

TNO-rapport

**Recycling non-ferrometaal/
kunststofcombinaties (NFKC's)**
Eindrapport deel 1
Karakterisering van TV-toestellen/
Selectieve demontage van TV-onderdelen

Referentienummer 94-442
Dossiernummer 112322-23558
Datum december 1994
NP

Auteurs
C Verschut
J. C. Pisa

Trefwoorden
— composition
— disassembling
— electronic scrap
— non-ferro
— recycling
— separation
— wastes

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Bestemd voor
Programmabureau IOP-MT/Recycling
SENER
Drs. K.E. Knol
Postbus 30732
2500 GS Den Haag

In het kader van
IOP-Milieutechnologie/Recycling
(project nr. 91916)

Voorwoord

De centrale doelstelling van het afvalbeleid, afgeleid uit het Nationaal Milieu Plan (NMP), kan als volgt worden samengevat:

“Minder afval en lekvrij verwijderen”.

Om deze doelstelling te realiseren is een plan van aanpak geformuleerd dat onder andere materiaalhergebruik moet bevorderen.

Om dit materiaalhergebruik mogelijk te maken, is innovatief onderzoek op het gebied van technieken voor het terugwinnen van vaste materialen uit bulkafvalstromen noodzakelijk. In het kader van het Innovatiegericht Onderzoek Programma-Milieu-technologie (IOP-MT)/Recycling is, binnen de onderzoekslijn Bulkscheiding en Herkenningstechnieken, door TNO-Milieu en Energie, in samenwerking met TU-Delft, faculteit Mijnbouwkunde en Petroleumwinning, een onderzoek uitgevoerd met als doelstelling het ‘concentreren van afzetbare materialen’, zoals die in audiovisuele apparatuur voorkomen. De titel van dit onderzoek is:

“Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)”.

Dit onderzoek met een looptijd van drie jaar is gestart op 01-12-1991. Binnen dit onderzoek zijn verwerkingsroutes voor audiovisuele apparatuur ontwikkeld waarmee de hierin aanwezige materialen kunnen worden geconcentreerd tot afzetbare grondstoffen. Het onderzoek is afgerond en de gegevens verkregen uit dit onderzoek zijn weergegeven in een drietal TNO eindrapporten. In de afzonderlijke delen worden de volgende resultaten gepresenteerd:

- Deel 1: “Karakterisering van TV toestellen/Selectieve demontage van TV onderdelen”. TNO-rapport nr. 94-442.
Enige honderden TV's zijn vergaand gedemonteerd en uit de hierbij verkregen gegevens zijn in combinatie met andere gegevens de onderdeel- en materiaalsamenstellingen van TV's nauwkeurig in kaart gebracht. Vervolgens is met deze kennis berekend welke TV onderdelen in relatie tot het hoofddoel ‘concentreren van materialen’, wel en niet moeten worden gedemonteerd.
- Deel 2: “Recyclen van TV onderdelenfracties”. TNO-rapport nr. 94-431.
Met de, via demontage van enige honderden TV's, verkregen onderdelenfracties zijn een groot aantal verkleinings- en scheidingstechnieken onderzocht. Uit de verkregen resultaten is een voorkeur verwerkingsroute voor het recyclen van TV onderdelenfracties afgeleid.
- Deel 3: “Werkgebied van droge deeltjes scheidingsapparatuur”. TNO-rapport nr. R95-032.
De effecten van apparaat- en materiaalvariabelen op de prestaties van onder andere de luchttafel, de zig-zagzifter, de Eddy current-scheider, de elektrostatische scheider zijn onderzocht. De materialen, die zijn gebruikt in dit onderzoek zijn veelal mengsels van kunststoffen en non-ferrometalen, afkomstig uit praktijkafvalstromen.

Samenvatting

In de huidige samenleving is het gebruik van allerlei elektrische apparatuur de gewoonste zaak van de wereld. Wasmachines, koelkasten, TV's, radio's, videorecorders en CD spelers zijn niet langer luxe artikelen, maar behoren tot de basisuitrusting van huishoudens. Na een bepaalde periode van gebruik worden deze apparaten echter afgedankt. In Nederland alleen al komt per jaar ongeveer 30.000 ton 'bruingoed' (audio/video-apparatuur) en ongeveer 85.000 ton 'witgoed' (wasmachines/koelkasten en dergelijke) als afval vrij.

De overheid heeft een plan van aanpak opgesteld, dat moet resulteren in preventie en hergebruik van afvallen. Daarin wordt per afvalstroom aangegeven wat er in het jaar 2000 moet zijn gerealiseerd, bijvoorbeeld welk deel voor hergebruik in aanmerking komt en welk deel moet worden gestort of verbrand. Voor 'wit'- en 'bruingoed' is de taakstelling 80 à 85% materiaalhergebruik. Om deze taakstelling te realiseren wordt overleg gepleegd tussen overheid, producenten/importeurs en gebruikers.

Daarnaast wordt door diverse onderzoeksinstituten onderzoek uitgevoerd naar verwerkingsroutes, waardoor hergebruik van onderdelen of materialen mogelijk wordt. Direct en indirect hebben al deze activiteiten de volgende positieve milieu-effecten als doel:

- minder gebruik van grondstoffen, energie en ruimte,
- minder kans op vervuiling van lucht, water en bodem.

In het kader van het Innovatiegericht Onderzoek Programma-Milieutechnologie (IOP-MT)/recycling is ervoor gekozen de problematiek van het scheiden van complexe afvalstromen, zoals 'bruingoed', op een meer fundamentele manier aan te pakken.

In opdracht van SENTER heeft TNO, afdeling Milieutechnologie, een onderzoek uitgevoerd waarbij verwerkingsroutes zijn ontwikkeld om non-ferrometalen en kunststoffen, afkomstig uit complexe afvallen, zoals bijvoorbeeld bruingoed, te kunnen terugwinnen. Deze verwerkingsroutes hebben als hoofddoel 'concentreren van materialen' en bestaan in principe uit een combinatie van de volgende drie processtappen:

- selectieve demontage
- verkleinen/ontsluiten
- scheiden.

De noodzaak om materialen te concentreren is direct of indirect gebaseerd op economische motieven. Enerzijds worden materialen voor hergebruik teruggewonnen die een zekere marktwaarde vertegenwoordigen. Anderzijds worden milieubelastende materialen geconcentreerd, waardoor de verwerkingskosten hiervan (chemisch, thermisch, storten) worden verlaagd.

Door middel van een goede onderlinge afstemming van de drie processtappen kan de kosten/baten-verhouding voor het recyclen van complexe afvallen worden geoptimaliseerd.

Bij de uitvoering van dit onderzoek is als voorbeeld afvalstroom gekozen voor het produkt TV, dit met name vanwege het gegeven dat dit produkt ruim 50% van het gewicht van de bruingoed afvalstroom vertegenwoordigt.

Voor de processtap 'selectieve demontage' zijn enige honderden TV's vergaand gedemonteerd. Uit de hiermee verkregen gegevens zijn in combinatie met literatuurgegevens en gegevens, afkomstig van het verwerkingsonderzoek met TV onderdelenfracties (zie eindrapport deel 2, referentienummer 94-431), de onderdeel- en materiaalsamenstellingen van het huidige aanbod aan afgedankte TV's berekend.

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen

Met deze kennis kan voor de processtap 'selectieve demontage' worden aangegeven welke onderdelenfracties in het kader van het hoofddoel 'concentreren' moeten worden verwijderd.

Hieruit volgt dat:

- Door de selectieve demontage van de onderdelen, beeldbuis, omkasting, panelen en deflectie-unit, fracties worden verkregen waarin 'concentratie van materialen' wordt gerealiseerd. Verdergaande demontage draagt niet wezenlijk bij aan het 'concentreren van materialen' en is daarom uit kostenoverwegingen niet aan te bevelen.

Wel moet, gegeven de huidige constructie en de in de praktijk toegepaste demontagemethode van afgedankte TV's, ten behoeve van de realisatie van de selectieve demontage van alleen de onderdelen beeldbuis, omkasting, panelen en deflectie-unit de demontagevolgorde nader worden uitgewerkt.

- De gemiddelde onderdeelsamenstelling van afgedankte TV's is:

Onderdeel	Samenstelling gew%
beeldbuis	54,0
omkasting	23,5
panelen (printplaten+frames)	14,5
deflectie-unit	3,2
kabels	1,5
speaker	1,1
rest ¹⁾	2,2

¹⁾ rest: correctiespoel, aardcorset, beeldbuis afschermkap, degaussing ring, trafo.

- De gemiddelde materiaalsamenstelling van afgedankte TV's is:

Materiaal	Samenstelling gew%
glas	47,7
ferro	17,3
kunststoffen	15,0
hout	13,0
koper	3,6
aluminium	2,6
tin	0,1250
lood	0,1050
zink	0,0650
chloor-	0,0550
antimoon	0,0175
broom-	0,0160
nikkel	0,0065
zilver	0,0015
cadmium	0,0006
mangaan	0,0004
chroom	0,0004
arseen	0,0002
goud	0,0001

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen

De materialen met een gehalte van minder dan 0,2% zijn vrijwel volledig afkomstig van het printplaatpaneel.

- De onderdeel- en materiaalsamenstellingen van zwart-wit-TV's en kleuren-TV's verschillen gering. Bij verdere verwerking, met uitzondering van eventueel de beeldbuis, heeft daarom geen onderscheid gemaakt te worden tussen ZWTV- en KTV-toestellen.
- Voor het vervolgonderzoek, met betrekking tot verkleinen en scheiden, zijn drie onderdelenfracties geselecteerd. Deze fracties zijn:
 - deflectie-unit (3,2 gew% van TV)
 - onderdelenmix (fractie die overblijft na verwijdering van beeldbuis, omkasting en panelen, 8,0 gew% van TV)
 - panelen (14,5 gew% van TV).

Voor het verkrijgen van voldoende hoeveelheden van deze fracties zijn circa 500 TV's, afkomstig uit het grof huisvuil, selectief gedemonteerd.

De resultaten van het verwerkingsonderzoek met deze onderdelenfracties worden gepresenteerd in het eindrapport deel 2, referentienummer 94-431 van het onderhavige project.

Summary

In our present society the use of all types of electrical equipment is very widespread. Washing machines, refrigerators, TV's, radios, VCR's and CD players are no longer luxury articles, but represent fundamental household equipment. After a certain period of use, however, this equipment is scrapped. In the Netherlands alone, approx. 30,000 tonnes of brown goods (audio/video equipment) and around 85,000 tonnes of white goods (washing machines, refrigerators and such like) are disposed of annually as waste.

The Government has drafted a plan of action aimed at prevention and re-use of waste. This specifies for each waste stream what must be achieved by the year 2000, e.g. what proportion must be dealt with by recycling, and what proportion will be landfilled or incinerated. The target for white and brown goods is for 80 - 85% recycling of materials. Consultation has taken place between government, producers/importers and users to achieve this target.

In addition, research has been carried out by various research bodies into processing routes that enable components or materials to be recycled.

All these activities have the following positive environmental effects as direct and indirect targets:

- reduced consumption of raw materials, energy and space,
- reduced rise in air, water and soil pollution.

It was decided to approach the problem of the separation of complex waste streams such as brown goods in a more fundamental manner within the context of the recycling section of the Innovative Research Program on Environmental Technology [*Innovatiegericht Onderzoek Programma-Milieutechnologie* - IOP-MT].

TNO Environmental Technology, a division of the Dutch Organization for Applied Scientific Research (TNO), carried out a research on behalf of SENTER in which processing routes were developed to enable non-ferrous metals and plastics to be reclaimed from complex waste such as brown goods. The main aim of these processing routes is to 'concentrate materials', and they consist in principle of a combination of the following three process stages:

- selective dismantling,
- size reduction/opening-up,
- separation.

The necessity for concentrating materials is directly or indirectly based on economic motives. On the one hand, materials are reclaimed for recycling that have a definite market value. On the other hand, environmentally polluting materials are concentrated, as a result of which the treatment costs for this (chemical treatment, incineration, landfill) are reduced.

By ensuring good mutual co-ordination of the three process stages the cost/benefit ratio for recycling complex waste can be optimized.

The sample waste stream chosen when carrying out this research was TV sets, in particular because this product represents around 50% of the weight of the brown goods waste stream.

For the 'selective dismantling' process stage a few hundred TV sets were substantially dismantled. The component and material compositions of the current supply of scrap TV's were calculated from the resulting data in conjunction with data from the literature and data derived from the processing research with TV component

Recycling of non-ferrous metal/plastic combinations
Final report, part 1
TV set profile/Selective dismantling of TV components

fractions (see final report, part 2, reference no. 94-431).

Using this knowledge, it is possible to state what component fractions must be dismantled in the context of the 'concentration of materials' main goal.

It follows from this that:

- Through selective dismantling of the CRT, housing, printed circuit boards (PCB's) and deflection unit fractions are obtained in which the 'concentration of materials' is achieved. Further dismantling does not contribute greatly to the 'concentration of materials' and is therefore not recommended because of cost considerations.

Further work is required on the order in which such dismantling is carried out, given current designs and the dismantling method for scrap TV's currently in use in order to achieve selective dismantling of just the CRT, housing, PCB's and deflection unit.

- The average component composition of scrap TV's is:

Component	Composition % w/w
CRT	54.0
Housing	23.5
PCB's (boards + frames)	14.5
Deflection unit	3.2
Cables	1.5
Speaker	1.1
Remainder ¹⁾	2.2

¹⁾ Remainder: Correction coil, ground wire, CRT screening cap, degaussing ring, transformer

- The average material composition of scrap TV's is:

Material	Composition % w/w
Glass	47.7
Ferrous metals	17.3
Plastics	15.0
Wood	13.0
Copper	3.6
Aluminium	2.6
Tin	0.1250
Lead	0.1050
Zinc	0.0650
Chlorine compounds	0.0550
Antimony	0.0175
Bromine compounds	0.0160
Nickel	0.0065
Silver	0.0015
Cadmium	0.0006
Manganese	0.0004
Chromium	0.0004
Arsenic	0.0002
Gold	0.0001

Recycling of non-ferrous metal/plastic combinations
Final report, part 1
TV set profile/Selective dismantling of TV components

- The materials with a content of less than 0.2% derive almost entirely from PCB's.
- There are only minor differences between the component and material compositions of black-and-white and colour TV's. No distinction need to be made in further processing, therefore, between black and white and colour TV's, with the possible exception of the CRT.
 - Three component fractions were selected for the follow-up research into size reduction and separation. These fractions are:
 - deflection unit (3.2% w/w of the TV),
 - component mix (the remaining fraction after removal of the CRT, housing and PCB's, 8.0% w/w of the TV),
 - PCB's (14.5% of the TV).

To obtain sufficient quantities of these fractions approximate 500 TV's found in bulky domestic waste collections were selectively dismantled.

The results of this processing research using these component fractions are presented in the final report, part 2, reference no. 94-431 of the current project.

Inhoudsopgave

	Voorwoord	2
	Samenvatting	3
	Summary	6
1	Inleiding	10
2	Onderdeelsamenstelling van TV's	11
3	Materiaalsamenstelling van TV's	14
3.1	Beeldbuis	15
3.2	Omkasting	16
3.3	Panelen.....	16
3.4	Onderdelenmix	17
3.4.1	Deflectie-unit	18
3.4.2	Bekabeling	19
3.4.3	Speaker	19
3.4.4	Degaussing ring.....	20
4	Materiaalsamenstelling na demontage van TV onderdelenfracties	21
4.1	Doel van selectieve demontage.....	21
4.2	Theoretische demontagevolgorden voor TV's en materiaal-samenstelling van onderdelenfracties	21
5	Selectieve demontage van TV onderdelen	25
6	Conclusies	26
7	Literatuur	28
8	Verantwoording	29

1 Inleiding

In opdracht van SENTER heeft TNO, afdeling Milieutechnologie, in het kader van het Innovatiegericht Onderzoek Programma-Milieutechnologie (IOP-MT)/Recycling het onderhavige onderzoek uitgevoerd. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek zijn verwerkingsroutes ontwikkeld waarmee non-ferrometalen en kunststoffen, afkomstig uit complexe afval, zoals bijvoorbeeld bruingoed, kunnen worden teruggewonnen. Deze verwerkingsroutes hebben als hoofddoel 'concentreren van materialen' en bestaan in principe uit een combinatie van de volgende drie processtappen:

- selectieve demontage
- verkleinen/ontsluiten
- scheiden.

De noodzaak om materialen te concentreren is direct of indirect gebaseerd op economische motieven. Enerzijds worden materialen voor hergebruik teruggewonnen die een zekere marktwaarde vertegenwoordigen. Anderzijds worden milieubelastende materialen geconcentreerd, waardoor de verwerkingskosten hiervan (chemisch, thermisch, storten) worden verlaagd.

Door middel van een goede onderlinge afstemming van de drie processtappen kan de kosten-/batenverhouding voor het recyclen van complexe afval worden geoptimaliseerd.

Bij de uitvoering van dit onderzoek is als voorbeeld afvalstroom gekozen voor het produkt TV, dit met name vanwege het gegeven dat dit produkt ruim 50% van het gewicht van de bruingoed afvalstroom vertegenwoordigt.

Voor de processtap 'selectieve demontage' zijn enige honderden TV's vergaand gedemonteerd. Uit de hiermee verkregen gegevens zijn in combinatie met literatuurgegevens en gegevens, afkomstig uit het verwerkingsonderzoek met TV onderdelenfracties de onderdeel- en materiaalsamenstellingen van TV's berekend. Met deze kennis kan voor de processtap 'selectieve demontage' worden aangegeven welke onderdelenfracties in het kader van het hoofddoel 'concentreren' moeten worden verwijderd.

De resultaten van het karakteriserings- en selectieve demontage-onderzoek worden toegelicht in dit eindrapport (deel 1) van het project 'Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)'.

In hoofdstuk 2 wordt de onderdeelsamenstelling en in hoofdstuk 3 de materiaalsamenstelling van TV's gepresenteerd. Hoofdstuk 4 behandelt de materiaalsamenstelling van de onderdelenfracties, die na selectieve demontage van TV's ontstaan. In hoofdstuk 5 worden de resultaten van de selectieve demontage van circa 500 TV's gepresenteerd. Tenslotte bevat hoofdstuk 6 de conclusies.

2 Onderdeelsamenstelling van TV's

In Nederland komt per jaar ongeveer 30.000 ton 'bruingoed' (audio/video-apparatuur), als afval vrij. Deze hoeveelheid is berekend op basis van gegevens over penetratiegraad, geschatte levensduur en afdankgedrag van de bevolking. De belangrijkste verwijderingskanalen hiervoor zijn op dit moment de grof huisvuil depots en de inlevering bij leveranciers/producenten van deze apparatuur. In 1986 [3] is de bestemming van deze afvalstroom geschat op:

34% in grof huisvuil

21% naar leverancier/producent

45% ten behoeve van hergebruik.

Aangenomen wordt, dat deze bestemming momenteel niet sterk is gewijzigd en hooguit 40% van de berekende hoeveelheid bruingoed afval, meestal beeldbuisbevattend, ingezameld wordt. De belangrijkste reden voor dit lage inzamelpercentage is een te korte inschatting van de levensduur van deze apparatuur en het gegeven dat niet-beeldbuisbevattend klein bruingoed door de consument eenvoudig via de grijze container kan worden afgevoerd.

Daarnaast vertegenwoordigt het TV toestel ruim 55 gewichtsprocenten van de totale berekende hoeveelheid bruingoed afval. Daarom is het TV toestel gekozen als voorbeeld produkt voor de in het kader van dit project uit te voeren onderzoek.

Voor de karakterisering van TV toestellen zijn via grofhuisvuil inzamelaars 100 TV's (33 zwart/wit ZWTV's, 67 kleuren KTV's¹⁾) ontvangen. Deze 100 TV's behoeven per definitie niet representatief te zijn voor het huidige aanbod van afgedankte TV's. Gezien de steekproefwijze en grootte mag echter worden aangenomen dat de gegevens hieruit verkregen een redelijk beeld geven over de samenstelling van het huidige aanbod van afgedankte TV's. De TV's zijn bij Philips-MIREC in onderdelen gedemonteerd. Exacte demontage-instructies zijn niet geformuleerd, maar de demontagevolgorde is min of meer gebaseerd op de kennis bij de uitvoerenden over de constructie van en aanwezige onderdelen in de TV's.

De demontage volgorde is:

1. verwijderen netsnoer
2. verwijderen achterwand
3. verwijderen beeldbuisvoet
4. verwijderen (in willekeurige volgorde) interne bekabeling, panelen, printplaten, bedieningsknoppen, trafo, speaker, beeldbuis afschermkap, deflectie unit, antenne en radiobuizen
5. verwijderen beeldbuis
6. beluchten beeldbuis
7. verwijderen degaussing ring, aardcorset, correctiespoel
8. verwijderen diverse kunststof steunen en frontdelen.

De demontagetijd bedraagt 10-15 minuten per TV.

De gemiddelde gegevens van de gedemonteerde gebruikte TV's zijn vermeld in tabel 2.1.

¹⁾ ZWTV = zwart-wit TV
KTV = kleuren TV

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen**Tabel 2.1 Gegevens van gedemonteerde TV's*

	ZWTV	KTV
gedemonteerd aantal	33	67
gewichtsaandeel in de totale gedemonteerde hoeveelheid (%)	18	82
verdeling naar bouwjaren (%):		
1965-1970	40	10
1970-1975	35	20
1975-1980	20	40
1980-1985	5	25
1985-1990	5	
beeldbuisafmetingen (cm)	44	58
gewicht (kg)	13,7	30,2
dichtheid (kg/m ³)	235	215

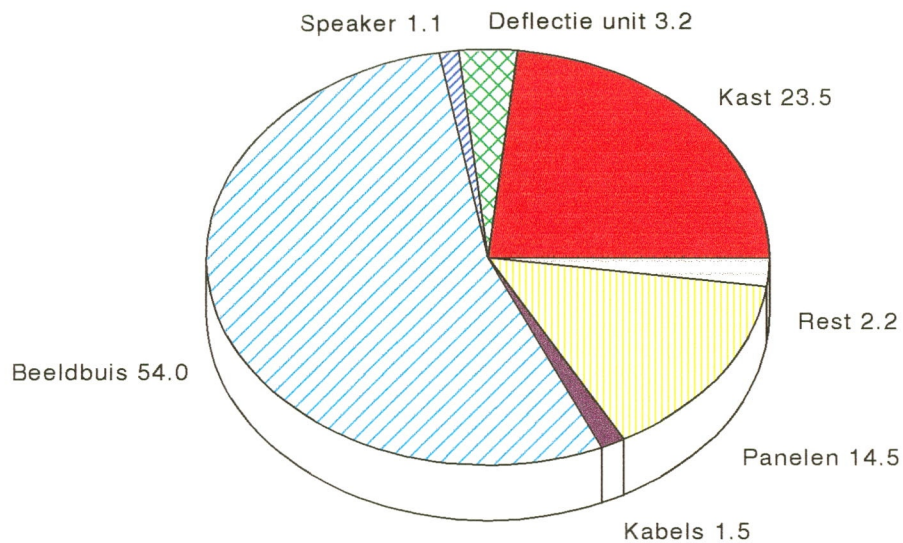
De na demontage verkregen hoofdonderdelen vertegenwoordigen een bepaald gewichtspercentage van de TV. Dit wordt weergegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Onderdelensamenstelling van TV's

Onderdeel	Samenstelling (gew%)
beeldbuis	54,0
omkasting	23,5
panelen(printplaten+frames)	14,5
deflectie-unit	3,2
kabels	1,5
speaker	1,1
rest ¹⁾	2,2

¹⁾ rest: correctiespoel, aardcorset, beeldbuis afschermkap, degaussing ring, trafo.

In figuur 2.1 worden de gewichtsprocenten van deze onderdelen in TV's weergegeven.

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen*

Figuur 2.1 Onderdelensamenstelling van TV's (gew%)

In bijlage 1 wordt een gedetailleerd overzicht van de onderdeelsamenstelling van de 100 gedemonteerde TV's gepresenteerd.

3 Materiaalsamenstelling van TV's

Ten behoeve van de bepaling van de materiaalsamenstelling van de diverse onderdelen en de TV zijn opeenvolgende demontagestappen en aanvullend literatuur-, analytisch- en scheidingsonderzoek uitgevoerd. De op basis van deze activiteiten verkregen gegevens over de materiaalsamenstelling van afgedankte TV's staan vermeld in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Materiaalsamenstelling van TV's

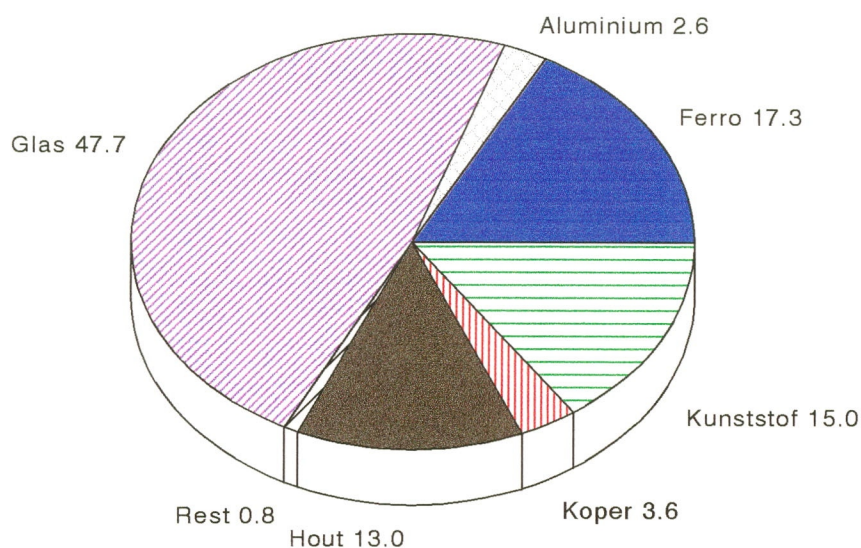
Materiaal	Samenstelling (gew%)
glas	47,7
ferro	17,3
kunststoffen	15,0
hout	13,0
koper	3,6
aluminium	2,6
tin	0,1250
lood	0,1050
zink	0,0650
chloor-	0,0550
antimoon	0,0175
broom-	0,0160
nikkel	0,0065
zilver	0,0015
cadmium	0,0006
mangaan	0,0004
chroom	0,0004
arseen	0,0002
goud	0,0001

Voor een aantal materialen die in TV's voorkomen zijn de grenswaarden vastgelegd in de Wet Gevaarlijke Afvallen (WGA) grenzen.

WGA-grenzen: lood 0,5 gew%, cadmium en antimoon 0.005 gew%.

Zolang afvallen echter bestaan uit gebruikte produkten (zoals TV's) worden ze niet als Gevaarlijk Afval aangemerkt. In principe vallen afvalstoffen die ontstaan bij toepassing van verwerkingsprocessen wel onder de WGA. Indien de concentraties van bepaalde materialen dan boven de WGA-grens liggen wordt de betreffende fractie, indien als afval afgevoerd, aangemerkt als Gevaarlijk Afval.

In figuur 3.1 wordt de materiaalsamenstelling van TV's weergegeven.



Figuur 3.1 Materiaalsamenstelling van TV's (gew%)

De in deze figuur weergegeven fractie 'rest' heeft betrekking op de materialen met een gewichtsaandeel van kleiner dan 1%.

In bijlage 2 wordt een gedetailleerd overzicht van de materiaalsamenstelling van TV's en de herkomst van de materialen uit de diverse TV onderdelen gepresenteerd.

Hierna wordt voor de diverse onderdelen toegelicht via welke route de materiaalsamenstellingsgegevens zijn verkregen.

3.1 Beeldbuis

De gegevens over de materiaalsamenstelling zijn afkomstig uit de literatuur [9]. De materiaalsamenstelling is in tabel 3.2 gegeven.

Tabel 3.2 Materiaalsamenstelling beeldbuis

Materiaal	Samenstelling (gew%)
schermglas	63,2
conusglas	23,8
ferro	12,1
straal unit	0,4
glaskit	0,4
fluorescentiepoeder	0,04

3.2 Omkasting

De materiaalsamenstelling van de omkasting is bepaald via demontage, wegen en herkennen van de materialen. De omkasting bestaat meestal uit drie onderdelen die qua materiaalsamenstelling veelal verschillen.

Deze drie onderdelen en de hierin voorkomende materialen zijn:

— *Achterwand:*

Deze bestaat uit kunststof (93%) en geperst papier (7%). De toegepaste kunststof is bijna altijd Polystyreen (PS) (95%) met of zonder brandvertragers en in een enkel geval Acrylonitril/Butadien/Styreen (ABS) (5%).

— *Middenstuk:*

Dit is bij de oudere grote toestellen vrijwel altijd van spaanplaat gemaakt. Bij de nieuwere toestellen en kleine draagbare toestellen is het middenstuk uit kunststof (PS of ABS) vervaardigd. In dat geval vormt het middenstuk vaak één geheel met de voorzijde.

— *Voorzijde:*

Hiermee wordt het kunststof beeldbuisraam bedoeld. Dit is bij oudere toestellen meestal via nietverbindingen aan het houten middenstuk bevestigd. Het beeldbuisraam is vervaardigd uit PS (90%) of ABS (10%).

Daarnaast bevinden zich in de omkasting diverse metalen en kunststof bevestigingsmaterialen. De samenstelling van de omkasting wordt weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Onderdeelsamenstelling van de TV omkasting

Onderdeel	Samenstelling (gew%)
achterwand (kunststof/geperst papier)	20,9
middenstuk (hout)	55,1
voorzijde (kunststof)	16,6
metalen bevestigingsmaterialen	3,6
kunststof beugels	3,8

3.3 Panelen

Panelen zijn samengesteld uit de printplaten en de metalen frame's waarin deze zijn bevestigd.

Printplaten bestaan uit een isolerende basisplaat waarop een gedrukte bedrading is aangebracht, die de elektrische verbindingen tussen de verschillende op de printplaat aangebrachte onderdelen verzorgt. De basisplaat bestaat meestal uit een phenolhars/papiercombinatie. Andere basisplaatmaterialen komen ook voor.

Voor de bepaling van de materiaalsamenstelling van het paneel zijn verschillende routes gevolgd, respectievelijk:

- literatuuronderzoek
- demontage/sortering van printplaatonderdelen
- chemische analyse van printplaatonderdelen
- scheiding van materialen gevolgd door analyse.

De meest betrouwbare gegevens over de materiaalsamenstelling van panelen zijn afkomstig uit de resultaten van het verwerkingsonderzoek dat is uitgevoerd met een hoeveelheid van circa 1000 kg panelen. Voor dit verwerkingsonderzoek wordt verwezen naar het TNO eindrapport deel 2 van het project 'Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties' referentie nummer 94-431. In tabel 3.4 wordt de via dit verwerkingsonderzoek verkregen materiaalsamenstelling van panelen gegeven.

Tabel 3.4 Materiaalsamenstelling van TV panelen

Materiaal	Samenstelling
ijzer	48,0%
kunststof	20,5%
aluminium	15,2%
koper	8,6%
keramiek	5,1%
tin	8600 ppm
lood	7200 ppm
zink	4500 ppm
chloor-	3800 ppm
antimoon	1200 ppm
broom-	1100 ppm
nikkel	450 ppm
zilver	100 ppm
cadmium	40 ppm
mangaan	30 ppm
chroom	30 ppm
arseen	10 ppm
goud	5 ppm
tantalium	< 8 ppm
paladium	< 8 ppm
fluor	< 5 ppm
beryllium	< 1 ppm

3.4 Onderdelenmix

De onderdelenmix is de restfractie, die ontstaat nadat de beeldbuis, de omkasting en de panelen via selectieve demontage uit de TV zijn verwijderd. De samenstelling van de onderdelenmix is in tabel 3.5 gegeven.

Tabel 3.5 Onderdeelsamenstelling van de onderdelenmix

Onderdeel	Samenstelling (gew% van totale TV)
deflectie-unit	3,2
bekabeling	1,5
speaker	1,1
degaussing ring	0,8
trafo	0,7
beeldbuis afschermkap	0,5
correctiespoel/aardcorset	0,2
antenne/rest	

De materiaalsamenstelling van de onderdelenmix is afkomstig uit de resultaten van het verwerkingsonderzoek dat is uitgevoerd met een hoeveelheid van circa 1000 kg onderdelenmix. Voor dit verwerkingsonderzoek wordt verwezen naar het TNO eindrapport deel 2 van het project 'Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties' referentie nummer 94-431.

In tabel 3.6 wordt de materiaalsamenstelling van de onderdelenmix gegeven.

Tabel 3.6 Materiaalsamenstelling van de TV-onderdelenmix

Materiaal	Samenstelling (gew%)
ferro	37,7
koper	29,0
kunststoffen/rest	28,4
aluminium	4,9

Van diverse onderdelen, die voorkomen in de onderdelenmix zijn tevens via demontage en handsortering ook materiaalsamenstellingen bepaald. Deze gegevens worden hierna gepresenteerd.

3.4.1 Deflectie-unit

Voor de bepaling van de materiaalsamenstelling van de deflectie-unit zijn enkele tientallen stuks, afkomstig uit de slooproef met 100 TV's, handmatig gedemonteerd.

Daarnaast is uit het verwerkingsonderzoek dat is uitgevoerd met een hoeveelheid van circa 1000 kg deflectie-units ook een materiaalsamenstelling afgeleid. Voor dit verwerkingsonderzoek wordt verwezen naar het TNO eindrapport deel 2 van het project 'Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties' referentie nummer 94-431.

De bepaalde materiaalsamenstelling van deflectie-units zijn in tabel 3.7 gegeven.

Tabel 3.7 Materiaalsamenstelling van deflectie-units

Materiaal	Samenstelling	
	Via demontage (gew%)	Via verwerking (gew%)
ferro	40	38
koper	38	40
kunststoffen/rest	22	22

3.4.2 Bekabeling

Hiertoe worden zowel het netsnoer als de interne bekabeling gerekend. Voor het vaststellen van de materiaalsamenstelling van deze onderdelen zijn handsorteringen en chemische analyses uitgevoerd van de partij bekabeling verkregen tijdens de sloopproof met 100 TV's uitgevoerd. Met de analyseresultaten is een materiaalsamenstelling van de bekabeling berekend. Deze is in tabel 3.8 gegeven.

Tabel 3.8 Materiaalsamenstelling van bekabeling

Materiaal	Samenstelling (gew%)
koper	39
kunststoffen/rest	61

3.4.3 Speaker

Van de via de demontage van 100 TV's verkregen speakers zijn enkele tientallen stuks handmatig gedemonteerd. De hiermee bepaalde gemiddelde samenstelling van speakers is in tabel 3.9 gegeven.

Tabel 3.9 Materiaalsamenstelling van speakers

Materiaal	Samenstelling (gew%)
ferro	65
magnetisch materiaal	34
papier	1

3.4.4 Degaussing ring

Degaussing ringen worden alleen toegepast in kleuren TV-toestellen. Daarbij worden in de degaussing ringen zowel aluminium als koperen geleiders toegepast. Van beide typen zijn enkele tientallen stuks handmatig gescheiden in geleider en isolatiemateriaal.

De hieruit verkregen samenstellingen van de beide typen degaussing ringen zijn in tabel 3.10 gegeven.

Tabel 3.10 Materiaalsamenstelling van degaussing ringen

Materiaal	Samenstelling	
	Koperen geleider (gew%)	Aluminium geleider (gew%)
geleider	70	59
isolatie	30	41

4 Materiaalsamenstelling na demontage van TV onderdelenfracties

4.1 Doel van selectieve demontage

De belangrijkste doelen van selectieve demontage van TV onderdelenfracties zijn:

- a. Afscheiden van onderdelen die uit één of enkele materialen bestaan en waarvan de materialen na reinigen/verkleinen kunnen worden hergebruikt.
- b. Concentreren van materialen in deelfracties waardoor scheiding van materialen praktisch en economisch uitvoerbaar wordt.
- c. Concentreren van potentieel milieubelastende materialen in deelfracties waardoor de kosten voor opwerking van deze materialen (chemisch, thermisch en storten) worden verlaagd.

Voor doel a komen in principe de TV onderdelen beeldbuis en omkasting in aanmerking. Voor de doelen b en c de rest van de TV onderdelen. In principe moet selectieve demontage resulteren in 'concentreren van materialen'. Daarom is selectieve demontage van TV onderdelen alleen zinvol, indien de materiaalsamenstellingen van de na selectieve demontage ontstane fracties wezenlijk verschillen.

4.2 Theoretische demontagevolgorden voor TV's en materiaalsamenstelling van onderdelenfracties

Op basis van de, via de demontage van 100 TV's en het verwerkingsonderzoek uitgevoerd met bepaalde TV onderdelenfracties, verkregen materiaalsamenstellingsgegevens zijn de samenstellingen van de fracties, die na een bepaalde selectieve demontage stap ontstaan, te berekenen.

Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor verschillende theoretische demontagevolgorden.

Hieruit volgt dat de meest belovende theoretische demontagevolgorde is die, waarbij de onderdelen in afnemende volgorde van gewicht worden verwijderd.

Deze volgorde en het gewichtsaandeel in de TV van elk verwijderd onderdeel worden weergegeven in tabel 4.1.

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen

Tabel 4.1 Theoretische demontagevolgorde en gewichten van onderdelen

Demontage volgorde		Gewichtsaandeel in TV (gew%)
0.	totale TV	100
1.	beeldbuis	54,0
2.	omkasting	23,5
3.	panelen	14,5
4.	deflectie-unit	3,2
5.	kabels	1,5
6.	speaker	1,1

De materiaalsamenstellingen van de fracties, die via deze theoretische demontagevolgorde ontstaan, zijn een maat voor het effect van de selectieve demontage. Selectieve demontage van TV onderdelen is alleen dan zinvol indien hiermee materialen worden geconcentreerd. Voor de beoordeling van de prestatie van de demontagestap voor een bepaald materiaal wordt het produkt rendement $\times$ concentratie gehanteerd. Rendement is gedefinieerd als de gewichtshoeveelheid van één bepaald materiaal in een sloopfractie gedeeld door de gewichtshoeveelheid van dat materiaal in de totale TV.

Concentratie is gedefinieerd als de gewichtshoeveelheid van één bepaald materiaal in een sloopfractie gedeeld door de gewichtshoeveelheid van de sloopfractie.

De producten rendement $\times$ concentratie voor een aantal materialen in de restfracties, die via de theoretische demontagevolgorde ontstaan, zijn weergegeven in tabel 4.2 en in de figuur 4.1.

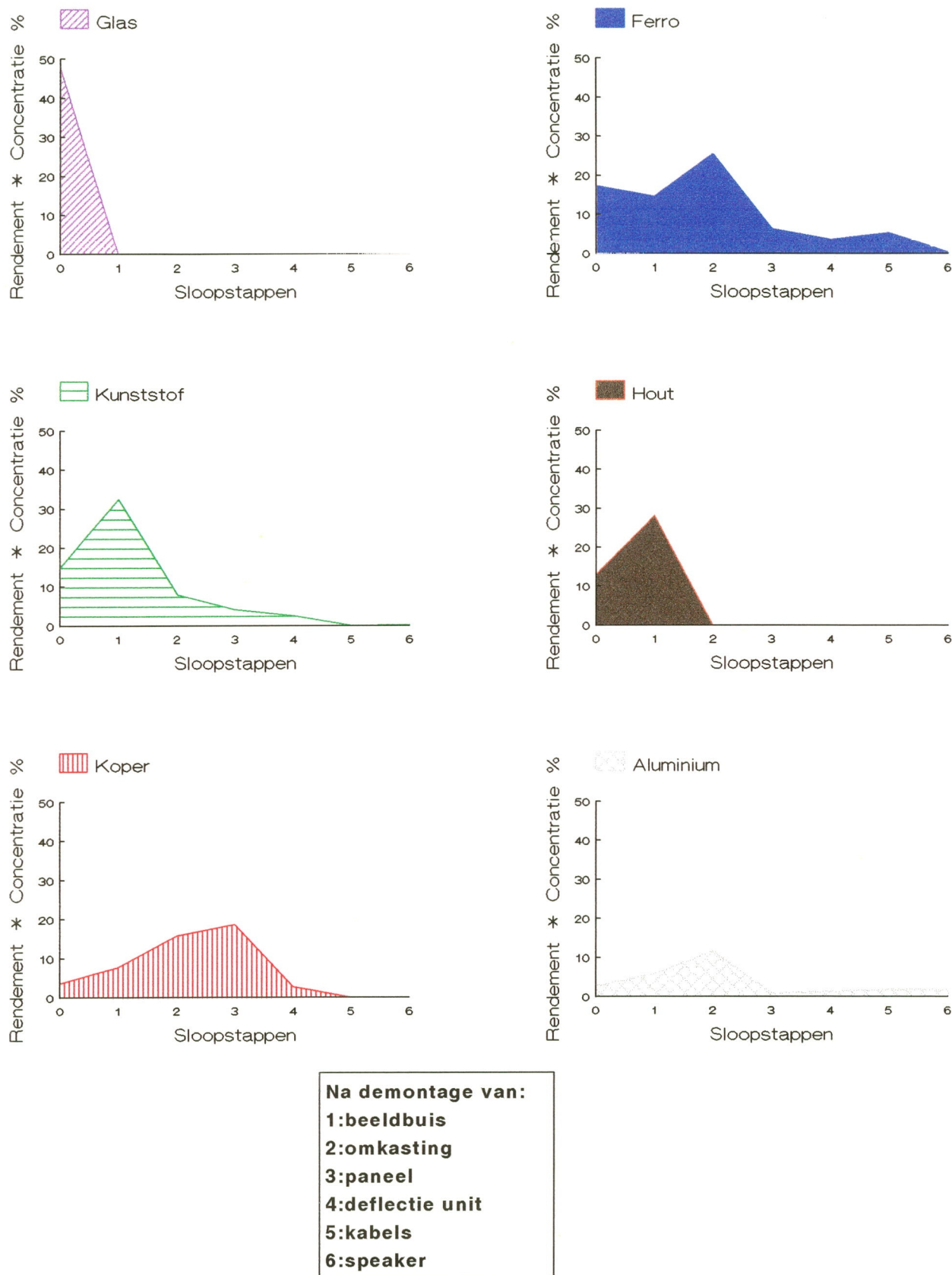
Tabel 4.2 Rendement $\times$ concentratie voor restfracties, die ontstaan na demontage van onderdelen uit TV's

Na verwij- deren uit TV van	Restfrac- tie aan- deel van totale TV (gew%)	Rendement $\times$ concentratie voor					
		Glas/ keramiek (%)	Ferro (%)	Kunststof (%)	Hout (%)	Koper (%)	Alumi- nium (%)
niets	100	47.7	17.3	15.0	13.0	3.6	2.6
beeldbuis	46.0	0.0	14.6	32.5	28.2	7.7	5.7
omkasting	22.5	0.1	25.5	8.1	0.0	15.8	11.6
paneel	8.0	0.0	6.4	4.2	0.0	18.6	0.7
deflectie unit	4.8	0.0	3.7	0.0	0.0	2.7	1.2
kabels	3.3	0.0	5.4	18.6	0.0	0.0	1.8
speaker	2.2	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	1.8

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen



Figuur 4.1 Rendement $\times$ concentratie voor restfracties, die ontstaan na demontage van onderdelen uit TV's

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen*

Alleen selectieve demontagestappen, waarbij het produkt rendement $\times$ concentratie voor een bepaald materiaal sterk wijzigt, zijn zinvol. Dit omdat hiermee voldaan wordt aan het hoofddoel 'concentreren van materialen'. Uit figuur 4.1 blijkt dat met name na de verwijdering van beeldbuis, omkasting en panelen en mogelijk ook na de verwijdering van de deflectie-unit wordt voldaan aan dit hoofddoel.

De onderdelenfracties die hierna ontstaan zijn:

- beeldbuis,
- omkasting,
- panelen,
- deflectie-unit,
- rest.

In het kader van de titel van het project 'Recycling van non-ferrometaal/kunststofcombinaties' vallen de fracties beeldbuis en omkasting af voor verder onderzoek binnen dit project.

Voor het uitvoeren van het verkleinings- en scheidingsonderzoek zijn de volgende drie fracties geselecteerd:

- deflectie-unit (3,2 gew% van TV),
- onderdelenmix (fractie die overblijft na verwijdering van beeldbuis, omkasting en panelen, 8,0 gew% van TV),
- panelen (14,5 gew% van TV).

Voor het uittesten van geselecteerde verwerkingsroutes worden in principe toegespits-te combinaties van bestaande en/of door TNO geoptimaliseerde apparatuur toegepast. Het verkleinings- en scheidingsonderzoek moet gegevens opleveren over de mogelijkheden om uit deze onderdelenfracties afzetbare materialen zoals ferro, non-ferro's en kunststoffen terug te winnen.

Voor de uitvoering van dit onderzoek moet men kunnen beschikken over voldoende hoeveelheden representatief uitgangsmateriaal. Hiertoe zijn ruim 500 afgedankte TV's ingezameld en deze zijn bij Philips-MIREC op basis van de resultaten van de theoretische ontmantelingsvolgorde gedemonteerd. Hoofdstuk 5 presenteert gegevens en resultaten van deze selectieve demontagestappen.

5 Selectieve demontage van TV onderdelen

Uit de gegevens verkregen via de karakterisering van 100 TV's volgt, dat voor het hoofddoel 'concentreren van materialen', de verwijdering van beeldbuis, omkasting, panelen en deflectie-unit uit TV's zinvol is.

De onderdelenfracties die voor het uitvoeren van het verkleinings- en scheidingsonderzoek worden gebruikt zijn:

- deflectie-units,
- onderdelenmix,
- panelen.

Voor het verkrijgen van voldoende grote hoeveelheden van deze fracties zijn in samenwerking met Philips-MIREC circa 500 TV's selectief gedemonteerd. Deze TV's, afkomstig uit het grof huisvuil, zijn ingezameld in de regio's Apeldoorn, Drenthe en Eindhoven.

Enkele algemene gegevens over soort en bouwjaar van deze toestellen zijn:

totaal aantal	528
aantal KTV's	362
aantal ZWTV's	166
gemiddelde leeftijd	circa 18 jaar
gemiddelde gewicht	30 kg.

De selectieve demontage van deze 528 TV's was gericht op het zo eenvoudig en goedkoop mogelijk verkrijgen van de bovengenoemde onderdelenfracties. Daarbij wordt min of meer de demontagevolgorde gehanteerd, die ook is toegepast bij de demontage van de 100 TV's. Dat wil zeggen dat vanuit de achterzijde van de TV de selectieve demontage start. De demontagetijd bedraagt 5-10 minuten per TV.

De op basis van deze sloopprouwen berekende onderdelensamenstelling van de 528 TV's is vrijwel identiek aan die van de eerder gedemonteerde 100 TV's. Deze samenstellingen zijn in tabel 5.1 gegeven.

Tabel 5.1 Onderdelensamenstelling van TV's

Onderdeel	Samenstelling	
	528 TV's (gew%)	100 TV's (gew%)
beeldbuis	54,7	54,0
omkasting	23,7	23,5
panelen	13,7	14,5
onderdelenmix	7,9	8,0

Aangezien het onderdeel deflectie-unit deel uit maakt van de fractie onderdelenmix is via de demontage van 528 TV's geen onderdelenfractie deflectie-units afgescheiden. Door Philips-Mirec is separaat een partij deflectie-units geleverd, verkregen via eerder uitgevoerde selectieve demontages van TV's.

6 Conclusies

- De recycling van complexe goederen, zoals TV's, bestaat in principe uit een combinatie van drie processtappen:
 1. selectieve demontage
 2. verkleinen/ontsluiten
 3. scheiden.
 Deze processtappen hebben als hoofddoel 'concentreren van materialen'. Door middel van een goede onderlinge afstemming van de drie processtappen kan de kosten/baten-verhouding voor het recycelen van complexe afvalfen worden ge-optimaliseerd.
- Selectieve demontage van de onderdelen beeldbuis, omkasting, panelen en deflec-tie-unit is zinvol, omdat hierdoor onderdelenfracties worden gecreëerd waarin de concentratie van afzetbare en potentieel milieubelastende materialen wordt gereaa-liseerd. Verdergaande selectieve demontage draagt nauwelijks bij aan het hoofd-doel 'concentreren van materialen' en is daarom, gezien de hiermee verbonden relatief hoge kosten, niet aan te bevelen.
- Gegeven de huidige constructie van afgedankte TV's en de in de praktijk toege-paste demontagemethode is selectieve demontage van alleen de onderdelen beeld-buis, omkasting, panelen en deflectie-unit moeilijk uitvoerbaar. Het optimaliseren van de demontagevolgorde moet nader worden uitgewerkt.
- De gemiddelde onderdeelsamenstelling gebaseerd op de karakterisering van 100, uit het huidige aanbod afkomstige, afgedankte TV's is in tabel 6.1 gegeven.

Tabel 6.1 Onderdeelsamenstelling van TV's

Onderdeel	Samenstelling (gew%)
beeldbuis	54,0
omkasting	23,5
panelen (printplaten+frames)	14,5
deflectie-unit	3,2
kabels	1,5
speaker	1,1
rest ¹⁾	2,2

¹⁾ rest: correctiespoel, aardcorset, beeldbuis afschermkap, degaussing ring, trafo.

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen*

- De gemiddelde materiaalsamenstelling gebaseerd op de karakterisering van 100 afgedankte TV's en het verwerkingsonderzoek met onderdelenfracties afkomstig uit ruim 500 afgedankte TV's is in tabel 6.2 gegeven.

Tabel 6.2 Materiaalsamenstelling van TV's

Materiaal	Samenstelling (gew%)
glas	47,7
ferro	17,3
kunststoffen	15,0
hout	13,0
koper	3,6
aluminium	2,6
tin	0,1250
lood	0,1050
zink	0,0650
chloor-	0,0550
antimoon	0,0175
broom-	0,0160
nikkel	0,0065
zilver	0,0015
cadmium	0,0006
mangaan	0,0004
chroom	0,0004
arseen	0,0002
goud	0,0001

De materialen met een gehalte kleiner dan 0,2% zijn vrijwel volledig afkomstig van het printplaatpaneel.

- De onderdeel- en materiaalsamenstellingen van ZWTV en KTV¹⁾ verschillen onderling gering. Bij verdere verwerking, met uitzondering van eventueel de beeldbuis, behoeft daarom geen onderscheid gemaakt te worden tussen deze toestellen.
- Voor het vervolgonderzoek, 'verkleinen en scheiden', zijn drie onderdelenfracties geselecteerd. Deze fracties zijn:
 - deflectie-units (3,2 gew% van TV),
 - onderdelenmix (fractie die overblijft na verwijdering van beeldbuis, omkasting en panelen; 8,0 gew% van TV),
 - panelen (14,5 gew% van TV).

Voor het verkrijgen van voldoende grote hoeveelheden van deze fracties zijn circa 500 TV's, afkomstig uit het grof huisvuil, selectief gedemonteerd.

De resultaten van het verwerkingsonderzoek met deze onderdelenfracties worden gepresenteerd in het eindrapport deel 2, referentienummer 94-431 van het project 'Recycling van non-ferrometaal/kunststofcombinaties'.

¹⁾ ZWTV = zwart-wit TV
KTV = kleuren TV

7 **Literatuur**

- [1] A.A.J. Cornelissen.
Fysisch onderzoek naar de samenstelling van het Nederlandse huishoudelijk afval.
Resultaten 1992, RIVM.
- [2] Een onderzoek naar de samenstelling van grof huisvuil in Nederland.
RIVM, TAUW Infra Consult, december 1990.
- [3] Hergebruiksgedrag particuliere huishoudens.
Ogilvie Marktonderzoek B.V., Amsterdam 1986.
- [4] Dieter Schlag.
Entsorgung von Elektronikaltgeräten.
Müll und Abfall 6/92.
- [5] Prof.Dr.-Ing. P. Koch
Konzepte zur Zerlegung und Aufbereitung von Elektronikschrott.
Aufbereitungs-Technik 34 (1993) nummer 8.
- [6] Ir. A. Ansems, F. Esmeyer.
Scheiding en Recycling van Non-ferrometaal/kunststofcombinaties:
Karakterisering en recyclingprocessen.
TNO rapport 89-21/C1, maart 1989.
- [7] J. Joziasse et al.
Monografieën informatiesystemen Milieutechnieken:
Compartiment Afvalstoffen.
TNO rapport 91-159, april 1991.
- [8] Ir. J.H. Ekkelenkamp, M. Goorhuis.
Verwerking complexe huishoudelijke apparatuur.
TNO rapport 92-138, april 1992.
- [9] IUTA Workshop 20-05-1992 Duisburg. Bildrohren Recycling:
Technologie und Betriebserfahrungen, Zublin AG Duisburg.

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen

8 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
Programmabureau IOP-MT/Recycling
SENER
Drs. K.E. Knol
Postbus 30732
2500 GS Den Haag

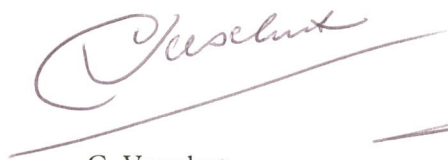
Namen en functies van de medewerkers

C. Verschut	-	projectleider
Ing. B.J.N. Linger	-	projectmedewerker
J.C. Pisa	-	projectmedewerker
P.C. Tuinman	-	projectmedewerker
J.F. van Middelkoop	-	projectmedewerker

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

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
1992 tot en met 1994

Ondertekening



C. Verschut
onderzoekleider

Goedgekeurd door



ir. A.M.M. Ansems
werkgroep leider

Bijlage 1 Onderdeelsamenstelling van 100 (33 ZW en 67 K) TV toestellen

Onderdeel	Gewicht (kg)	Gewichtsaandeel in onderdeel (gew%)	Gewichtsaandeel in TV (gew%)
Gewicht:	2 472.100		
Beeldbuis totaal:	1 330.100	100.00	54.0
Schermglas:	840.623	63.20	34.1
Konusglas:	316.564	23.80	12.9
Ferro	160.942	12.10	6.5
Straal unit:	5.320	0.40	0.2
Glaskit:	5.320	0.40	0.2
Deklagen/fl. poeder:	0.479	0.04	0.0
Omkastings totaal:	579.327	100.00	23.5
Kunststof achterwand:	121.140	20.91	4.9
Middenstuk hout:	319.070	55.08	13.0
Kunststof voorzijde:	96.214	16.61	3.9
Rest ferro:	20.546	3.55	0.8
Rest kst beugels e.d.:	22.097	3.81	0.9
Rest hout:	0.260	0.04	0.0
Panelen totaal:	357.917	100.00	14.5
ferro:	171.800	48.00	7.0
kunststof:	73.373	20.50	3.0
aluminium:	54.403	15.20	2.2
koper:	30.781	8.60	1.3
kerarmiek:	18.254	5.10	0.7
tin:	3.078	0.8600	0.1250
lood:	2.577	0.7200	0.1047
zink:	1.611	0.4500	0.0654
chloor-:	1.360	0.3800	0.0552
antimoon:	0.430	0.1200	0.0174
broom-:	0.394	0.1100	0.0160
nikkel:	0.161	0.0450	0.0065
zilver:	0.036	0.0100	0.0015
cadmium:	0.014	0.0040	0.0006
mangaan:	0.011	0.0030	0.0004
chrom:	0.011	0.0030	0.0004
arsen:	0.004	0.0010	0.0001
goud:	0.002	0.0005	0.0001
tantalium:	<	0.0008	0.0000
paladium:	<	0.0008	0.0000
fluor-:	<	0.0005	0.0000
beryllium:	<	0.0001	0.0000

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen*

Onderdeel	Gewicht (kg)	Gewichtsaandeel in onderdeel (gew%)	Gewichtsaandeel in TV (gew%)
Onderdelen mix totaal:	194.928	100.00	7.9
Deflectie-unit:	79.050	40.55	3.2
Correctiespoel:	1.952	1.00	0.1
Degaussing ring koper:	12.347	6.33	0.5
Degaussing ring aluminium:	6.000	3.08	0.2
Aardcorset:	1.457	0.75	0.1
Afschermkap Beeldb. Fe:	11.877	6.09	0.5
Speakers:	27.362	14.04	1.1
Bekabeling:	29.225	14.99	1.2
Stekker/snoer:	6.482	3.33	0.3
Trafo's:	17.685	9.07	0.7
Antenne:	1.491	0.76	0.1
ferro:	73.488	37.70	3.0
aluminium:	9.551	4.90	0.4
koper:	56.529	29.00	2.3
kunststoffen/rest:	55.360	28.40	2.2

Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)

Eindrapport deel 1

Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen

Bijlage 2 Materiaalsamenstelling van 100 (33 ZW EN 67 K) TV toestellen

Materiaal	Gewicht (kg)	Gewichtsaandeel in TV (gew%)	Gewichtsaandeel in fractie (gew%)
Totaal gewicht	2462.272		
Glas/keramiek	1175.441	47.74	
beelbuis scherm	840.623	34.14	71.5
beeldbuis konus	316.564	12.86	26.9
keramiek panelen	18.254	0.74	1.6
Ferro	426.776	17.33	
beeldbuis	160.942	6.54	37.7
omkasting	20.546	0.83	4.8
panelen	171.800	6.98	40.3
onderdelen mix	73.488	2.98	17.2
Kunststof	368.184	14.95	
omkasting achterwand	121.140	4.92	32.9
omkasting voorzijde/ beeldbuisraam	96.214	3.91	26.1
rest kast/beugels	22.097	0.90	6.0
panelen	73.373	2.98	19.9
onderdelen mix	55.360	2.25	15.0
Hout	319.330	12.97	
omkasting	319.070	12.96	99.9
rest hout omkasting	0.260	0.01	0.1
Koper	87.310	3.55	
panelen	30.781	1.25	35.3
onderdelen mix	56.529	2.30	64.7
Aluminium	63.954	2.60	
panelen	54.403	2.21	85.1
onderdelen mix	9.551	0.39	14.9
Tin	3.078	0.1250	
panelen	3.078	0.1250	100.0
Lood	2.577	0.1047	
panelen	2.577	0.1047	100.0

*Recycling non-ferrometaal/kunststofcombinaties (NFKC's)**Eindrapport deel 1**Karakterisering van TV-toestellen/Selectieve demontage van TV-onderdelen*

Materiaal	Gewicht (kg)	Gewichtsaandeel in TV (gew%)	Gewichtsaandeel in fractie (gew%)
Zink panelen	1.611 1.611	0.0654 0.0654	100.0
Chloor- panelen	1.36 1.36	0.0552 0.0552	100.0
Antimoon panelen	0.43 0.43	0.0175 0.0175	100.0
Broom- panelen	0.394 0.394	0.0160 0.0160	100.0
Nikkel panelen	0.161 0.161	0.0065 0.0065	100.0
Zilver panelen	0.036 0.036	0.0015 0.0015	100.0
Cadmium panelen	0.014 0.014	0.0006 0.0006	100.0
Mangaan panelen	0.011 0.011	0.0004 0.0004	100.0
Chroom panelen	0.011 0.011	0.0004 0.0004	100.0
Arseen panelen	0.004 0.004	0.0002 0.0002	100.0
Goud panelen	0.002 0.002	0.0001 0.0001	100.0