06	0,05
PCDD's + PCDF's	0,8	2,5			0,003	0,1*
PAK's	0,008	0,004	3,5			

* Nanogram TEQ/Nm³. (Toxische equivalent 2, 3, 7, 8 TCDD)

Hieruit blijkt dat geen van de kabelbranderijen voldoet aan de emissie eisen volgens de 'Richtlijn Verbranden 1989' (VROM/DGM/A nr. 0779512 d.d. 15-8-1989).

Bodemonderzoek in de omgeving van enkele kabelbranderijen heeft aangetoond dat lood- en PAK-gehalten (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) in de bovenste 10 cm van de grond hoger zijn dan de A-waarde ¹⁾. In groentemonsters liggen deze gehalten boven de achtergrondwaarden.

Geconcludeerd wordt dat met de huidige toegepaste verbrandingstechnieken en rookgasreinigingsmethoden GPLK niet volgens de milieunormen kan worden verwerkt.

¹⁾ De A-waarde wordt beschouwd als referentiewaarde voor de concentratie van mogelijke verontreinigingen in de bodem. Concentraties beneden de A-waarde zijn acceptabel. Voor lood geldt een grenswaarde van 50 mg/kg (op droge stof basis) en voor PAK's 1 mg/kg.

Ontwikkelingen

Bij toepassing van continu werkende ovens, zal de oventemperatuur meer constant blijven, waardoor naverbranding effectiever wordt. Nageschakelde rookgasreiniging biedt de mogelijkheid om te voldoen aan de eisen gesteld in de Richtlijn Verbranden 1989.

Hoewel er nog geen verbrandingsinstallatie bestaat die voldoet aan de emissie-eisen, zijn in een aantal bedrijven ontwikkelingen gaande.

In de eerst helft van 1991 zal het Besluit Aanwijzing Chemische Afvalstoffen (BACA) in werking treden. Het BACA vervangt het Stoffen- en Processenbesluit. De bij het verbranden van kabelrestanten vrijkomende loodassen, worden door BACA aangemerkt als chemisch afval en dienen als zodanig te worden afgevoerd en verwerkt overeenkomstig de Wet Chemische Afvalstoffen.

3.6 Afvalstoffenproblematiek

De afvalstoffen die ontstaan bij mechanische GPLK-verwerking bevatten bitumen, jute, vet papier, kunststoffen. Tevens komen metaalrestanten zoals koper, lood en ijzer vrij. Veelal worden de eerst genoemde afvalstoffen soms vermengd met ander afval, gestort.

Opwerking van deze fractie om bijvoorbeeld kunststoffen af te scheiden, is technisch niet mogelijk. Door versmering van de bitumen en het vet met de andere componenten is het niet mogelijk schone componenten te verkrijgen.

De zuiverheid van de afvalstoffen is afhankelijk van de bewerkings-techniek. Bij het strippen van GPLK zijn de metaalcomponenten Fe, Cu en Pb vervuild met isolatiemateriaal en vet papier. Door afbranden of oplossen van het vette papier van Cu ontstaat as, respectievelijk papier en vervuild oplosmiddel. Het Fe en Pb dat met isolatiemateriaal is verontreinigd, wordt bij de afnemers behandeld. De afvalstoffenproblematiek van deze metalen wordt hierdoor naar elders verplaatst. Het resterende isolatiemateriaal wordt gestort.

Bij een volledig mechanische verwerking worden de reststoffen in één fractie geconcentreerd. De metalen zijn door de intensieve mechanische bewerking nagenoeg zuiver.

3.7 Kunststofkabelrestanten

Verwerking van kunststofkabels is met mechanische processen goed mogelijk. Bijlage 11 bevat een beschrijving van de verwerkingstechnieken.

3.8 Conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de huidige verwerkingsmethoden voor GPLK-restanten

Opslag

Als gevolg van het uitloggen van koper- en loodoxide wordt aanbevolen om opslag en sorteringen overdekt te doen plaatsvinden op een niet vloeistof doorlatende ondergrond.

Bewerkingen

Bij bewerkingen zoals: knippen, strippen en verkleinen dient daar waar stof of kleine deeltjes bijvoorbeeld lood en koper ontstaan adequate afzuiging plaats te vinden.

In verkleiningsapparaten kan ten gevolge van plaatselijke oververhitting brand ontstaan wat tot ongecontroleerde emissies van PAK's en dioxinen kan leiden. Aanbevolen wordt een branddetectie en -bestrijdingssysteem te installeren.

Verbranden

Uit de studie blijkt dat kabelbranderijen niet voldoen aan de eisen van de 'Richtlijn Verbranden 1989'.

Mechanische verwerking

Geconcludeerd wordt dat voor de verwerking van GPLK geen adequate verwerkingsmethoden beschikbaar zijn. Verbranden voldoet niet aan de eisen en grootschalige mechanische verwerkingsmethoden zijn niet beschikbaar.

4. POTENTIËLE MECHANISCHE VERWERKINGSMOGELIJKHEDEN

Eén van de aspecten van deze studie is een inventarisatie naar GPLK verwerkingsmogelijkheden, anders dan verbranden.

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat voor een grootschalige mechanische verwerking in Nederland geen apparatuur voorhanden is.

In dit hoofdstuk worden potentiële verwerkingsmogelijkheden en productie bedrijven nader geïnventariseerd. Waar mogelijk zijn verwerkingsexperimenten uitgevoerd.

4.1 Berger recycling, Hoogezand

Berger Recycling heeft de basisapparatuur van Scandinavian Recycling zodanig aangepast dat de installatie circa 2 ton/uur GPLK-restanten kan verwerken langs mechanische weg.

Onderzoek naar de scheidingseffectiviteit is uitgevoerd met GPLK van de PTT op 8 februari 1990 en op 18 en 19 september 1990 met GPLK afkomstig van een elektriciteitsbedrijf.

De resultaten van de experimenten en de analyses zijn in bijlage 3 vermeld. Geconcludeerd wordt dat de teruggewonnen materialen Pb, Cu en Fe van goede kwaliteit zijn.

Voor het opwerken van de organische fractie is een verwerkingsmethode in ontwikkeling.

4.2 Skypower, Utrecht

Dit bedrijf heeft een plan opgesteld voor een verwerkingsfabriek op basis van mechanische verwerking. Verkleining is gebaseerd op het toevoegen van vloeibare stikstof.

Het systeem bevindt zich in een ontwerpfase waardoor de effectiviteit en de milieu implicaties niet kunnen worden bepaald.

Het bedrijf wil GPLK-restanten uit Duitsland aantrekken. De optie is in bijlage 4 nader uitgewerkt.

4.3 NKT, Denemarken

De Deense kabelfabriek NKT heeft een aparte locatie waar kabelrestanten worden verwerkt. De verwerkingscapaciteit is circa 2 ton/u. (circa 50% afkomstig uit eigen fabriek en circa 50% via handelaren). De metalen worden verkocht. Tevens wordt er circa 1500 ton/j. PVC scrap als secundaire grondstof op de markt gebracht. Deels wordt dit gebruikt in de eigen produkten (isolatie nieuwe kabel), deels wordt het extern toegepast bijvoorbeeld voor de produktie van tuinslang. In de kabelverwerkingsplant zijn meerdere verwerkingslijnen opgesteld. De apparatuur is grotendeels afkomstig van Eldan, Denemarken:

- a) een stripinstallatie voor cross-linked PE kabel,
 - b) een verwerkingsinstallatie voor telecommunicatiekabel waarin een pasta (jelly) als isolatie wordt toegepast. Dit type is vrij nieuw.
- In bijlage 5 is een processchema weergegeven.

4.4 Wtormet, Bytom Polen

Deze mechanische verwerkingsinstallatie voor kunststofkabel is in 1986 geleverd door Scandinavian Recycling uit Zweden.

Op basis van deze installatie worden door Scandinavian Recycling wijzigingen en aanpassingen samen met Berger Recycling gepleegd voor de verwerking van GPLK-restanten. Verwacht wordt de installatie binnen één jaar operationeel kan zijn.

Achtergrondinformatie over de huidige methode is in bijlage 6 weergegeven.

4.5 Cumberland, Providence USA

Cumberland engineering levert apparatuur voor verkleining en scheiding van onder meer GPLK.

Het verkleiningsprincipe berust op een shredder met open rotor waarbij met grote open tussenruimten de verkleiningsmessen zijn geplaatst. Of de toegepaste drumseparator hetzelfde scheidingsrendement heeft als dat van het Zweedse Scandinavian Recycling kan worden betwijfeld. Dit

scheidingsapparaat is in principe ontwikkeld voor scheiding van zware en lichte delen uit huishoudelijk afval.

De gevoerde systemen zijn in bijlage 7 vermeld.

4.6 Cablofer, Bex Zwitserland

Deze mechanische verwerking is in het begin jaren 80 geleverd door Fa. Eldan te Denemarken. Het principe van de installatie en de resultaten van de scheidingsexperimenten zijn weergegeven in bijlage 8.

De conclusie is dat de verwerking met deze installatie niet optimaal is. Aanpassingen en ontwikkeling van de installatie voor de verwerking van Nederlands GPLK zal naar schatting enige jaren vergen.

4.7 Metall Recycling, Duitsland

De PTT heeft een verwerkingsproef uitgevoerd bij voornoemd bedrijf. De toegepaste apparatuur is deels overeenkomstig met die van Berger Recycling te Hoogezand. Analyses van de scheidingsfracties zijn niet beschikbaar. Het verwerkingssysteem wordt in bijlage 9 toegelicht.

4.8 Thijssen, Tilburg

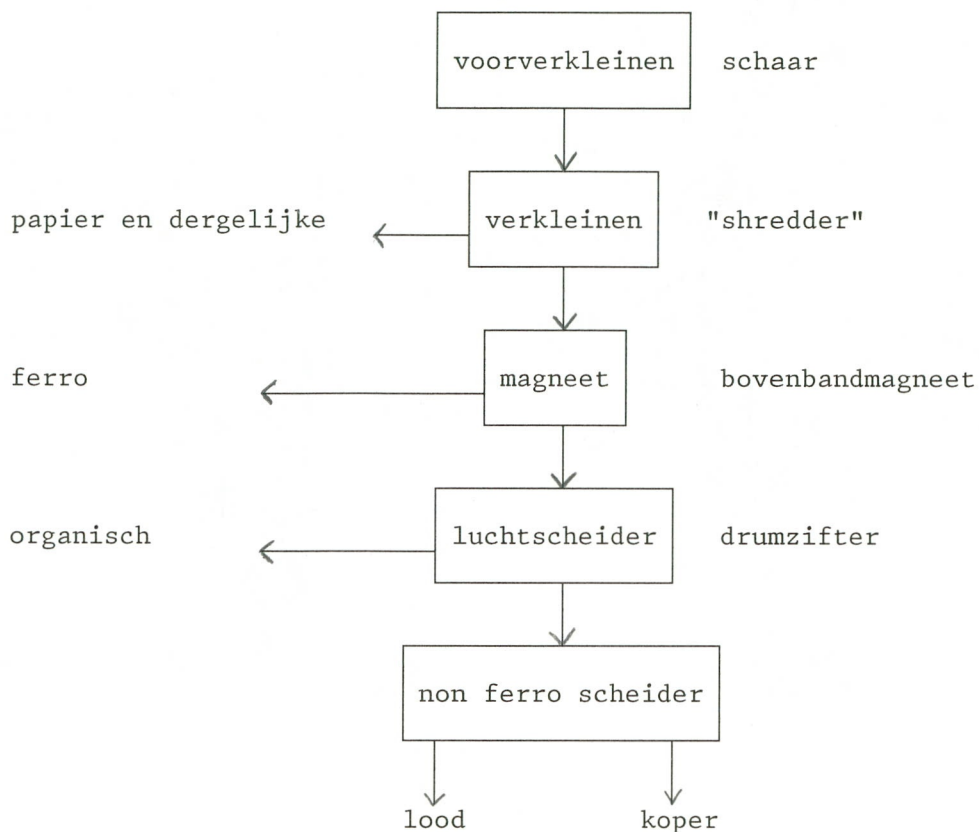
Na strippen wordt koper handmatig verwijderd. Het verontreinigde ijzer en loodmantel wordt elders verwerkt. De koperaders, met papierisolatie, worden via verwarmen, borstelen en ontvetten gereinigd.

In het geval van een meer grootschalige produktie zal dit verwerkingsprincipe aan de eisen van de tijd en techniek moeten worden aangepast. De huidige verwerkingscapaciteit is slechts afhankelijk van het aantal in te zetten werknemers. In bijlage 10 is de verwerkingsmethode nader omschreven.

5. SCHETS VAN EEN VERWERKINGSINSTALLATIE VOOR GPLK

Op basis van de geïnventariseerde verwerkingsmethoden en de uitgevoerde experimenten is het mogelijk een toepasbaar verwerkingsproces aan te geven. Verschillen in samenstelling tussen GPLK-restanten uit de elektriciteits- en de telecommunicatiesector, maken separate verwerkingsprocessen noodzakelijk.

5.1 Verwerkingsoptie GPLK uit de elektriciteitssector



Toelichting:

Op basis van uitgevoerde experimenten kan volgens bovenstaand principe-schema GPLK uit de elektriciteitssector worden verwerkt.

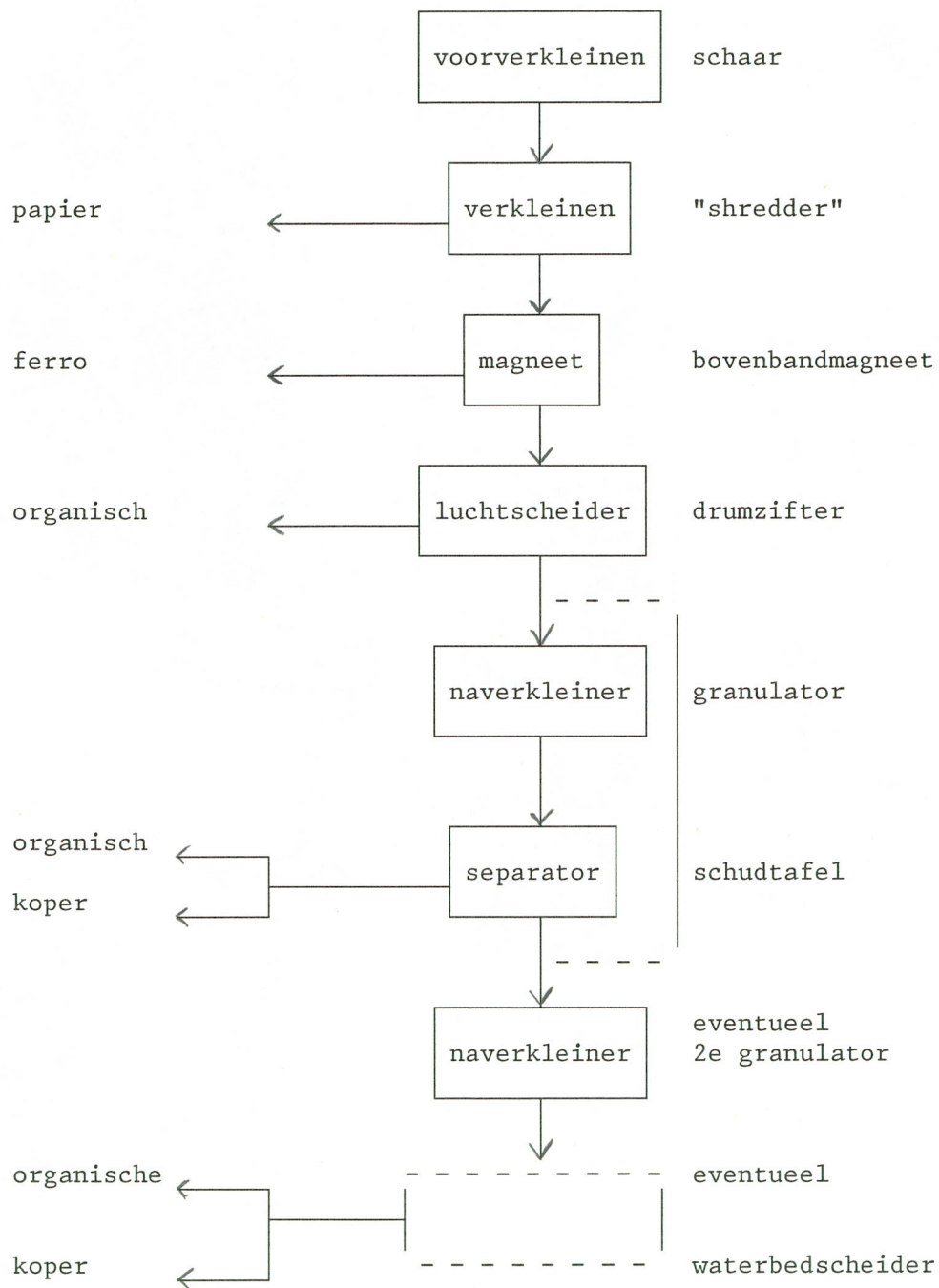
Wel dienen de verschillende processtappen verder geoptimaliseerd te worden. De nader te onderzoeken processtappen zijn:

a. de verkleining.

Hierbij is het voorkómen van versmering essentieel. Klassieke shredders voldoen niet. Het aangepaste ontwerp van de molen overeenkomstig Scandinavian Recycling biedt meer perspectief.

b. de scheiding van organisch materiaal en de terugwinning van lood en koper in voldoende zuiverheid.

De investeringskosten voor de verwerkingsapparatuur bedragen f 3,5 à f 4,5 miljoen bij een capaciteit van 5000 ton/jaar (circa 3 ton/uur).

5.2 Verwerkingsoptie GPLK uit de telecommunicatiesector

Toelichting:

Ook voor de verkleining geldt hetzelfde als in 5.1 is opgemerkt.

Volgens voorgaand schema zijn verwerkingsexperimenten uitgevoerd. Door de samenstelling van telecommunicatie GPLK, waarbij veel dunne geïsoleerde koperdraden voorkomen, is nabewerking van de tussenfractie van de schudtafel noodzakelijk. Deze fractie kan eventueel via een nageschakelde granulator worden verwerkt. Een waterbedscheiding wordt vooral voor kunststofkabel toegepast. Gezien het gehalte aan organische materialen is deze verwerkingsoptie milieuhygiënisch minder geschikt. Bij granulatoren kan, door de grote wrijvingsweerstand bij het verkleinen van koper, de temperatuur vrij hoog oplopen. Indien deze hoger dan circa 300 °C wordt kunnen emissies van dioxinen worden verwacht. De investeringskosten voor de verwerkingsapparatuur bedragen f 4 - f 5 miljoen bij een jaarlijkse capaciteit van 5000 ton (circa 3 ton/uur).

Een alternatief is het ELDAN DK verwerkingssysteem, waarvan overigens geen praktijk gegevens bekend zijn. Dit proces is gebaseerd op een soort van 'drijf-zink' scheiding van het Cu en de isolatie kunststoffen. Het water waaraan oppervlakte-actieve stoffen wordt toegevoegd, wordt zoveel mogelijk gerecirculeerd.

De investeringskosten voor de verwerkingsapparatuur worden geraamd op f 600.000 bij een capaciteit van 1 ton/uur. De kwaliteit van de af te scheiden materialen en de milieu-aspecten (afvalwater) dienen nader te worden onderzocht.

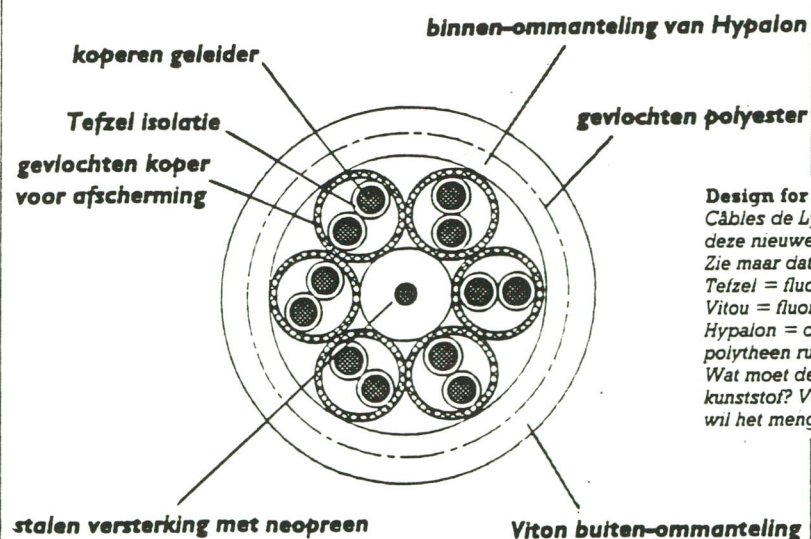
5.3 Lange termijn oplossingen

Reeds eerder is gewezen op de aanzienlijke tijdsperiode die ligt tussen de produktie van de kabel en de afvalfase. Aanpassingen in de constructie van de kabel, met het oog op de verwerkbaarheid van kabelrestanten, bieden in de eerstvolgende jaren geen soelaas. Niettemin is de aandacht voor de mogelijkheden die een gewijzigd kabelontwerp kan bieden, noodzakelijk. Aspecten die bij een dergelijke aanpak een rol kunnen spelen zijn onder andere:

- materiaalkeuze (minder verscheidenheid, geen materialen die een verwerking in de afvalfase sterk bemoeilijken) etc.
- labelling van gebruikte materialen
- gewijzigde productieprocessen met het oog op preventie van procesafvallen
- kabelspecificaties niet alleen opstellen met het oog op de primaire functie (overdracht van energie en/of telecommunicatie), maar ook met het oog op de afvalfase.

Een voorbeeld van een benadering die stellig niet voldoet aan bovenstaande gedachtengang is de ontwikkeling van een kunststofkabel die onlangs door Cables de Lyon werd geïntroduceerd. Een kabel met deze samenstelling is niet of nauwelijks te verwerken.

Het blijkt dat preventie ten aanzien van hergebruiksmogelijkheden geen grondslag is geweest bij de ontwikkeling van een dergelijk type kabel.



Design for recycling?

*Cables de Lyon brengt met enig gejuich deze nieuwe kabel met 5 soorten kunststof. Zie maar dat je het recycelt!
Tefzel = fluorpolymeer.
Vitou = fluorpolymeer.
Hypalon = chloor (!) gesulfoneerde polytheen rubber.
Wat moet de kabelverwerker met het kunststof? Verbranden kan niet, en niemand wil het mengsel plastics recycelen.*

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

1. De huidige verwerkingsmogelijkheden in Nederland van GPLK-restanten zijn:

- thermische verwerking (verbranding in de open lucht of in ovens)
- strippen en handmatige verwijdering van waardevolle materialen.

Er is op dit moment geen grootschalige verwerkingsinstallatie beschikbaar die langs mechanische weg de GPLK-restanten kan verwerken. Het blijkt dat de gebruikelijke uitvoeringsvorm van de verkleiningsmolen van een shredderinstallatie niet geschikt is voor de verwerking van 'bitumineuze' grondkabel. Door de hevige 'kneuswerking' van de hamermolen treedt versmering op van de bitumen. Dit heeft tot gevolg dat de verschillende materialen te zeer vermengd worden en dat de installatie blokkeert.

2. Een aangepaste wijze van verkleinen, waarbij voor energiekabel in één en voor telecommunicatiekabel in twee stappen wordt verkleind en waarbij sprake is van een bewerking die meer gekarakteriseerd wordt door 'snijden' dan 'kneuzen', biedt wel mogelijkheden voor een mechanische verwerking van GPLK-restanten. Een dergelijke verwerking is gedemonstreerd in Denemarken, Zwitserland en Groningen.
3. Met het concept van Berger Recycling (mechanische verwerkingsmethode) is tijdens verwerkingsproeven van enige dagen, op pilot-plantschaal, gedemonstreerd dat met deze mechanische verwerkingsmethode metaalcomponenten van goede kwaliteit worden verkregen.
4. Met het concept van Thijssen (strippen van GPLK-restanten) en handmatige verwijdering van de koperen kernen wordt na ontvetten een hoge kwaliteit koper verkregen.
Dit proces van strippen is minder geschikt voor beschadigde GPLK-restanten alsmede voor kabels met een dik staalbandprofiel en voor telecommunicatiekabels met veel dunne geïsoleerde aders.
Voor grootschalige verwerking moet het proces worden geoptimaliseerd.

5. De cryogene verwerking van GPLK-restanten bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Verwacht mag worden dat dergelijke processen nog enige jaren van onderzoek zullen vergen alvorens deze op grootschalig produktieniveau kunnen worden toegepast.
6. De verschillende bewerkingsstappen, die nodig zijn in een mechanische verwerkingsinstallatie voor GPLK-restanten, zijn aan te geven op grond van de gegevens van de verschillende bestaande installaties. Voor grootschalige verwerking zullen de verschillende bewerkingsstappen nader geoptimaliseerd moeten worden. Daarbij geldt dat er geen sprake is van één universeel proces. De energiekabel en de telecommunicatie kabel vereisen verschillende processtappen. Wel zijn er onderdelen die in beide verwerkingslijnen ingepast kunnen worden.
7. De investeringskosten voor een verwerkingsinstallatie worden geraamd op f 3,5 - 4,5 mln. voor GPLK uit de energiesector, respectievelijk f 4 - 5 mln. voor GPLK uit de telecommunicatiesector. Hierbij behoort een verwerkingscapaciteit van circa 5000 ton/jaar.
8. De milieuhygiënische aspecten van een toekomstige mechanische verwerking van GPLK-restanten zijn als volgt in te schatten:
 - Niet vloeistof dichte vloeren en de afwezigheid van een overkapping bij opslag en verwerking kunnen leiden tot bodemverontreiniging.
 - Tijdens de verwerking van de kabel is het niet waarschijnlijk dat er emissies naar de lucht optreden (uitgezonderd een stofbelasting). Slechts plaatselijke oververhitting kan leiden tot ongewenste emissies. Het verkleiningsconcept op basis van Scandinavian Recycling/Eldan is nu juist gebaseerd op een minimale omzetting van mechanische energie in warmte. Temperatuurmetingen wijzen ook in deze richting. Wel is een temperatuurstijging mogelijk bij de granulator in het geval van verwerking van telecommunicatiekabel. Gegevens over mogelijke emissies zijn niet bekend.
 - De teruggewonnen metalen zijn in principe geschikt als secundaire grondstof. De marktwaarde is sterk afhankelijk van de zuiverheid. Dat geldt vooral voor het teruggewonnen koper.

- De teruggewonnen kunststoffen kunnen niet zonder meer toegepast worden als secundaire grondstof. Daarvoor is de verontreinigingsgraad te onvoorspelbaar. Bovendien is de scheiding van het mengsel in deelfracties niet goed mogelijk.

6.2 Aanbevelingen

1. Hoewel een principe schema van een mechanische verwerkingsinstallatie voor GPLK-restanten met voldoende zekerheid opgesteld kan worden is een nadere optimalisatie gewenst. Onderzoek zal moeten leiden tot een verbeterde procesvoering, gericht op optimale zuiverheid van de terugwinbare componenten en vermindering van de milieubelasting. Met name de zuiverheid van Cu en de kunststoffractie verdienen nader onderzoek.
2. Het definitieve ontwerp van een mechanische verwerkingsinstallatie dient verder uitgewerkt te worden, ter onderbouwing van een realisatie van een dergelijke installatie. In ieder geval dient nader aandacht gegeven te worden aan:
 - de benodigde apparatuur,
 - de investeringskosten,
 - de exploitatie kosten.Ter completering van het inzicht in het totale veld van alternatieve verwerkingsmethoden kan een vergelijking gemaakt worden met de verbeterde stripmethode en de cryogene methode.
3. De toelevering van kabelrestanten aan een op te richten verwerkingsinstallatie dient wel op enigerlei wijze gewaarborgd te worden. Zonder deze waarborg blijft de zuigkracht van verwerkingsmethoden met lagere kosten te groot.
4. De huidige beschikbare gegevens over hoeveelheden kabelrestanten, specificatie, import en export is volstrekt onvoldoende. Deze gegevens dienen in de toekomst wel beschikbaar te komen ten einde voldoende sturing aan de verwijdering van kabelafval te kunnen geven.

91-076/R.22/HVG

35

7. LITERATUUR

- [1] Verwerking van kunststofcomponenten van kabelafval
KEMA, 29 oktober 1990.
- [2] Onderzoek naar de restlevensduur van GPLK Lückens e.a.
Elektrotechniek 68, 1990 - 7 - 8
- [3] Conceptrapport SCMO, autowrakken en kabelafval
Drs. F. Uiting, SCMO-TNO
- [4] Interne notitie VROM, 1989
- [5] Strakkere voorwaarden kabels,
Gerard Mei,
MISSET'S MILIEU MAGAZINE, jaargang 1,
nr. 1 blz. 52-55
- [6] Milieuwetgeving en de praktijk, scriptie specialisatie
Milieuhygiëne a.d. bestuursacademie Oost-Nederland
Wim Munters, 1987
- [7] Literatuuronderzoek naar de emissies van kabelverbranderijen,
TAUW rapportnr. 60017.39, december 1988
- [8] Emissie-onderzoek bij 3 kabelbranderijen in Culemborg,
TAUW rapportnr. 60017.40 december 1988
- [9] Emissie-onderzoek kabelbranderij
J.M. Driessen en zoon B.V. te Culemborg
TAUW rapportnr. 3120937, december 1989
- [10] J. Frasure cs,
Wire and Cable Update
1985, IEEE Transactions on Industry Applications,
Vol. 1a-22, No. 1, jan./febr. 1986

91-076/R.22/HVG

36

- [11] R. Arrighi,
From impregnated paper to polymeric insulating
materials in power cables,
IEEE Trans. on Electrical Insulation
Vol. E1-21 februari 1986, pag. 7-18
- [12] R.M. Black,
Recent developments in cable technology,
Progress in Rubber and Plastics Technology,
Vol. 2, No. 4, 1986, pag. 25-40
- [13] New methods to recycle mixed,
contaminated scrap,
Mod. Plast. Techn.
9, no. 8 aug. 1979, pag. 12-13
- [14] metaalscheidingstechnieken,
Magazine Recycling Benelux,
april/mei 1988, pag. 161-164
- [15] Kabelabfälle total verwerten,
Tech, Rundschau, 71, no. 38
1980 pag. 13
- [16] T.Okita cs,
Regeneration of used PVC-cables by the swelling and
shaking-off method, Plast. Ind. News, 1973, 19 (4),
pag. 49-52
- [17] Rückgewinning zusätzlicher Wertfraktionen aus
Kabel- und Electronikschrott, Kunststoffe 75
(1985) 9, pag 645
- [18] M. Bevis, N. Irving, P. Allen,
Recovery and re-use of polymeric cable
scrap, Conservation and Recycling,
Vol. 6, 1983, no. 1/2, pag. 3-10

91-076/R.22/HVG

37

- [19] H.P. Langer,
Optimierung der Verwertung von Altkabeln, grenzen und
künftige Möglichkeiten, Entsorga Magazine, 8/88,
pag. 35-39
- [20] Recycling, april/mei 1988, pag. 95-97
- [21] Recycling, augustus 1985, pag. 71
- [22] M. Bouscaren,
Dépoussiérage d'un four d'incinération de câbles
électriques,
Pollution Atmosphérique, No. 90, april-juni 1981,
pag. 119-121
- [23] D.Masshöfer,
Kabelabfälle,
Drahtwelt, 3-88, pag. 22-24
- [24] E. Salco, R.L. Decker, R.C. Donovan, A.F. Rodde,
Recycling of PVC from cable and wire scrap,
Proceedings of the International Wire and Cable
Symposium,
Port Monmouth, USA, pag. 96-104
- [25] D. Hughes,
Die Rückgewinnung von Kupfer und Aluminium
aus Kabelabfällen,
Drahtwelt 3-1976, pag. 99-102
- [26] A.P. Shut'ko and P.A. Samndsyuk,
Chemical reprocessing of aluminium containers in polyvinyl
chloride plastic compound, a waste material of the cable
industry,
Elektrotehnika, Vol. 49, 1978, No. 8, pag. 49-50

- [27] D.A. Pieszak, K.B. Connole,
Cable works recycles polyvinyl chloride
and black polyethylene,
Proceedings of the SPE Annual Technical Conference,
april 1976, pag. 193-196
- [28] Anoniem,
Maschinen und Anlagen für das Recycling von Kabelschrott
und komplexen Schrott, Metal 43,
No. 9, september 1989, pag. 889-819
- [29] G. Ropertz,
Nassmechanische Aufbereitung von Kunststoff abfällen unter
besonderer Berücksichtigung von Hydrozyklonen,
Thome-Kozmiensky,
Recycling International,
EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik, 1984
pag. 626-631
- [30] J. Lange,
Industriell Abfallstoffe als Versatzkomponente,
eine zusätzliche Erlösquelle für Bergwerke,
Erzmetall 37, 1984, No. 2, pag. 84-89
- [31] Recycling, april 1985, pag.77
- [32] Anoniem,
Osbo non-ferro-overslag loopt voor op richtlijnen
van overheid,
Milieutechniek nr. 10, 1987, pag. 91-93
- [33] Recycling von Kabelabfällen,
Herbold GmbH Maschinenfabrik,
Müll und Abfall 6/89, pag.342

- [34] D.O. Hryhorczuk e.a.,
A wire reclamation incineration as a source of
environmental contamination with tetrachloridebenzo-p-dioxins
and tetrachlorodibenzofurans,
Archives of environmental health,
september/october 1981,
Vol. 36, No. 5, pag. 228-234
- [35] H. Heiner,
Wirtschaftliches recycling von verbundwerkstoffen
und edelmetallen,
Müll und abfall 1/86, pag.9-15
- [36] Anoniem,
Brandvertragers verbieden,
Chemisch Weekblad,
12 mei 1988 pag. 227
- [37] E. Schloemann,
Eddy-current techniques for segregating
nonferrous metals from waste,
Conservation + Recycling,
1982, Vol. 5, No. 2/3, pag. 149-162
- [38] E. Stoll,
Material Recycling Practice of the Deutsche Bundespost,
Thome-Kozmiensky,
Recycling International, 1989, Vol. 1, pag. 149-160
- [39] Z. Jevtic,
Some experiences in cable scrap recycling
in Yugoslavia,
Thome-Kozmiensky,
Recycling International, 198

91-076/R.22/HVG

40

- [40] W. Kielich,
De terreur van de kabelbranders van Culemborg,
Vrij Nederland, 3 februari 1973
- [41] R.T. Rotteveel,
Verkenning herverwerking kunststofcomponenten kabelafval,
CPM-TNO rapportnr. 530/'90.
- [42] Optimierung der Verwertung von Altkabeln,
Grenzen und künftige Möglichkeiten,
Entsorga-Magazin, 8/88, pag. 35-39.
- [43] Deelproject kunststofafval in bouw- en sloopafval,
strategieontwikkeling, korte lijst oplossingsrichtingen,
concept document, 3 december 1990.

91-076/R.22/HVG

41

8. VERANTWOORDING

- Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie van VROM
Directoraat-Generaal Milieubeheer
Directie Afvalstoffen
Postbus 450
2260 MB Leidschendam

- Namen en functies van de medewerkers:

F.G. Esmeijer - milieutechnoloog
Ing. P. Langeveld - milieutechnoloog
Ir. B.L. van der Ven - werkgroep leider

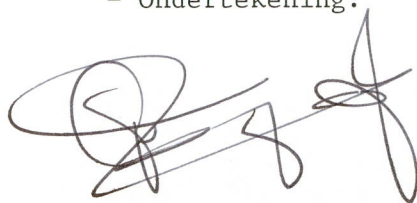
- Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

n.v.t

- Datum waarop, of tijdbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

maart 1990 - februari 1991

- Ondertekening:



F.G. Esmeijer
onderzoekleider

Goedgekeurd door:



Ir. B.L. van der Ven
werkgroep leider

91-076/R.22/HVG

bijlage 1-1

Bijlage 1 PROJECTGROEP VERWERKING KABELRESTANTEN

Vereniging van Exploitanten van
Elektriciteitsbedrijven in Nederland
Ir. G.H. Bontius
Ir. M.J. Voeten
Postbus 9042
6800 GD Arnhem
tel. 085-563361
fax 085-451347

N.V. Provinciaal Energiebedrijf
Friesland (PEB)
Ir. H. Fetter
Postbus 413
8901 BE Leeuwarden
tel. 058-676767
fax 058-676597

PTT Telecom
Ing. G. Brouwer
Postbus 440
2260 AK Leidschendam
tel. 070-3431210
fax 070-3471417

Ministerie van Economische Zaken
Eenheid Metallurgie
G. Linssen
Postbus 20.101
2500 EC Den Haag
tel. 070-3796392
fax 070-3797746

Instituut voor Milieu- en
Energietechnologie TNO (IMET)
Afdeling Milieutechnologie
Ir. B.L. van der Ven
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn
tel. 055-493938
fax 055-419837

Regionale Inspectie Milieuhygiëne
Drs. A.J. Stortenbeek
Postbus 9013
6800 DR Arnhem
tel. 085-528880
fax 085-528256

Ministerie van VROM
Directoraat-Generaal Milieubeheer
Directie Afvalstoffen,
Mr. G.W. Delsman
Ir. M.P.H. de Roos
Postbus 450
2260 MB Leidschendam
tel. 070-317 4141
fax 070-317 4133

AGENDALEDEN:

Ministerie van VROM/HIMH
Dr. P. van der Linden
Ing. M. Krijgsman

Ministerie van Economische Zaken
Ing. A. Westerhuis

Provincie Noord-Brabant
Bureau Afvalstoffen
G. Mei
Postbus 90151
5200 MC Den Bosch
tel. 073-812812
fax 073-141115

91-076/R.22/HVG

bijlage 2-1

Bijlage 2 INVENTARISATIE VAN KABELVERWERKERS

A. Vergunninghouders (stand per 1 maart 1991)

REGIO BEDRIJF

- Noord
- R. Bos te Emmen (Hw-verg. per 14-4-1987 voor strippen kabel en opslag oude metalen);
 - Berger Recycling B.V. te Foxhol (vergunning voor mechanische verwerking van kabels).
 - Hoekstra, Coevorden (vergunning aangevraagd voor strippen).
- OV/FL
- Kory te Avereest (Hw-verg. per 11-7-1986 voor mechanisch verwerken van koperdraad).
 - Bosch, Delden (vergunning aangevraagd voor strippen en shredderen).
 - Grootens te Hengelo (vergunning aangevraagd voor strippen en shredderen)
- G
- Driessen te Culemborg (vergunning voor strippen en branden van kabels)
 - B.C.A. Blom te Culemborg (vergunning voor strippen en branden van kabels)
 - Smorenburg te 't Harde (vergunning voor strippen en branden van kabels)
 - Martens Metaal te Elst (vergunning voor strippen en branden van kabels)
 - Firma Coemans te Beesd (vergunning voor strippen en shredderen van kabels)
 - Firma Klaassen te Groessen (vergunning voor strippen en shredderen van kabels)
 - B. Hofman te Winterswijk (vergunning voor strippen en shredderen van kabels)
 - Hoezee te Arnhem (vergunning voor strippen).

91-076/R.22/HVG

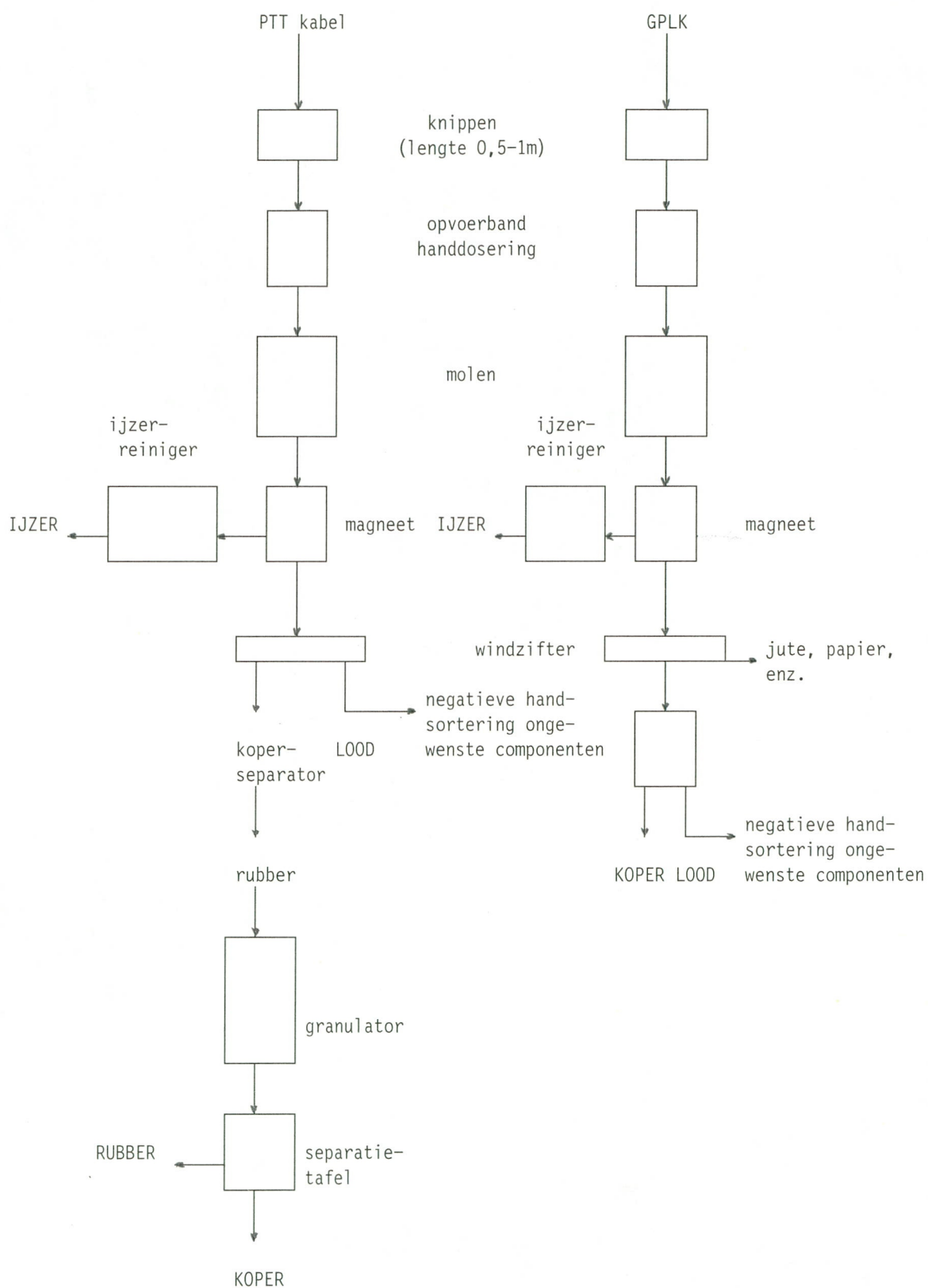
bijlage 2-2

- U - Géén
 - NH - Moes te Ilpendam (nog geen vergunning)
- Overdie (vergunning aangevraagd)
 - ZH - Geen
 - Z - Géén
 - NB - Van Hout te Helmond (Hw-vergunning voor thermische en mechanische verwerking van kabels)
- Osbo te Deurne (Hw-vergunning voor mechanische verwerking van kabels)
- Timmermans te Oud-Gastel (Hw-vergunning voor mechanische verwerking van kabels)
- Thijssen te Tilburg (Hw-vergunning voor mechanische verwerking van kabels)
- v. Mechelen te Geldrop (vergunning aangevraagd voor thermische verwerking)
 - L - B.V. Dotremont te Maastricht (onder andere vergunning voor kabelpelmachine).
- N.V. Rai metaal te Maastricht (vergunning voor shredderen)
- B. Verwerkers die tot voor kort actief waren en die niet voorkomen op lijst A.
- Van Bruchem B.V. te Zaltbommel
 - Mefrigo te Gendt
 - Copier Rhenoyse Metcalhandel B.V. te Rhenoy
 - G.H. van Wessel te Doetinchem
 - Wellink te Doetinchem
 - Weber te Doetinchem
 - Retrab te Gorinchem
 - Driessen te Venlo

91-076/R.22/HVG

bijlage 3-1

Bijlage 3 EXPERIMENTEN MET DE MECHANISCHE VERWERKINGSINSTALLATIE
VAN DE FIRMA BERGER RECYCLING TE HOOGEZAND



91-076/R.22/HVG

bijlage 3-2

Bij het verwerken van GPLK-restanten (telecommunicatie) zijn geen metingen uitgevoerd ten aanzien van capaciteit en samenstelling van de eindprodukten. De verkregen componenten lood, koper en ijzer zijn van afzetbare kwaliteit. Het restant (rubber en textiel) zal op milieuhygiënisch verantwoorde wijze moeten worden afgevoerd en verwerkt.

Voor de proeven met GPLK-restanten (energie) is een balans opgesteld van de verwerkte produkten. Tevens is de temperatuur van de molen gemeten en is een milieuhygiënische beschouwing betreffende de emissies opgesteld.

Materialenbalans:

Uitgangsmateriaal: GPLK-kabel, diameter 16-50 mm mix

koperfractie 2.890 kg

loodfractie 4.485 kg

ijzerfractie 1.905 kg

restfractie 2.740 kg

totaal 12.020 kg bij 6 draaiuren

capaciteit 2 ton/uur

De restfractie is als volgt verdeeld:

molenafzuiging: 110 kg

ijzerreiniger : 165 kg

windzifter : 1.465 kg

Emissies

De molenafzuiging is voorzien van een doekenfilter. De functie van luchtdoorzuiging in de molen is voornamelijk voor de temperatuursbeheersing. Voorkomen moet worden dat bitumen en vet smelten.

91-076/R.22/HVG

bijlage 3-3

Een voorziening om de molenwand te koelen met water en/of injectie van water bij het te malen produkt is aanwezig. Deze mogelijkheden worden slechts dan toegepast als de bedrijfsomstandigheden dat noodzakelijk maken, bijvoorbeeld bij kabels met een hoog vetgehalte.

Een doekenfilterinstallatie met enveloppefilters zal stofemissie beneden de norm kunnen houden.

De temperaturen in de molen en van de uitgaande luchtstroom zijn:

draaiuur	temperatuur in °C		
	omgeving	molen	molenuitvoer
1	18	21	19
2	18.2	30	21
3	18.4	32	27
4	18.5	34	29
5	18.8	36	32
6	19	36	32

Van de ijzerreiniger, een luchtscheider, wordt de lucht via een cycloon geëmitteerd. Omdat aan het ijzer enige grove deeltjes zijn gehecht en het percentage vuil circa 6% van de totale restfractie bedraagt, is de stofemissie gering. In een nieuwe opzet van het verwerkingsproces wordt aanbevolen alle luchtafvoeren naar een centrale doekenfilterinstallatie te leiden.

Ook bij de windzifter wordt lucht via een cycloon afgevoerd. De lucht, die mogelijk stof, koper en looddeeltjes bevat, wordt via een doekenfilterinstallatie gereinigd.

Emissies naar water vinden niet plaats.

Emissies naar bodem kunnen plaatsvinden, omdat de opslag niet overdekt is uitgevoerd en het terrein geen verharding heeft.

Aanbevolen wordt opslag en verwerking overdekt te doen plaatsvinden op een niet vloeistofdoorlatende ondergrond.

Op basis van de ARBO-eisen zal het verwerkingsproces geheel overkapt moeten worden uitgevoerd. Bij overstorten dient luchtafzuiging te worden geïnstalleerd.

91-076/R.22/HVG

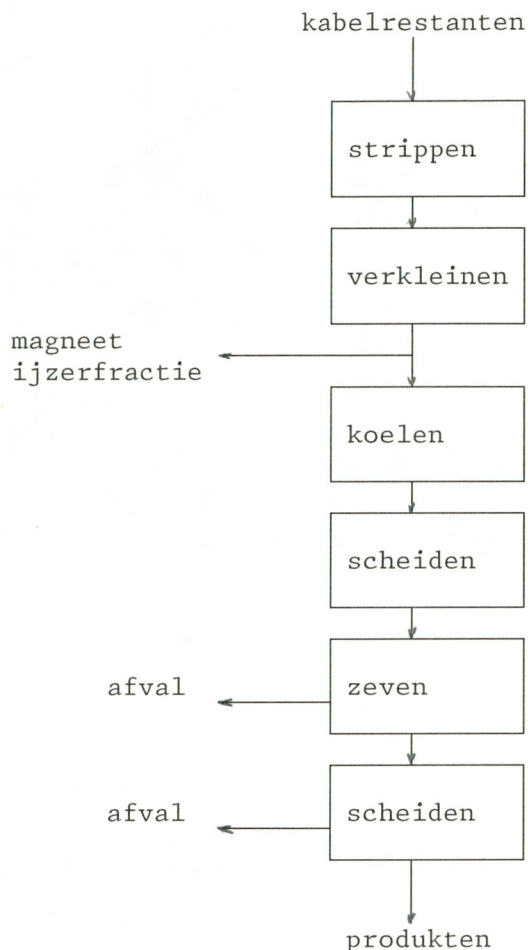
bijlage 3-4

Analyseresultaten van de GPLK (energie) proef

	organische fractie	koper	lood
droge stof + vet	92,8 %		
koper	0,91 %		
chrom	25 ppm		
cadmium	2,2 ppm		
lood	3,2 %		
arsen	11 ppm		
zink	0,08 ppm		
metaaldelen	3,08 %		
vetgehalte		0,13%	0,4%
verontreinigingen		0,4 %	0,6%

Bijlage 4 VERWERKINGSOPTIE FIRMA SKYPOWER

Voor de verwerking van kabelrestanten wil de firma Skypower de volgende procesroute volgen:

Vorbewerking

Alvorens kabelrestanten te kunnen verwerken, dient dit in lengtes van circa 1 meter te worden geknipt. Hiertoe biedt de markt een grote variatie aan knipscharen. Technisch geven deze apparaten geen problemen, doch de grootte dient afgestemd te zijn op de verwerkingscapaciteit.

Strippen

Hiertoe is een traditionele kabelstripper voorzien, die de kabel in de lengterichting doorsnijdt. Kabels uit een koperkern kunnen handmatig worden verwijderd.

91-076/R.22/HVG

bijlage 4-2

Het kabelstrippen is een verwerkingsmethode die voor het milieu geen schadelijke effecten heeft. De verwerkingscapaciteit is afhankelijk van de uitvoeringsvorm.

Verkleinen

Om de kabel in afzonderlijke componenten vrij te maken, dient deze te worden verkleind. De optie is om een shredder toe te passen. Om nadelige milieu-effecten te voorkomen, dient de temperatuur van de materialen in de shredder onder de circa 400 °C te blijven. Zo nodig moet koeling worden toegepast.

Koelen

Omdat de verkleinde fractie is samengesteld uit non-ferro metalen en plastische materialen (kunststoffen, bitumen, enz.) wordt een cryogene behandeling toegepast om de eigenschappen van de plastische materialen te wijzigen. Zo worden bitumen en kunststoffen bros waardoor deze min of meer eenvoudig van de metalen kunnen worden gescheiden.

Toepassing van deze methode, waarbij vloeibare stikstof (temperatuur minus 196 °C) wordt toegepast, is echter gering bij de verwerking van afvalstoffen. Een van de belangrijkste redenen hiervoor is van financiële aard.

De investeringskosten voor stikstofopslag en verwerkingsapparatuur is relatief hoog, alsmede de verbruikskosten voor vloeibare stikstof.

Van het toe te passen cryogene systeem zijn geen gegevens overlegd, zodat de economische haalbaarheid niet kan worden beoordeeld.

Scheiden

Een wals die geplaatst wordt na de cryogene behandeling, dient de 'verharde' plastische materialen selectief te verkleinen. Hierbij wordt een verschil in deeltjesgrootte verwacht tussen metalen en restmaterialen.

91-076/R.22/HVG

bijlage 4-3

Omdat de afgekoelde materialen snel warmte opnemen, zal de wals geïntegreerd moeten worden met het cryogene systeem.

Deze verwerkingsoptie voor kabelrestanten is mede vanuit de literatuur niet bekend. De effectiviteit van deze methode dient te worden nagegaan, waarbij specifieke aandacht geschonken moet worden aan 'inklemmen' van restmaterialen aan/in metaaldeeltjes.

In principe is deze optie mogelijk, doch over de effectiviteit, die mede afhankelijk is van de uitvoering van het walssysteem, is voor kabelafvalverwerking niets bekend.

Zeven

Met behulp van een zeefmachine kan door het verschil in deeltjesgrootte een scheiding tussen restmateriaal en metalen worden verkregen. Van de toe te passen zeefmethode zijn geen gegevens overlegd. In diverse kabelverwerkende processen wordt hiervoor een luchtzeef toegepast, waardoor zwaardere (metalen) van lichtere (restmaterialen) deeltjes worden gescheiden.

Metalenscheiding

De non-ferro metalen die bij kabelverwerking vrijkomen zijn voornamelijk koper en lood. Een scheiding tussen deze metalen is mogelijk met een wervelstroomscheider, ook wel Eddy-Current scheider genoemd. Op grond van het verschil in elektrische geleidbaarheid worden deeltjes (bijvoorbeeld koper) in een wervelstroomveld gebracht, waarbij in een tegengericht magneetveld de deeltjes koper worden afgestoten, waardoor een scheiding tussen koper en lood wordt bewerkstelligd.

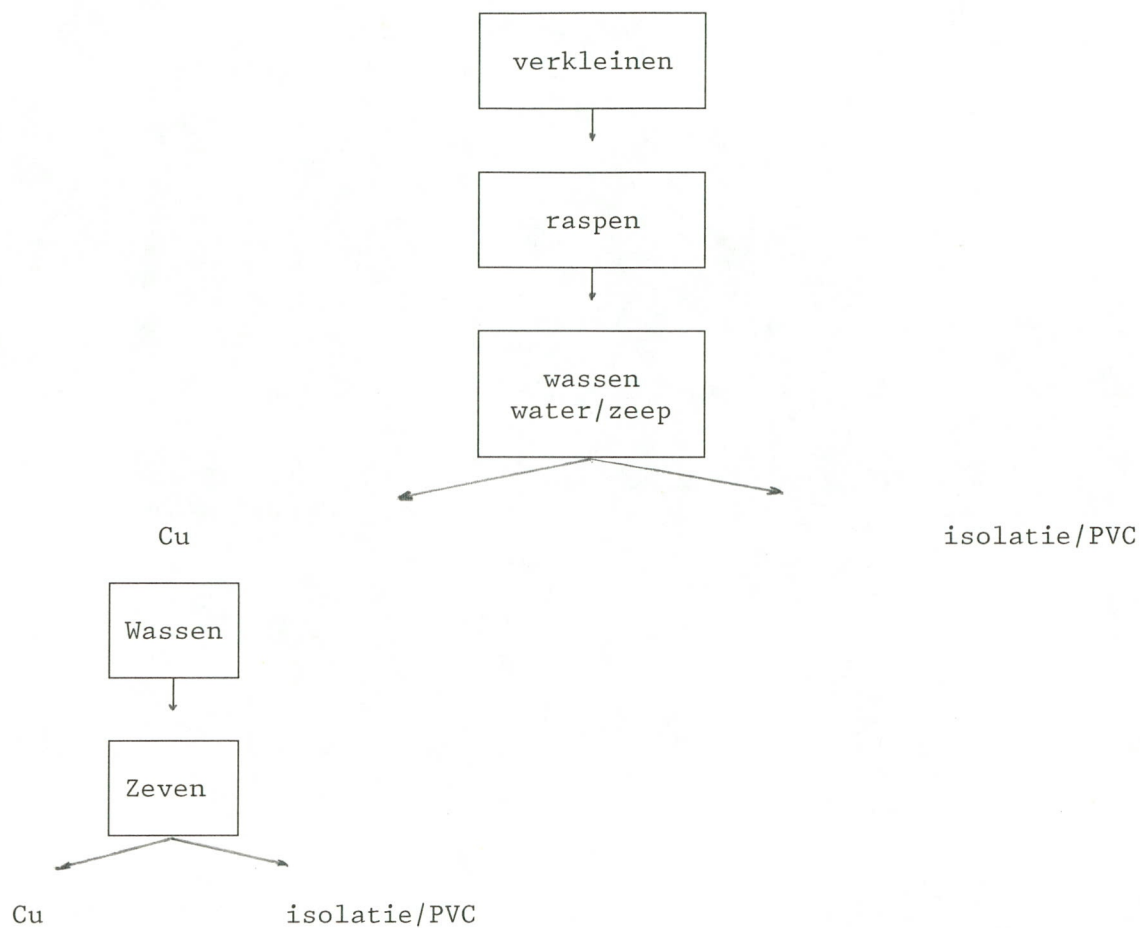
Bij de huidige stand van de techniek is de ondergrens voor adequate afscheiding in de orde grootte van 6 mm loodafscheiding niet mogelijk.

91-076/R.22/HVG

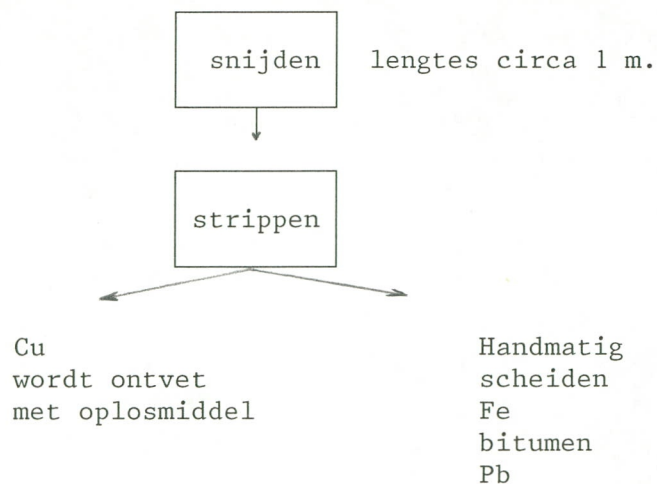
bijlage 5-1

Bijlage 5 NKT, DENEMARKEN

Verwerkingsschema telecommunicatiekabel (pasta bevattend)



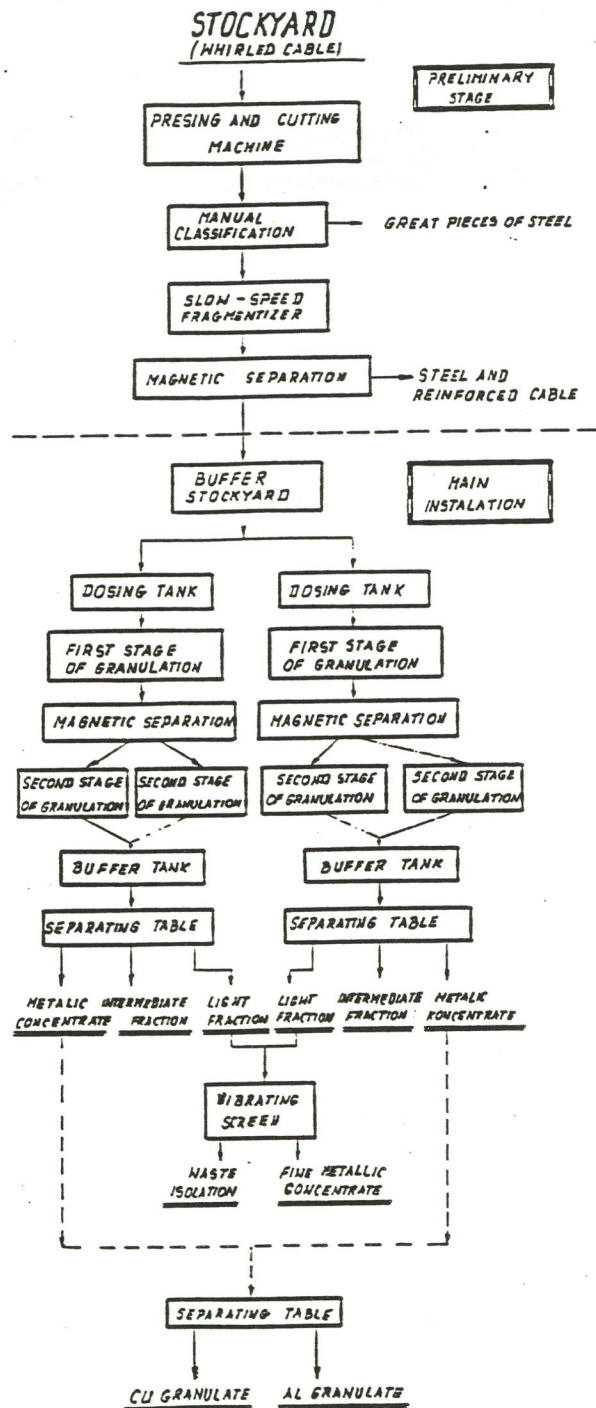
Verwerking van GPLK



91-076/R.22/HVG

bijlage 6-1

Bijlage 6 VERWERKINGSSCHEMA WTORMET, POLEN



Flowsheet of the preliminary and main scrap processing stages

91-076/R.22/HVG

bijlage 7-1

Bijlage 7 VERWERKINGSAPPARATUUR VAN CUMBERLAND, USA

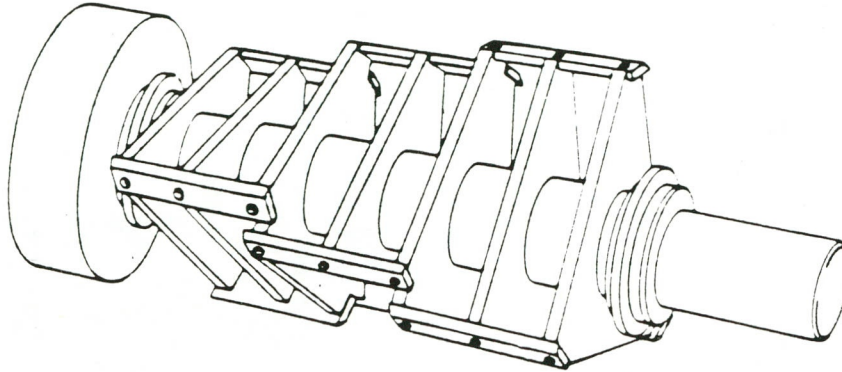


Fig. 1—High-inertia rotor with staggered multiple knives and flywheels results in intensified cutting. Because the rotor is open (large spaces between the knives and the rotor body), neat build-up is minimized and a turbulence is created to aid separation.

This granulator can chop up 10,000 pounds of scrap cable per hour, liberating as much as 95% of the wire from the insulation on the first pass

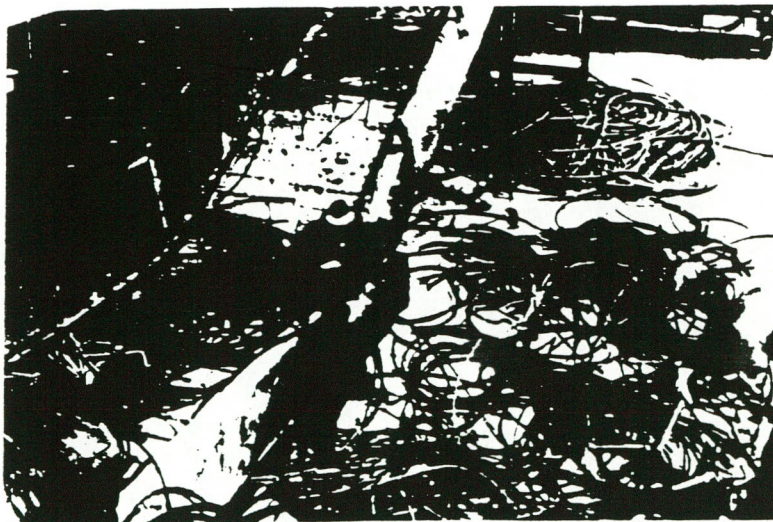


Fig. 2—Conveyor feeding: material is fed to Cumberland 3250 primary granulator by conveyor. Because of the tremendous inertia caused by two 1.5-ton flywheels, the machine overcomes peak loads created by feeding large tangles of wire. Since less care is needed in feeding, less manpower is needed. [Patent pending.]

91-076/R.22/HVG

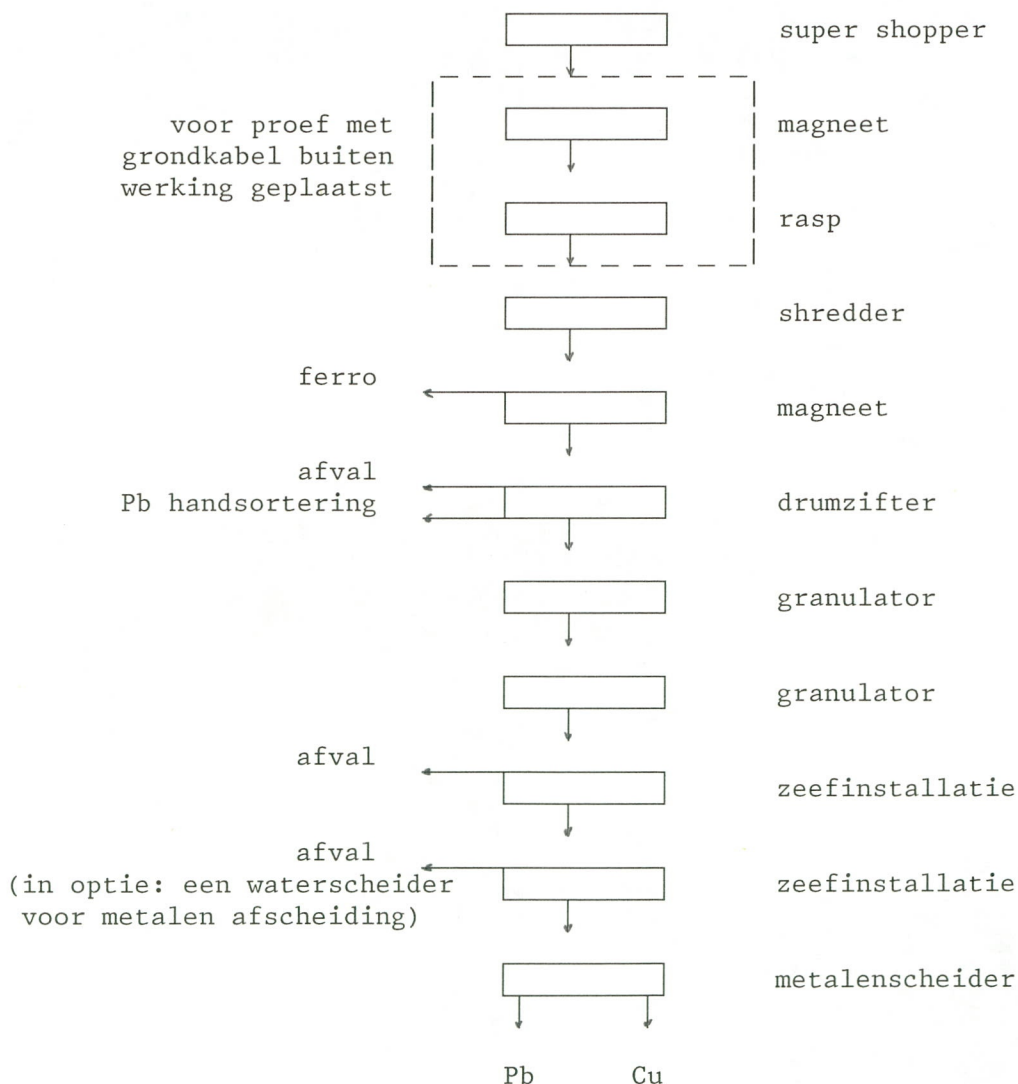
bijlage 8-1

Bijlage 8 VERSLAG VAN BEZOEK AAN KABELAFVALVERWERKINGSINSTALLATIE
CABLOFER, ZWITSERLAND

Van : F.G. Esmeijer
Datum : 6 november 1990
Betreft : Kabelafvalverwerkingsinstallatie CABLOFER fabr. ELDAN,
Denemarken te Bex, Zwitserland, op 23 oktober 1990
Dossiernr. : 8722-22055
Ref.nr. : 90-015644
Aanwezig : Fa. Martens, Elst - 3 personen
PGEM - 2 personen
Provincie Gelderland - 1 persoon
TNO - 1 persoon
Fa. Eldan, Denemarken - 2 personen

KABELAFVALVERWERKINGSINSTALLATIE
Bex, Zwitserland

Opbouw installatie



Proefmateriaal

Het aanwezige grondkabel had (volgens de aanwezige PGEM-vertegenwoordigers) een iets andere samenstelling dan wat in Nederland wordt toegepast. Met name de bemanteling (gevlochten ijzer) en het bitumengehalte waren afwijkend.

Door waarschijnlijk een misverstand in de afspraken, bevatte het proefmateriaal ook PVC-grondkabel. Dit kan de resultaten ten aanzien van de verwerking positief beïnvloeden, daar PVC-kabel in het verwerkingsproces voor het 'schoonhouden' van de apparatuur kan worden aangewend. De dikte van het proefmateriaal varieerde van 25-50 mm en de lengte van 0,5-2 meter.

Verwerking

Per verwerkingsapparaat wordt de verwerking behandeld, zodat daardoor inzicht in het gehele verwerkingsproces wordt verkregen.

Super chopper

Deze, als roterende schaar uitgevoerde voorverkleiner, verkleint de kabel tot 10 à 50 cm lengte. De driekantige snijmessen die op een as zijn geplaatst, worden langs stilstaande tegenmessen bewogen. Als gevolg van de snijdende werking, worden de kabels zowel verkleind als ook gedeeltelijk opengescheurd.

De capaciteit bedraagt in principe enkele tonnen per uur doch tijdens de proeven deden zich vele storingen voor. Als gevolg van 'bruggen' van kabels in de invoertrechter, moest regelmatig handmatig worden ingegrepen om verstoppingen te verhelpen.

Conclusie

De super chopper is geschikt voor de voorverkleining van korte kabelstukken. Bij langere kabels treedt verstopping op.

De voorverkleining vereist inzet van twee personen: een voor het vullen van de molen (met grijper) en een voor het handsorteren van ongewenste componenten. De messen zijn slechts aan een zijde te gebruiken, bij slijtage dienen ze te worden geslepen.

Shredder

In de shredder wordt door draaiende ringen om assen het kabelafval verkleind tot < circa 50 mm. De capaciteit bedroeg circa 1 ton/uur. Metaaldelen en 'vuil' (bitumen en vet papier) worden goed losgeslagen. De grotere delen lood - circa 25 mm doorsnede - bevatten soms organische insluitingen.

Conclusie

De shredder is geschikt voor verkleining van grondkabelafval. Voor dikkere kabels (> 50 mm doorsnede) zal een duurproef noodzakelijk zijn om de effectiviteit en mogelijke aangroei van vet en bitumen vast te kunnen stellen.

Magneet

Met een bovenbandmagneet wordt ijzer afgescheiden. De ijzerfractie bevat echter zoveel aanhangende verontreinigingen dat afzet van deze fractie, onder Nederlandse omstandigheden, discutabel is.

Drumzifter

In de drumzifter wordt een scheiding tussen metalen en verontreinigingen (vet papier, bitumen, enz.) bewerkstelligd. Via een aangekoppelde cycloon worden lichte verontreinigingen, zoals papier en stof, afgescheiden. De fractie met verontreinigingen moest handmatig uit de drumzifter worden verwijderd. Dit duidt op een constructieprobleem van mechanische oorsprong of een pneumatische systeemfout.

De metalenfractie bevat nog verontreinigingen. De grotere delen lood werden handmatig verwijderd en bevatten nog organische insluitingen.

Conclusie

De drumzifter werkt als scheidingsapparaat niet optimaal. Constructieve wijzigingen moeten worden uitgetest en aangebracht. De scheidingseffectiviteit voor zowel de fractie met verontreinigingen als de metalenfractie moet worden verbeterd.

Granulator 1 en 2

De metalenfractie wordt tweemaal naverkleind. In de eerste granulator wordt tot circa 10 mm en in de tweede granulator tot circa 5 mm verkleind. De metaaldeeltjes uit de tweede granulator zijn heet. De temperatuur in de tweede granulator kan derhalve > 300 °C zijn.

Vermoed wordt dat door de hoge temperatuur aangroei van organische deeltjes aan de molenwand door versmelting zal plaatsvinden.

Conclusie

De functie van de twee granulatoren is discutabel. De temperatuur in de tweede granulator dient te worden bepaald.

Schuine zeef

In deze zeefinstallatie worden metalen van verontreinigingen gescheiden. De metalenfractie bevat nauwelijks nog verontreinigingen. De doorvalfractie echter bevat metalen en verontreinigingen.

Conclusie

De werking van de schuine zeefinstallatie is goed. Aan de zeefuitvoer (metalenfractie) zijn echter nog 'wolken' stof aanwezig, waardoor een afzuiginstallatie noodzakelijk is.

Zeefinstallatie

De doorvalfractie van de schuine zeef wordt naar een tweedekszeefinstallatie geleid. Derhalve wordt deze fractie in drie onderstromen verdeeld. De zeeffracties bevatten nog een aanzienlijk deel metalen en worden thans gestort. In optie is een op water gebaseerde drijf/zink-scheider om metalen af te scheiden.

Conclusie

De zeefinstallatie is in de huidige procesvoering overbodig. Met een drijf/zink-scheider wordt een afvalwaterstroom gecreëerd die gereinigd moet worden. De af te scheiden metalenfractie dient dan te worden gedroogd. De fractie verontreinigingen zal, bij Nederlandse omstandigheden, naar de AVR moeten worden afgevoerd. Door aanhangend water zullen de verwijderingskosten voor deze fractie zeer hoog zijn.

Metalenscheider

Het scheidingsapparaat is samengesteld uit schuin onder elkaar geplaatste, snel draaiende rollen.

Door het verschil in ballastische effecten tussen koper en lood, wordt een scheiding tussen deze metalen bewerkstelligd. De toepassing van dit apparaat is mogelijk indien de deeltjesgrootte van de te scheiden materialen in een nauwe range ligt.

Conclusie

De werking van de separator is goed. Wel bevat de koperfractie nog looddeeltjes. Percentages van de scheidingseffectiviteit dienen door analyses te worden bepaald.

Milieu

Op relevante punten waar in het proces stof ontstaat, vindt afzuiging plaats. De lucht wordt met behulp van een doekenfilterinstallatie gereinigd. Volgens de fabrikant kan aan alle normen met betrekking tot milieu-eisen worden voldaan.

Omdat op diverse plaatsen in het proces stofdeeltjes vrijkomen op plaatsen waar geen afzuiging is geconstrueerd, kunnen werknemers vrijkomende deeltjes metalen (bijvoorbeeld Pb en Cu) inademen.

Volgens de fabrikant hebben bloedmonsters aangetoond dat geen verhoogde Pb-gehalten zijn geconstateerd.

Bezetting

De bemanning van de installatie wordt gevormd door inzet bij de volgende apparaten:

- super shopper: een voor invoer, een voor controle handsortering aan verkleind materiaal
- shredder/drumzifter/magneet: een persoon (controle, bijstelling proces)
- handsortering: twee personen (loodscheiding)
- zeefinstallaties: een persoon (metaalscheider)

Voor afvoer van fracties en wisselen van bakken is een vorkheftruckchauffeur nodig. Bij de gehele verwerking is een ploegbaas betrokken, alsmede een plantmanager. Voor administratieve handelingen (weegbrug, verkoop, administratie en boekhouding) zijn twee personen noodzakelijk. De gehele plant wordt door 11 medewerkers gerund.

Algemene beoordeling

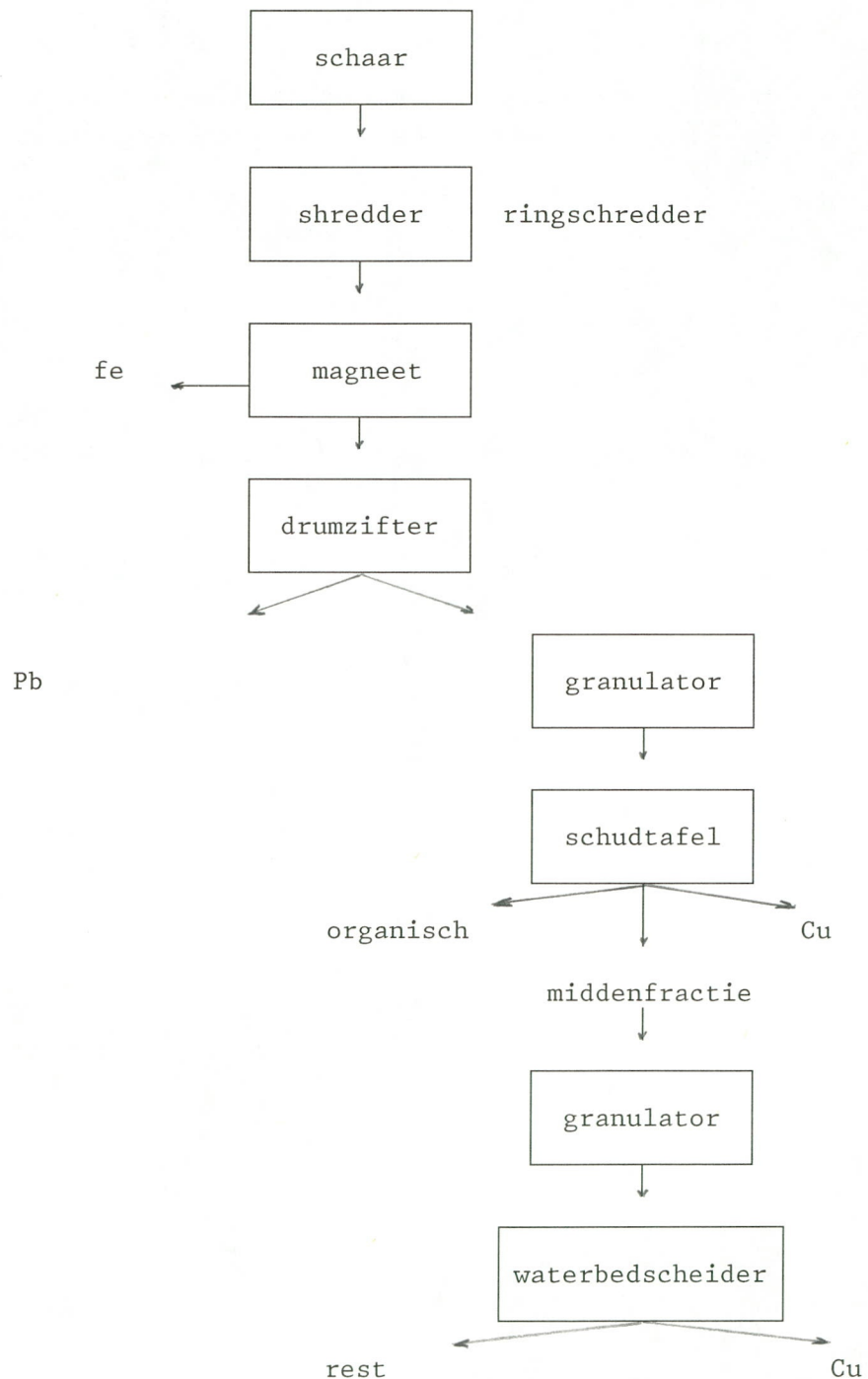
De getoonde verwerkingsinstallatie voor grondkabelafval kan niet positief worden gewaardeerd. De problemen die zich met de afzonderlijke apparaten voordoen, zijn zodanig dat een continue verwerking moeilijk kan worden gewaarborgd.

91-076/R.22/HVG

bijlage 9-1

Bijlage 9 METALL RECYCLING, DUITSLAND

Verwerkingsproeven met telecommunicatiekabel zoals deze in het najaar van 1990 door de PTT zijn uitgevoerd.



Opmerking:

De temperatuur in granulatoren kan hoog oplopen, wellicht tot boven 300°C, waardoor emissies van onder meer dioxinen kunnen plaatsvinden.

91-076/R.22/HVG

bijlage 10-1

Bijlage 10 THIJSSSEN, TILBURG

De verwerking van GPLK is als volgt, na knippen in lengtes van ca. 1 m wordt de kabel gestript.

Hiertoe staat in de buitenlucht een kabelstripper opgesteld. Dit apparaat heeft beperkingen ten aanzien van de verwerking van dunnere kabels die als gevolg van sloop en handling niet meer rond zijn. Ook GPLK met een zogenaamde platte bandijzeromwikkeling zijn met dit apparaat niet te strippen.

De geopende kabels worden handmatig ontdaan van de koperen kernen (met de omwikkeling van vet papier). De verwerkingscapaciteit is derhalve afhankelijk van het aantal personeelsleden.

De stalen ommanteling wordt afgewikkeld en afgevoerd naar Hollandia.

Het "vette" isolatiemateriaal wordt gestort. De loodmantel met daaraan gekleefd isolatiemateriaal wordt naar Billiton afgevoerd.

De koperen kernen worden in een separate ruimte met lucht verwarmd waardoor het papier verwijderd.

Na verkleining in een granulator wordt het koper in een bad ontvet.

De huidige verwerking is ca. 3000 ton/jaar.

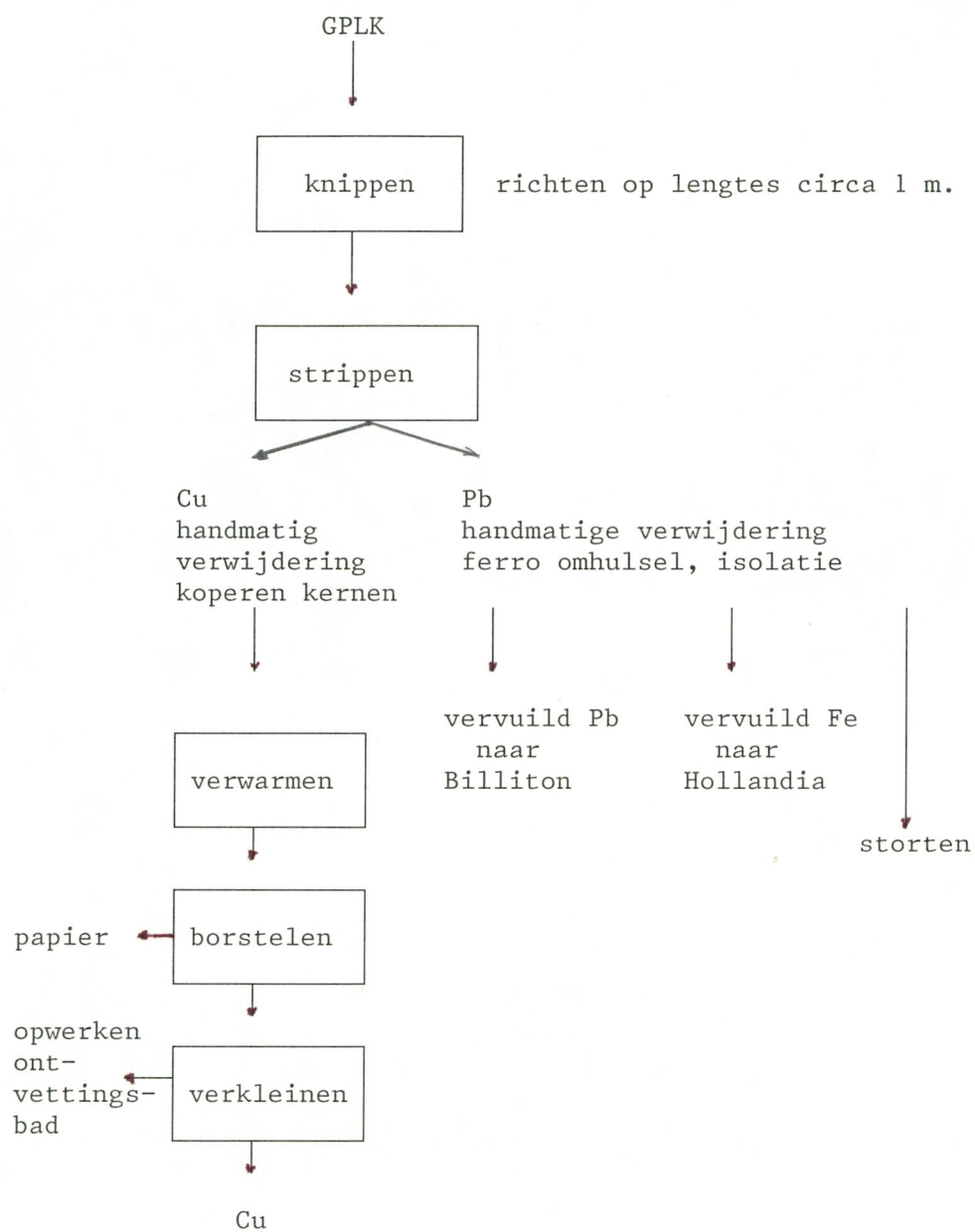
Conclusies

De verwerkingsmethode bij de Fa. Thijssen leidt tot de volgende conclusies:

- handmatige bewerking in de open lucht is zowel uit milieu- als ARBO omstandigheden geen optimale verwerkingsmethode;
- verwerking van vervuild bandijzer en loodmantel elders houdt in dat de milieu-aspecten en belastingen worden verplaatst;
- koperopwerking door verwarmen en ontvetten heeft een positieve invloed op de kwaliteit van het eindprodukt. De milieu-aspecten hierbij dienen nader te worden onderzocht.

De Fa. Thijssen stelt dat de voorbewerking in de nabije toekomst wordt aangepast. Het bedrijf verwacht binnen een periode van ca. 1 jaar een verwerkingscapaciteit van ca. 7000 ton/jaar GPLK te kunnen creëren.

Verwerkingschema Fa. Thijssen



91-076/R.22/HVG

bijlage 11-1

Bijlage 11 VERWERKING VAN KUNSTSTOFKABEL

Samenstelling en hoeveelheden

In 1988 kwam in het totaal 50 - 55.000 ton kabelafval vrij, dat voor ongeveer 30.000 ton uit kunststofkabel bestond. Kunststofkabel is kabel waarbij als isolatiemateriaal kunststof is toegepast.

Uitgaande van een verhouding kunststof/metaal van 50/50 kwam dit neer op circa 15.000 ton kunststof.

De samenstelling van de kunststoffractie uit kabelafval wordt door de verwerkers als volgt geschat:

Metaal (koper, ferro en non-ferro)

en verontreinigingen 5 - 10%

Polyetheen 10 - 20%

Polyvinylchloride 60 - 70%

Rubber en vulstoffen 10 - 15%

In een recent Nederlands onderzoek werd van een aantal monsters kunststof van kabelafvallen een globale samenstelling bepaald. De resultaten waren als volgt:

	Monster			
	A1	A3	A5	B1
% PVC	63	55	19	72
% PE	16	15	15	10
% Rubber	10	20	61	10
% d>1.5	11	10	5	8

Met deze resultaten worden de eerst genoemde cijfers redelijkerwijs bevestigd.

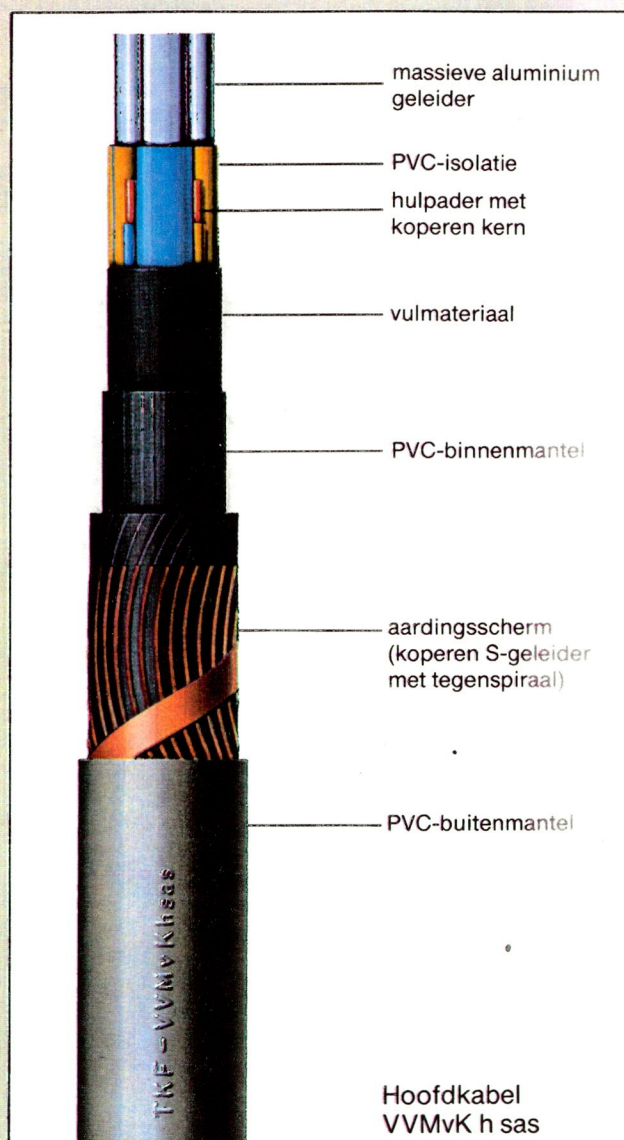
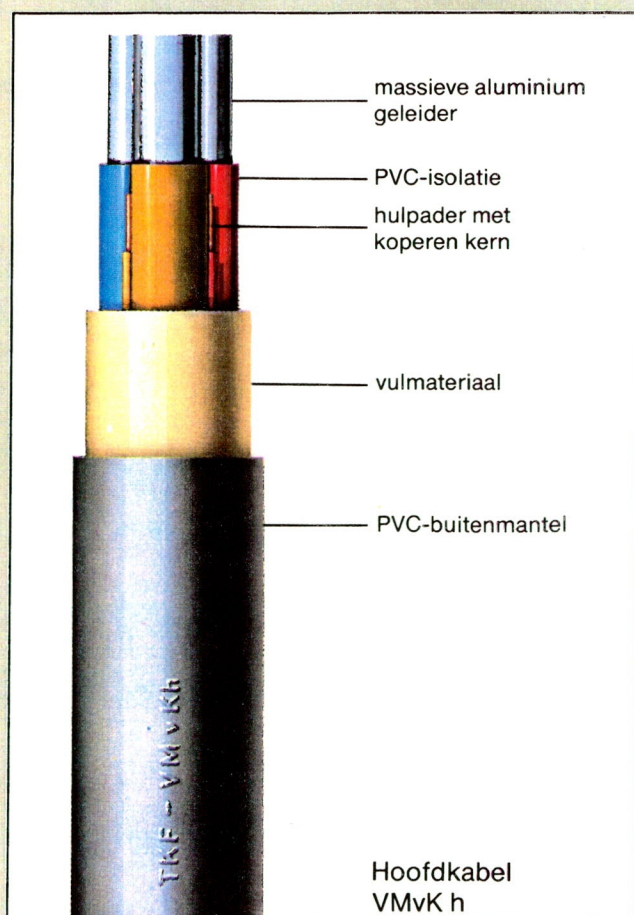
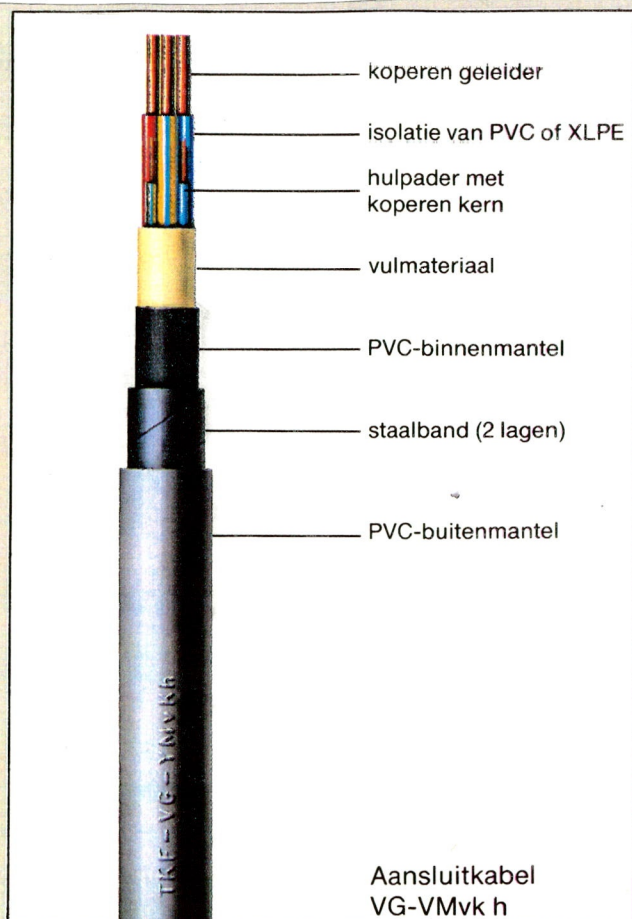
Voor de grondkabel geldt een veel geringer kunststofaandeel. Van de ongeveer 1 miljoen ton grondkabel die bij de energiebedrijven in gebruik is komt jaarlijks ruim 5000 ton in de afvalstroom terecht. De hoeveel-

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-2

heid aanwezige kunststof (PVC, PE, XLPE en rubber) bedraagt circa 220 ton, hetgeen neerkomt op zo'n 4,5%.

Van de overige grondkabel, ongeveer 10.000 ton per jaar, zal de hoeveelheid kunststof circa 10-15% bedragen. Dit betekent een totale, uit kabelafvallen afkomstige, hoeveelheid kunststofafval van ruim 16.000 ton per jaar. Een voorbeeld van de opbouw van kunststofkabel is in figuur 1 weergegeven (bron: Twentse Kabelfabriek).



91-076/R.22/HVG

bijlage 11-4

Herverwerking

Om te komen tot recycling van de kunststoffractie van kabelafvallen zal een aantal verschillende stappen moeten worden doorlopen. Grofweg betreft het:

- scheiding van ferro- en non-ferrometalen van de kunststof,
- onderlinge scheiding van de verschillende kunststoffen.

De huidige kabelverwerkingsinstallaties zijn zo opgezet dat tijdens het verwerkingsproces door middel van droge technieken de scheiding en de metalen van de kunststof plaatsvindt.

Een verdere scheiding van de lichte fractie (kunststoffen, rubber en dergelijke) naar de afzonderlijke componenten is via droge methoden niet of nauwelijks mogelijk.

Alvorens één van de componenten gerecycled kan worden zal kabelafval in de regel de volgende procesgangen dienen te ondergaan:

- voorverkleining,
- voorscheiding,
- verdere verkleining,
- scheiding,
- opwerking

Het voorverkleinen is een stap waarbij de isolatie en de buitenmantel worden losgemaakt van de geleider. Hiermee gaat een voorscheiding van de ferrofractie gepaard.

In een tweede stap wordt het materiaal verder verkleind, waarna een verdere afscheiding van het metaal plaatsvindt. Het shredden van kabelafvallen gebeurt meestal volgens twee, beide droge, technieken te weten:

- shredden en windziften. Hierbij wordt het lichte polymeer en het zware koper of aluminium uit elkaar geblazen.
- shredden en windziften met behulp van een medium (bijvoorbeeld ijzerpoeder).

De toegepaste installaties zijn van de fabrikaten Adax (Frans), Alpine, Fundit, Redoma (Duits), STC (Zweeds) en Laursen (Deens). Echter, vaak is er sprake van modificaties en/of combinaties van bestaande apparatuur.

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-5

In de regel zal het koperrendement, afhankelijk van de uitvoering van de geleider, liggen tussen de 92 en 97,5%.

Het percentage koper in de kunststoffractie ligt doorgaans tussen de 3 en 8%.

Voor goede herverwerkingsmogelijkheden is er nog teveel koper in de kunststof en teveel kunststof in het koper aanwezig. Om de restkoperfractie uit de kunststoffractie te verwijderen wordt gebruik gemaakt van een naseparator. Hierdoor kan het kopergehalte in de kunststoffractie worden teruggebracht tot waarden < 1%.

Ondanks dat we bij het shredden van kabelafval te maken hebben met een goed definieerbare stroom kunststofafval, die op weinig plaatsen in grote hoeveelheden vrijkomt, zijn er toch een aantal belemmeringen die de herverwerking van dit materiaal in de weg staan te weten:

- de aanwezigheid van metaalresten (koper en aluminium),
- de variabele samenstelling qua kleur en materiaal van de kunststoffractie van kabelafval.

Filtratie van de kunststofsmeelt maakt het mogelijk tijdens het extrusieproces de geringe hoeveelheid restmetaal uit de kunststof af te scheiden. Hierdoor kan een vrijwel metaalvrij kunststof regranulaat worden verkregen.

Omdat kunststoffen in veel gevallen onderling niet of niet goed mengbaar zijn (zie tabel 5), maakt de heterogene samenstelling van de kunststoffractie het niet mogelijk deze restfractie te herverwerken tot eindprodukten met een hoge toegevoegde waarde.

Om dit te bereiken zal een verdere scheiding naar materiaalsoort noodzakelijk zijn.

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-6

Tabel 5 Mengbaarheid van verschillende kunststoffen
 1 = mengbaar, 6 = niet mengbaar.

	PS	HI-PS	SAN	ABS	PA	PC	PMMA	PVC	PP	LDPE
HI-PS	1									
SAN	6	6								
ABS	6	6	1							
PA	5	4	6	6						
PC	6	5	2	2	6					
PMMA	4	4	1	1	6	1				
PVC	6	6	2	3	6	5	6			
PP	6	6	6	6	6	6	6	6		
LDPE	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
HDPE	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1

Een scheiding van de lichte fractie geschiedt meestal op basis van dichtheidsverschillen van de afzonderlijke componenten. De lichte fractie bestaat voornamelijk uit drie hoofdstromen; PE, PVC en rubber. Op grond van de dichtheden van PE ($\rho = 0,92-0,96$) en van de overige materialen ($\rho = 1,2-1,4$) blijkt dat die vrij eenvoudig van elkaar zijn te scheiden. Dit kan geschieden door middel van droge technieken (windziften, triltafels en dergelijke) of door middel van natte (drijf/zink) methoden. Echter, de restfractie PVC/rubber ligt qua

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-7

dichtheid zo dicht bij elkaar dat het scheiden van deze materialen via dergelijke methoden niet mogelijk is.

Ook in het buitenland (onder andere Duitsland, Italië) is nog geen methode ontwikkeld om deze reststroom op een goede manier te scheiden, ondanks dat vanwege een lager rubberpercentage in de polymeerfractie van kabelafvallen het probleem minder groot lijkt te zijn.

Bij rubberpercentages < 3% bestaat de mogelijkheid om via smeltscheiding (onder meer Käuferle-systeem) de rubber en eventuele andere vervuilingen van de PVC af te scheiden.

Naast de rubber wordt, met name de laatste jaren, in de kabelproductie gecrosslinked PE (XPE of XLPE) toegepast. Dit materiaal is afhankelijk van de crosslinkgraad, niet via de smelt te verwerken. Omdat momenteel nog veel kabels in de afvalstroom terecht komen waarin dit materiaal nog niet is verwerkt is dit probleem minder acuut dan het hoge rubbergehalte, maar met het oog op de toekomst zal toch naar een adequate oplossing moeten worden gezocht.

Een verdere verwerking van de kunststoffractie uit kabelafvallen via de smelt tot regranulaat of tot een gereed produkt wordt in Nederland niet of nauwelijks gedaan. Op beperkte schaal worden de afgescheiden kunststoffen aan buitenlandse herverwerkers door verkocht.

Milieu-aspecten

Bij de herverwerking van kabelafvallen zijn de belangrijkste milieu-aspecten terug te voeren naar de samenstelling van de kunststoffractie. Naast de aanwezigheid van diverse kunststoffen en metaalresten worden aan de kunststoffen additieven toegevoegd die afhankelijk van soort en samenstelling in meer of mindere mate belastend voor het milieu kunnen zijn.

Om de mechanische, chemische of verwerkingseigenschappen te verbeteren worden aan veel kunststoffen additieven zoals stabilisatoren (Cd, Zn, Mg, Pb), weekmakers (di-(2-ethylhexyl)ftalaat DEHP), pigmenten (Ca, TiO₂, roet, kobalt), brandvertragers (Aluminium magnesiumoxidehydraat, fosforzuurderivaten, antimoontrioxide, gehalogeneerde verbindingen),

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-8

vulstoffen (krijt, talk, marmer, kalksteen) en dergelijke toegevoegd. Een aantal van deze additieven bevat zware metalen die als organische of anorganische verbindingen in het kabelafval aanwezig zijn.

In onderstaande tabel is het gehalte aan zware metalen gegeven van twee monsters polymeerscrap van kabelafval.

Tabel 6 Analyseresultaten bepaling gehalte aan zware metalen in twee monsters polymeerscrap

		Monster		WCA-grens
		1	2	
Cadmium	mg/kg	12	16	50
Chroom	mg/kg	39		50
Koper	mg/kg	16	8400	5000
Kwik	mg/kg	1,4		50
Nikkel	mg/kg	44		5000
Lood	mg/kg	3000	3800	5000
Zink	mg/kg	3350		50000
Arseen	mg/kg	45	<15	50
Antimoon	mg/kg	590 1250*)		50

De resultaten uit tabel 6 geven te zien dat het antimoongehalte de volgens de Wet Chemisch Afval (WCA) toegestane concentratie overschrijdt.

In veel gevallen zal blijken dat het antimoongehalte van het oorspronkelijke uitgangsmateriaal al boven de WCA-grens ligt. Dit zou inhouden dat zolang nog geen geschikte methode is ontwikkeld om de kunststoffractie van kabelafval tot nieuwe producten te herverwerken, deze stroom materiaal als chemisch afval zal moeten worden gestort of verbrand. Dit brengt zeer hoge kosten met zich mee.

Storten van kabelafval kan leiden tot bodemverontreiniging door uitloging van zware metalen.

Bij verbranding van de kunststoffractie kan door onjuiste verbrandingscondities en onvoldoende afgasreiniging emissie van zware metalen in gas- of stofvorm plaatsvinden.

Energie

De benodigde energie voor de herverwerking van kunststofkabelafvallen loopt, afhankelijk van de gekozen methode, vrij sterk uiteen.

Optimalisatie van het proces kan een aanzienlijke vermindering van het energieverbruik opleveren. Deze reductie kan zelfs oplopen tot circa 35%.

Verbranden

Grondkabel wordt, zij het op beperkte schaal bij een aantal hiertoe gemachtigde kabelbranderijen in daarvoor speciaal ingerichte ovens, verbrand (zie hoofdstuk 3.5). Het verbranden van kunststofkabel wordt in Nederland niet of nauwelijks meer toegepast. Naast de legale verbranding bij kabelbranderijen, wordt jaarlijks illegaal zo'n 10.000 ton grond- en kunststofkabelafval verbrand.

Bij verbranden treedt onder invloed van zuurstof en hoge temperaturen oxidatie van de organische bestanddelen van de kabel op. Hierna kunnen de metalen geleiders, koper en aluminium, eenvoudig worden verwijderd. Bij dit proces is de hoeveelheid reststof aanzienlijk minder dan bij andere methoden. Een nadeel is echter dat bij verbranding van de isolatiematerialen emissies naar lucht optreden.

De samenstelling en de hoeveelheid van de geëmitteerde stoffen is naast een aantal specifieke oveneigenschappen ook afhankelijk van de samenstelling van de kabels.

Milieu-aspecten

Emissies bij de verbranding van grondkabel zijn reeds in hoofdstuk 4 besproken. Naast de aanwezigheid van bitumen, oliën en vetten kunnen ook kunststoffen (grondkabel en kunststofkabel) en de daarin aanwezige additieven bijdragen tot een verhoogde emissie van ongewenste stoffen.

In tabel 7 worden de gasvormige verbrandingsprodukten van organische polymeren weergegeven.

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-10

Tabel 7 Gasvormige verbrandingsprodukten van organische polymeren

Gas	Bron
CO, CO ₂ HCN, NO, NO ₂ , NH ₃ SO ₂ , H ₂ S, COS, CS ₂ HCl, HF, HBr Alkenen en Alkanen	alle organische polymeren stikstofhoudende polymeren (ABS, PUR'en, PA's etc) ge vulcaniseerde rubbers en zwavelhoudende polymeren PVC, Teflon, polymeren met gehalogeneerde vlamvertragers Polyetheen en andere polyolefinen en verschillende polymeren
Benzeen Organische micro- verontreinigingen (PCCD/F)	PVC, PS, Polyesters PVC in combinatie met aromatische verbindingen

De emissies naar lucht, die tijdens de verbranding van kunststoffen optreden, kunnen sterk variëren en zijn onder meer afhankelijk van de samenstelling van de kunststof en de verbrandingscondities in de oven. Bij verbranding van PVC zal door een verhoging van de verbrandingstemperatuur de CO-concentratie toenemen terwijl de hoeveelheid benzeen afneemt. Ook het zuurstofgehalte geeft een verschuiving van de geëmitteerde componenten te zien (hoger zuurstofgehalte > lagere emissie van koolwaterstoffen).

Additieven zijn vooral van belang als zij halogenen, stikstof, zwavel en/of metalen bevatten. Emissies ten gevolge van een te hoog kunststofgehalte in de te verbranden kabels is vrij eenvoudig terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau, door toepassen van geheel of gedeeltelijk strippen van de kabel.

Omdat het meest toegepaste kabelisolatiemateriaal PVC is, wordt door of te strippen of voor te scheiden, de geëmitteerde hoeveelheid HCl, HBr en HF verminderd.

Energie

Het verbrandingsproces is een batchgewijs proces dat behalve voor de ontsteking geen externe brandstoffen nodig heeft. De energie-inhoud van de aanwezige kunststoffen is ruimschoots voldoende om het verbrandings-

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-11

proces op gang te houden. De energie die als warmte vrijkomt wordt niet ten nutte gemaakt zoals dat bij een aantal afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) wel het geval is.

Verwijderings- en proceskosten

Om de hoeveelheid kunststof en rubber, momenteel zo'n 15.000 ton, te verwijderen gaat veel geld mee gepaard. De huidige kosten voor storten bedragen zo'n fl. 50,- per ton. Voor de totale hoeveelheid kunststof-afval uit kabels zou dit neerkomen op fl. 750.000,-/jaar.

Storten van afval heeft in het ketenbeheer zoals dat door VROM is geformuleerd een zeer lage prioriteit. Naar verwachting zullen de stortkosten de komende jaren dan ook sterk stijgen. Bedragen worden genoemd van fl. 600,-/ton. Hierdoor zouden de stortkosten voor de totale kunststof-fractie toe kunnen nemen tot ongeveer 9 miljoen gulden.

Voor de herverwerking van kunststofafval kan, afhankelijk van de zuiverheid en homogeniteit van het afval, worden uitgegaan van kosten die op kunnen lopen tot circa fl. 750,-/ton. Hierin is de totale procesgang, van shredderen tot granuleren, inbegrepen.

Afhankelijk van de kwaliteit van het verkregen regranulaat kunnen bij verkoop de prijzen voor PE en PVC oplopen tot respectievelijk fl. 750,- en fl. 1.300,- per ton.

Voor regranulaat afkomstig uit kabelafval zal, vanwege de grote mate van vervuiling (onder andere zware metalen) en kleurinhomogeniteit, moeten worden uitgegaan van aanzienlijk lagere prijzen.

Toch kunnen de besparingen bij het herverwerken van kunststofafval uit kabels, met het toenemen van de stortkosten, aanzienlijk zijn.

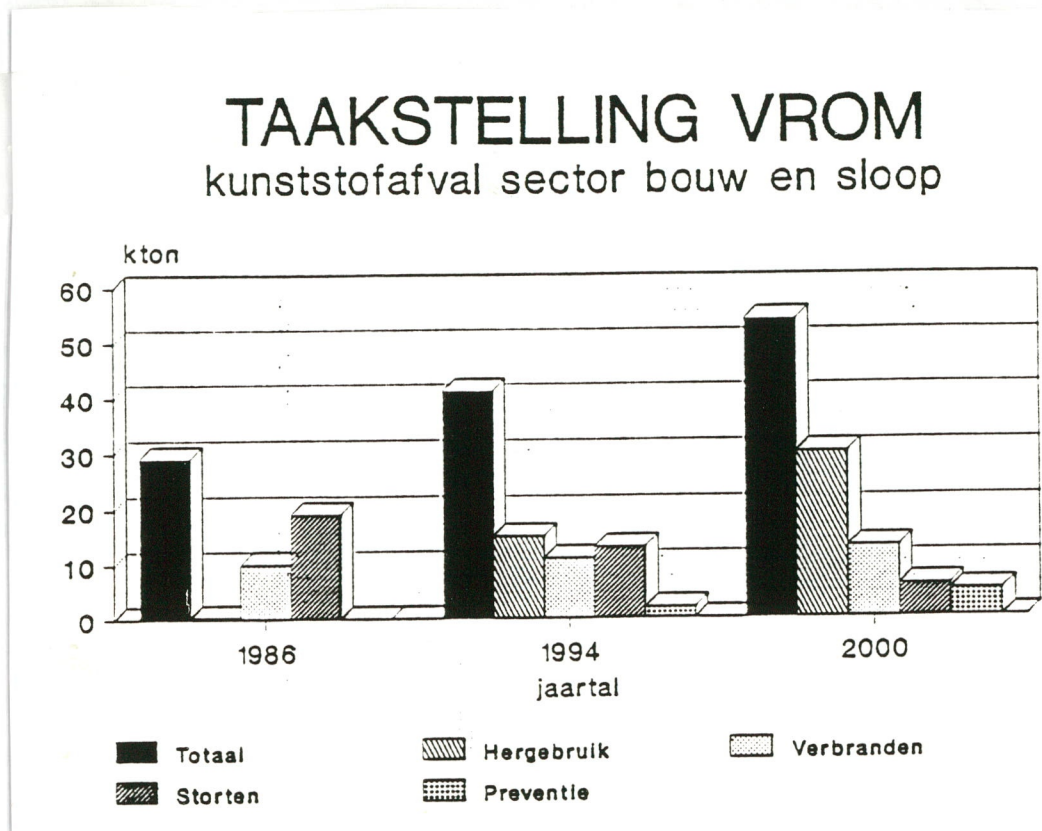
Naast deze financieel-economische kant wordt er ook vanuit de overheid druk uitgeoefend om te komen tot een hoger percentage herverwerking.

Taakstelling VROM ten aanzien van kabelafval

In figuur 3 is een overzicht gegeven van de taakstelling van VROM voor de jaren 1994 en 2000 ten aanzien van het kunststofafval afkomstig uit

de sector bouw en sloop.

De hoeveelheid vrijkomend kunststofafval uit de sector bouw en sloop bedroeg in 1988 ongeveer 29.000 ton die of verbrand (10.000 ton) of gestort (19.000 ton) werd. Hiervan was ongeveer de helft (13.000 ton) afkomstig van kabels.



Figuur 3 Taakstelling VROM ten aanzien van kunststofafval uit de sector Bouw en Sloop

Naar verwachting zal in 2000 deze hoeveelheid zijn toegenomen tot 54.000 ton. Ook hiervan zal een substantieel deel, naar schatting 20.000 ton, afkomstig zijn van kabelafval. Van de totale hoeveelheid bouw- en sloofafval zal in dat jaar volgens de taakstelling van VROM 30.000 ton moeten worden hergebruikt, 13.000 ton worden verbrand en 6.000 ton worden gestort, terwijl 5.000 ton dient te worden beperkt door het nemen van preventieve maatregelen.

Het zal duidelijk zijn dat om een dergelijke taakstelling te behalen de nodige inspanningen zullen moeten worden gedaan.

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-13

Een probleem bij de haalbaarheid van de taakstelling is dat momenteel nog voldoende 'gemakkelijke' kunststofafvalstromen voorhanden zijn, waardoor de herverwerkers niet snel bereid zijn inspanningen en investeringen te plegen om de mogelijkheden voor herverwerking van kabelafval te onderzoeken.

TNO is in samenwerking met een kabelafvalverwerker een project gestart waarbij een onderzoek naar de technische mogelijkheden om de PVC en rubbercomponenten uit het kabelafval van elkaar te scheiden centraal staat.

Preventieve maatregelen

Naast maatregelen om de herverwerking van de kunststoffractie uit kabelafval te bevorderen, kunnen er ook maatregelen worden genomen om via preventie de hoeveelheid kunststofafval te verminderen.

Enkele mogelijkheden hiertoe zijn:

1. Verlagen van het rubbergehalte in de polymeerfractie waardoor herverwerking via de smelt mogelijk wordt. Een rubbergehalte $< 5\%$ maakt smeltscheiding tot de mogelijkheden.
2. Streven naar meer éénsoortige kabelommantelingen. Hierdoor worden het aantal mogelijkheden voor herverwerking vergroot en heeft tevens een daling van de herverwerkingskosten tot gevolg, waardoor betere afzetmogelijkheden voor het kunststofregranulaat.
3. Vermijden van materialen als XLPE (gecrosslinkt PE) die niet via de smelt zijn te herverwerken.
4. Vermindering PVC in die kabels waar geen shredder mogelijkheden voor aanwezig zijn. Eén en ander in verband met emissies bij verbranden.

Ten aanzien van nader onderzoek de volgende opmerkingen.

5. Onderzoek naar de bestaande en eventueel nieuwe technische mogelijkheden om de PVC en rubber componenten van elkaar te scheiden (project is inmiddels gestart in samenwerking met Handelsmaatschappij J.M. Driessen & zonen).

91-076/R.22/HVG

bijlage 11-14

6. Nagaan van de mogelijkheden om op een effectieve wijze de rubber en XLPE bevattende kabels vóór het shredderen te selecteren of terzijde te houden.

N.B. Om bovenstaande punten te bereiken zullen gesprekken met de kabelfabrikanten en -gebruikers noodzakelijk zijn. Dit is echter geen oplossing voor het huidige afvalprobleem, omdat het effect van eventuele maatregelen pas na de gebruiksfase, dus over 20 tot 30 jaar merkbaar is.

Lijst met gebruikte afkortingen

ABS	Acrylonitrilbutadiëenstyreen
HDPE	Hoge dichtheid polyetheen
HI-PS	Slagvast polystyreen
LDPE	Lage dichtheid polyetheen
PA	Polyamide
PC	Polycarbonaat
PE	Polyetheen
PMMA	Polymethylmethacrylaat
PP	Polypropeen
PS	Polystyreen
PVC	Polyvinylchloride
SAN	Styreenacrylonitril
X(L)PE	Gecrosslinked polyetheen