

Meer opbrengst uit Grof Huishoudelijk Afval

1 april 2011



Meer opbrengst uit Grof Huishoudelijk Afval

**Een integrale aanpak van GHA in het gebied van
Circulus/Berkel Milieu**

Verantwoording

Titel	Meer opbrengst uit Grof Huishoudelijk Afval
Opdrachtgever	Ministerie van Infrastructuur & Milieu
Projectleider	ir. Geert Cuperus
Auteur(s)	ir. Geert Cuperus en Jules Schers MSc
Projectnummer	4738489
Aantal pagina's	80 (exclusief bijlagen)
Datum	1 april 2011
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

Colofon

Tauw bv
Business Unit Bedrijven
Handelskade 11
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
Samenvatting	9
1 Inleiding.....	15
2 Achtergrond en opzet onderzoek	17
2.1 Achtergrond.....	17
2.1.1 Landelijk Afvalbeheerplan 2	17
2.1.2 De ketenaanpak van I&M	18
2.1.3 Huidige situatie GHA Circulus/Berkel Milieu.....	20
2.2 Doelstelling.....	22
2.3 Dit onderzoek vormt een verkenning.....	23
2.4 Opzet van het onderzoek	24
2.4.1 Werkzaamheden	24
2.4.2 Organisatie	25
3 Ontmanteling van meubels.....	27
3.1 Werkwijze	27
3.2 Ervaringen en uitkomsten.....	28
3.2.1 Inleiding	28
3.2.2 Foenix.....	28
3.2.3 2Switch	29
3.2.4 Het Goed	31
3.3 Samenvatting	33
4 Ontmanteling van matrassen	35
4.1 Opzet proef.....	35
4.2 Ervaringen	36
4.3 Resultaten	36
5 Sortering van de restfractie GHA.....	39
5.1 Sorteeraanlyse restfractie GHA.....	39
5.2 Sorteerproef VAR	39
5.2.1 Omschrijving installatie.....	39
5.2.2 Resultaten	40

5.3	Sorteerproef Attero	41
5.3.1	Omschrijving installatie	42
5.3.2	Resultaten	42
5.4	Vergelijking nasorteerproeven	43
6	Afzet van materialen	45
6.1	Leer en skai	45
6.2	Textiel	45
6.3	Schuim	46
6.4	Latex	46
6.5	Metaal	47
6.6	Hout	47
6.7	Restafval	47
6.8	Poten en fiberfill	48
6.9	Samenvatting	48
7	Kosten en milieudruk	51
7.1	Kosten ontmanteling kringloopbedrijven	51
7.1.1	Inleiding	51
7.1.2	Afzet monostromen	51
7.1.3	Totale kosten	53
7.2	Best case ontmanteling meubels	53
7.2.1	Opzet best case	53
7.2.2	Afzet monostromen	54
7.2.3	Totale kosten	55
7.3	Verwerking bankstellen via sorteerlijn	55
7.3.1	Opzet proef	55
7.3.2	Ervaringen	56
7.3.3	Materiaalopbrengst	56
7.3.4	Totale kosten	58
7.4	Kosten ontmanteling matrassen	59
7.5	Kosten nasorteren GHA	60
7.6	Integraal kostenoverzicht	61
7.7	Milieudruk	61
7.7.1	Inleiding	61
7.7.2	Best case ontmanteling bankstellen	62
7.7.3	Vergelijking met sorteerlijn	63
7.7.4	Milieudruk matrassen	63

7.7.5	Milieu­druk nasorteren	64
7.7.6	Samenvatting milieu­druk	66
8	Evaluatie.....	67
8.1	Resultaten van het onderzoek.....	67
8.2	Een integrale aanpak GHA.....	73
8.3	Waar staan we nu in de ontwikkeling?	74
8.4	Aanzet voor vervolg.....	76
	<i>Meubels/bankstellen.....</i>	<i>77</i>
	<i>Matrassen.....</i>	<i>78</i>
	<i>Sorteren/nasorteren.....</i>	<i>78</i>
9	Conclusies en aanbevelingen	79

Bijlage(n)

1. Sorte­analyse restfractie GHA EURECO
2. Sorte­installaties VAR en Attero
3. Sorte­analyse bij nasorte­proef Attero
4. Toelichting additionele kosten ontmanteling
5. Toelichting bepalingsmethode milieu­druk
6. Leden van de klankbordgroep
7. Foto's van de proeven en monostromen

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

Samenvatting

Grof Huishoudelijk Afval (GHA) is groter afval, veelal 'huisraad' en tuinafval. Dit afval wordt soms nog aan huis opgehaald, maar meestal brengen burgers dit naar een milieustraat. Op een milieustraat worden diverse materialen gescheiden voor hergebruik (hout, metaal, et cetera). Wat over blijft heet de restfractie uit grofhuishoudelijk afval. Producten die niet via de kringloopbedrijven verkocht en hergebruikt worden en die niet verder gescheiden worden belanden ook in deze restfractie. Dit betreft bijvoorbeeld matrassen en meubels. De drie deelstromen (restractie op de milieustraat, aan huis opgehaald ongescheiden GHA en GHA dat via de kringloop alsnog bij de milieustraat belandt) vormt gezamenlijk de 'restfractie GHA'. Dit is in Nederland een stroom van ongeveer 800 kton/jaar. Voor het grootste deel wordt deze restfractie GHA verbrand.

In het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) vormt de restfractie GHA een speciale stroom. Het is één van de afvalstromen die in het kader van ketenbeheer nader wordt bekeken. Voor de betreffende (afval)stromen wordt gestreefd naar reductie van de milieudruk in de hele keten met 20 %. Voor GHA ontstaat deze milieudruk vooral doordat restfractie GHA wordt verbrand. Met name de componenten leer en textiel dragen bij aan een hoge milieudruk. In het LAP wordt als minimum standaard voor de restfractie GHA voorgeschreven: sorteren en verdere verwerking van deelstromen conform de betreffende minimum standaard voor die deelstroom.

Circulus/Berkel Milieu verzorgt de inzameling van afval in het gebied van acht gemeenten, met in totaal circa 435.000 inwoners. In dit gebied vormt de restfractie GHA ongeveer 33 % van het totaal GHA. Circulus/Berkel Milieu streeft naar een afvalvrije samenleving. Met name is Circulus/Berkel Milieu geïnteresseerd in de ontwikkeling van een integrale aanpak van de restfractie GHA. Drie doelstellingen staan daarin centraal:

- Terugdringen van de absolute hoeveelheid restfractie
- Kringlopen van gescheiden stromen binnen de regio sluiten
- De sociale werkgelegenheid in de regio versterken voor mensen met een zekere afstand tot de arbeidsmarkt

Door Circulus/Berkel Milieu is in samenwerking met AgentschapNL en het Ministerie van I&M een project gestart om te komen tot een integrale aanpak van de restfractie GHA. Het onderhavige onderzoek betrof de eerste stap in dit project. Het betrof een verkenning van de mogelijkheden om diverse componenten in de restfractie GHA te hergebruiken. In een tweede en derde stap moeten respectievelijk de opschaling en de realisatie tot stand komen.

In het onderhavige onderzoek is onderzocht of het mogelijk is om de volgende componenten in de restfractie GHA te hergebruiken:

- Meubels, met name banken, door ontmanteling en vervolgens hergebruik van deelstromen
- Matrassen door ontmanteling en vervolgens hergebruik van deelstromen
- De restfractie op de milieustraat door sortering in een sorteerinstallatie

De ontmanteling van meubels (bankstellen) is onderzocht met de hulp van drie kringloopbedrijven. Hierbij is zowel regulier personeel ingezet als werknemers met een zekere afstand tot de arbeidsmarkt. Gaandeweg de proef is door goede inzet en verkregen ervaring een werkwijze ontstaan waarbij op effectieve wijze bankstellen zijn gedemonteerd. Met de ontstane best practice wordt het mogelijk geacht in een manuur 2,5 bankstel te ontmantelen. Hierbij ontstaat 60 % aan herbruikbaar materiaal. De kwaliteit van de materialen hangt af van de nauwkeurigheid van demonteren. Hout en metaal bleken goed verhandelbaar te zijn. Voor leer bleek er nog geen serieuze hergebruikmarkt te bestaan. In de loop van het onderzoek zijn afzetkanalen voor textiel gevonden. Deze afzet is echter nog in ontwikkeling.

Het ontmantelen van matrassen is gedaan bij Delta, een sociale werkplaats. Met eenvoudige middelen bleek dat de meeste materialen direct voor hergebruik geschikt zijn te maken (70 %). Schuim (PUR) is in twee kwaliteiten te scheiden die elk een reguliere afzet kennen voor een positieve prijs. Metaal is uiteraard goed af te zetten. Voor het tijk (textiel) is ook een afzetkanaal gevonden. Dit betrof een toepassing die nog in ontwikkeling is. Bij de ontmanteling van matrassen moet rekening gehouden worden met het ontstaan van stof. In een volgende stap moet het proces nader worden ontworpen om ook arbo-technisch gezien goed uitvoerbaar te zijn.

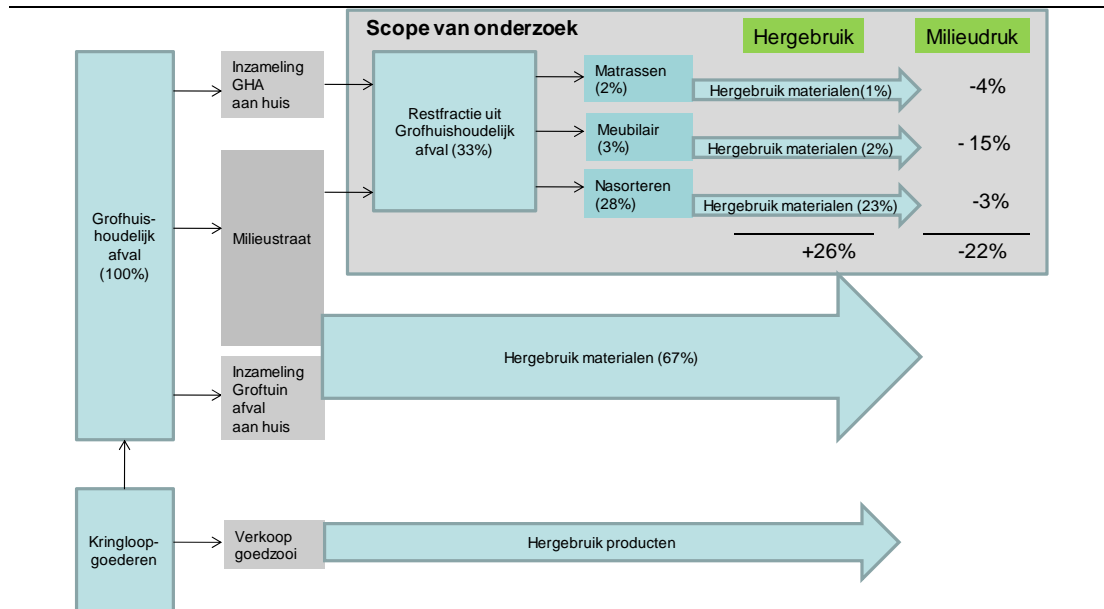
Het sorteren van de restfractie uit GHA van de milieustraat is uitprobeerd in de sorteerinstallaties van VAR en van Attero. Deze installaties zijn niet specifiek ontworpen voor GHA. In de regel wordt GHA meegenomen in de bulk van andere afvalstromen. De installatie van VAR is het meest gericht op het terugwinnen van materialen. Uit de proef bleek dat 70 % van de input kon worden terug gewonnen. Hiervan is zo'n 20 % bestemd voor materiaalhergebruik en zo'n 50 % voor nuttige toepassing. Gezien het eenmalige karakter van de sorteerproef is hiermee nog geen volledig beeld ontstaan van de mogelijkheden van (na)sorteren van de restfractie. In het vervolg zal gekeken moeten worden naar het scheidingsrendement op langere termijn (in verband met variatie in de samenstelling van de restfractie GHA) en verdere optimalisatie van het rendement.

De kosten voor het verwerken van de diverse stromen zoals boven beschreven liggen meestal hoger dan de kosten voor verbranden. De kosten voor verbranden in Wijster van een ton restfractie GHA bedragen EUR 131/ton inclusief transport. Op basis van resultaten uit de proef blijkt dat het ontmantelen van meubels naar verwachting EUR 202/ton kost en het ontmantelen van matrassen EUR 180/ton. Het (na)sorteren van de restfractie kost ongeveer EUR 118/ton. De geraamde kosten zijn indicatief, want gebaseerd op tot nog toe verkennende onderzoeken.

Met de genoemde kostenramingen zijn de totale kosten voor de nieuwe aanpak van de restfractie GHA min of meer gelijk aan de huidige kosten. Uitgaande van 3 % meubels in het totale GHA en 2 % matrassen, blijft er 28 % over die gesorteerd moet worden.¹ Rekening houdend met deze gewichtsaandelen komt de totale kostenraming weer op circa EUR 128/ton. Hiermee is de verwerking op de 'nieuwe' manier dus iets goedkoper dan de huidige afzet voor verbranden. Er is in het onderzoek aanvullend bekeken of meubels na verkleining in de sorteerinstantie van VAR gesorteerd kunnen worden. Hierbij was vooraf de bekleding (leer en textiel) van de meubels handmatig verwijderd voor hergebruik. In deze case zouden de totale kosten voor GHA uitkomen op EUR 125/ton. De kwaliteit van de af te zetten materialen was echter minder dan bij handmatige verwerking.

Met het bovenstaande is nu een model op te stellen voor de integrale aanpak van de restfractie-GHA, zoals Circulus/Berkel Milieu voor ogen heeft. In de onderstaande figuur is dit weergegeven.

¹ Totaal 33 % wat gelijk is aan het ongescheiden deel uit de restfractie Grofhuishoudelijk afval in het Circulus/Berkel Milieu gebied.



Integrale aanpak van GHA in het Circulus/Berkel Milieu gebied

Van de 100 % GHA die ontstaat, resulteert 33 % als restfractie GHA. In deze restfractie is nog zo'n 6 % matrassen aanwezig (oftewel 2 % van het geheel aan GHA) en zo'n 9 % meubels (oftewel 3 % van alle GHA). Uit de proeven bleek dat ongeveer 60 % van matrassen kan worden hergebruikt (oftewel 1 % van het geheel aan GHA) en ongeveer 2/3 van de meubels (ongeveer 2 % van alle GHA). Door nasorteren van de restfractie is hiervan ook nog eens het merendeel te hergebruiken of nuttig toe te passen, dit is ongeveer 23 % van alle GHA.

Van alle GHA wordt al 67 % hergebruikt, dit belandt niet in de restfractie GHA. Aan de hand van dit onderzoek blijkt dat aanvullend het merendeel van de restfractie GHA voor hergebruik geschikt is te maken. Dit betreft ongeveer 26 % van alle GHA. Gezamenlijk is dus ongeveer 93 % van alle GHA herbruikbaar te maken en moet nog slechts 7 % worden aangeboden voor verbranding. De potentiële vermindering van de milieudruk in deze nieuwe aanpak in vergelijking met verbranding van de 33 % restfractie GHA wordt geschat op 22 %.

Om deze integrale aanpak continu te gaan realiseren zijn nog enkele stappen nodig. Het onderhavige onderzoek heeft aangetoond dat een dergelijke aanpak mogelijk is en welke elementen daarvoor nodig zijn. Aan de hand van het onderzoek is aangetoond dat deze aanpak kan bijdragen aan de doelen van zowel het Ministerie van I&M als de doelen van Circulus/Berkel Milieu: reductie van de milieudruk, voldoen aan de minimum standaard, minder afval, het sluiten van kringlopen en een bijdrage aan sociale werkvoorziening.

In de volgende stap is met name aandacht vereist voor de volgende aspecten:

- Verdere optimalisatie demontage meubels op basis van de gevonden werkwijze
- Verbetering kwaliteit materialen
- Inrichting van een ontmantelingslocatie
- Langduriger ervaring met het ontmantelen van meubels en matrassen
- Optimaliseren ontmantelen matrassen
- Aandacht voor stofproductie bij ontmanteling, met name bij matrassen (preventief en curatief)
- Verlaging van de toegerekende kosten, onder andere door het effect voor arbeidsontwikkeling
- Zeker stellen afzet leer en textiel
- Zeker stellen hoog rendement van sorteren

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

1 Inleiding

In de ketenaanpak van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (verder: I&M) is Grof Huishoudelijk Afval (GHA) één van de stromen die nader onderzocht wordt. GHA wordt op verschillende wijzen beheerd door gemeenten. De milieudruk die hier mee gepaard gaat, wordt vooral veroorzaakt doordat de restfractie uit GHA wordt verbrand. Met name leer en katoen dragen bij aan de milieudruk van GHA. Het voornemen van I&M is om aan de hand van pilot projecten de mogelijkheden voor vermindering van de milieudruk te onderzoeken. I&M beoogt om de milieudruk te verminderen met 20 %.

Door Circulus/Berkel Milieu is een onderzoeksproject ontwikkeld gericht op verdere scheiding en na sortering van de restfractie uit GHA. Daarbij is gelet op de uitkomsten van het onderzoek naar de milieudruk en de minimumstandaard voor de restfractie uit GHA. Als onderdeel van de ketenaanpak van GHA is dit project ondersteund door I&M. In dit rapport wordt het onderzoeksproject van Circulus/Berkel Milieu beschreven.

Dit rapport gaat eerst in op de achtergrond van de aanpak die Circulus/Berkel Milieu voorstaat en op de opzet van het onderzoek (hoofdstuk 2). Vervolgens worden de drie deelproeven die zijn uitgevoerd beschreven (hoofdstuk 3, 4 en 5). In hoofdstuk 6 gaan we in op de afzet van teruggewonnen materialen. In hoofdstuk 7 worden de gevolgen voor kosten en milieudruk uitgewerkt. Alle bevindingen worden in hoofdstuk 8 geëvalueerd en in hoofdstuk 9 worden de belangrijkste conclusies getrokken. In de bijlagen is informatie te vinden bij de hoofdtekst. Specifiek zijn in bijlage 7 foto's opgenomen van het onderzoek.

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

2 Achtergrond en opzet onderzoek

2.1 Achtergrond

2.1.1 Landelijk Afvalbeheerplan 2

Huishoudelijk afval is afval dat wordt aangeboden door huishoudens nadat deelstromen gescheiden zijn aangeboden of ingezameld. Zulke deelstromen zijn in de regel papier, kunststof, glas en GFT. Daarnaast worden onder meer elektronische apparaten, textiel, KCA² en autobanden aangeboden door huishoudens. Grof huishoudelijk afval (GHA) is niet als zodanig gedefinieerd in het Landelijk Afvalbeheerplan 2 (LAP2). In de regel is dit het afval van huishoudens dat niet apart wordt aangeboden of ingezameld en dat niet in de grijze container voor restafval wordt ontdaan. Het zijn dus materialen en producten die niet in de grijze container passen. Het kunnen ook materialen en producten zijn waarvan de ontdoener meent dat ze via een milieustraat voor hergebruik in aanmerking komen. Met GHA wordt meestal gerefereerd aan huisraad, meubilair en matrassen. Doordat dergelijk afval geregeld bij klussen rondom huis ontstaat (verhuizing, opschonen, kleine verbouwing) kan GHA ook andere materialen bevatten, bijvoorbeeld bouw- en sloopafval en groen afval.

GHA wordt soms nog aan huis opgehaald, maar meestal wordt het aangeboden op een milieustraat. Op een milieustraat vindt scheiding plaats door de bringer van het afval. Materialen als hout, metaal, textiel et cetera worden zodoende terug gewonnen. De rest van het GHA komt terecht in de restfractie: een container met gemengd afval dat op de milieustraat niet meer is te scheiden.

In het LAP2 wordt de restfractie GHA gezien als onderdeel van het huishoudelijk afval. Voor huishoudelijk afval inclusief de restfractie GHA geldt een doelstelling voor nuttige toepassing van 60 % in 2015. Specifiek voor de restfractie GHA stelt het LAP2 als minimum standaard:

‘sorteren en anderszins bewerken en het vervolgens verwerken van de daarbij ontstane monostromen conform de daarvoor geldende minimumstandaarden’.

De restfractie GHA dient dus te worden aangeboden aan een sorteerinstallatie. In het LAP2 worden geen verdere eisen gesteld aan de sorteerprestatie. In de regel is een groot deel van de restfractie GHA via sortering te recyclen. Een onderdeel van het onderhavige onderzoek is na te gaan hoe groot dit te recyclen aandeel is. Na sorteren rest een residu dat voor verbranding dient te worden aangeboden. Het huidige aanbod van deze restfractie GHA in Nederland wordt geschat op 800 kton. Dit wordt nu nog voornamelijk verbrand.

² KCA = Klein Chemisch Afval

2.1.2 De ketenaanpak van I&M

In het LAP2 vormt ketenaanpak een belangrijke pijler. Hiermee wordt beoogd de milieudruk van materialen in de gehele cyclus, van grondstoffenwinning tot eindverwerking, in ogenschouw te nemen. Door naar de gehele keten te kijken kunnen de prioriteiten in het afvalbeleid beter worden vastgesteld en kan het afvalbeleid gebruikt worden om milieudoelen (en economische doelen) op het gebied van uitputting van energiebronnen en grondstoffen en klimaatverandering te bereiken. Een van de zeven prioritaire stromen waar de ketenaanpak zich op richt is de restfractie GHA. In opdracht van het voormalig ministerie van VROM³ heeft het IVAM⁴ de milieudruk in kaart gebracht. De ketenbenadering is toegepast door met een LCA-studie⁵ de milieudruk voor grondstoffenwinning, productie en afvalverwerking van de materialen uit de restfractie GHA vast te stellen.

Uit deze analyse kwam naar voren dat de milieudruk van leer en textiel het grootste aandeel heeft, gevolgd door kunststoffen en hout (zie figuur 2.1 en 2.2). Qua gewicht vormen leer en textiel slechts een kleine fractie in de restfractie GHA (samen ongeveer 5 %). De reden dat deze materialen hoog scoren qua milieudruk is dat de productie (veeteelt⁶ en de teelt van katoen) milieubelastend is. Verbranding van deze materialen betekent dat deze inspanningen opnieuw geleverd moet worden om het materiaal te vervangen.

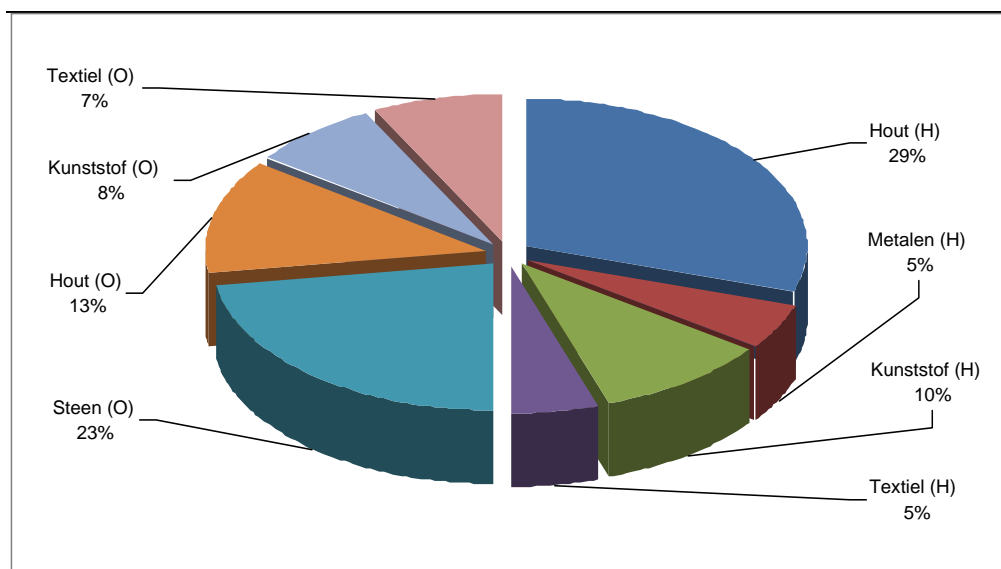
Op basis van deze analyse is de wens ontstaan manieren te vinden het leer en textiel uit huisraad van de restfractie GHA te scheiden en mogelijkheden te vinden voor hergebruik of recycling van deze materialen. Leer en textiel zijn vooral afkomstig uit bankstellen en matrassen. Dit zijn tevens stoorstoffen in de verwerking van afval in AVI's en bij sorteren.

³ Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, nu het Ministerie voor Infrastructuur en Milieu

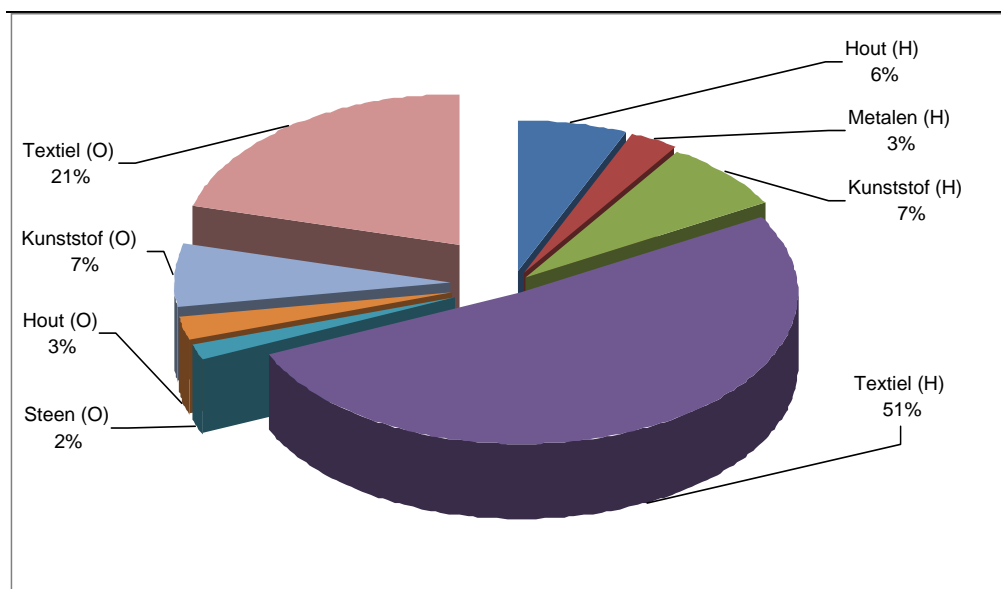
⁴ IVAM, Universiteit van Amsterdam, 'Milieu-analyse Restfractie Grof Huishoudelijk Afval', 25 februari 2010

⁵ Life Cycle Assessment of Levenscyclus Analyse, een ketengerichte analysemethode voor het vaststellen van de milieu-impact van producten, materialen of diensten, zie: <http://www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/lca/>

⁶ In de onderliggende LCA-studie (Kurian, 2007) is ervoor gekozen de milieudruk van veeteelt op basis van economische waarde over de producten die uit veeteelt afkomstig zijn te verdelen. Aan leer werd op deze basis 7 % van de milieudruk toegekend. Aanvullend is daar nog de milieudruk van de bewerking van de huiden tot leer aan toegevoegd.



Figuur 2.1 Verdeling restfractie GHA op massabasis, 'H' is huisraad, 'O' is overig GHA ton (bron: 'Milieu-analyse Restfractie Grof Huishoudelijk Afval', IVAM, 2010)



Figuur 2.2 Verdeling restfractie GHA op basis van milieudruk (bron: 'Milieu-analyse Restfractie Grof Huishoudelijk Afval', IVAM, 2010)

2.1.3 Huidige situatie GHA Circulus/Berkel Milieu

Het gebied dat door Circulus/Berkel Milieu wordt bediend, betreft de gemeenten Epe, Apeldoorn, Deventer, Zutphen, Lochem, Bronckhorst, Brummen en Doesburg. In Vaassen, Apeldoorn, Deventer, Zutphen, Doesburg en Lochem is er een milieustraat of afvalbrennpunt. Het gezamenlijke verzorgingsgebied telt circa 435.000 inwoners. In het gebied liggen ook 6 kringloopwinkels van Het Goed, 2Switch en Foenix. Kringloopbedrijven Stilema en de Omloop participeerden niet in de proef.

Op de milieustraten wordt afval hoofdzakelijk gescheiden in de fracties die hieronder staan aangegeven.

- Autobanden
- Hout
- Puin
- Dakbedekking
- Schroot
- Snoeihout
- Vlak glas
- Glas (container)
- Harde kunststoffen
- Kunststofverpakkingen
- Textiel
- Papier en karton
- Elektrisch en elektronisch afval

De restfractie GHA wordt volgens een bestaand contract afgevoerd naar Attero in Wijster en daar verbrand met energierugwinning.

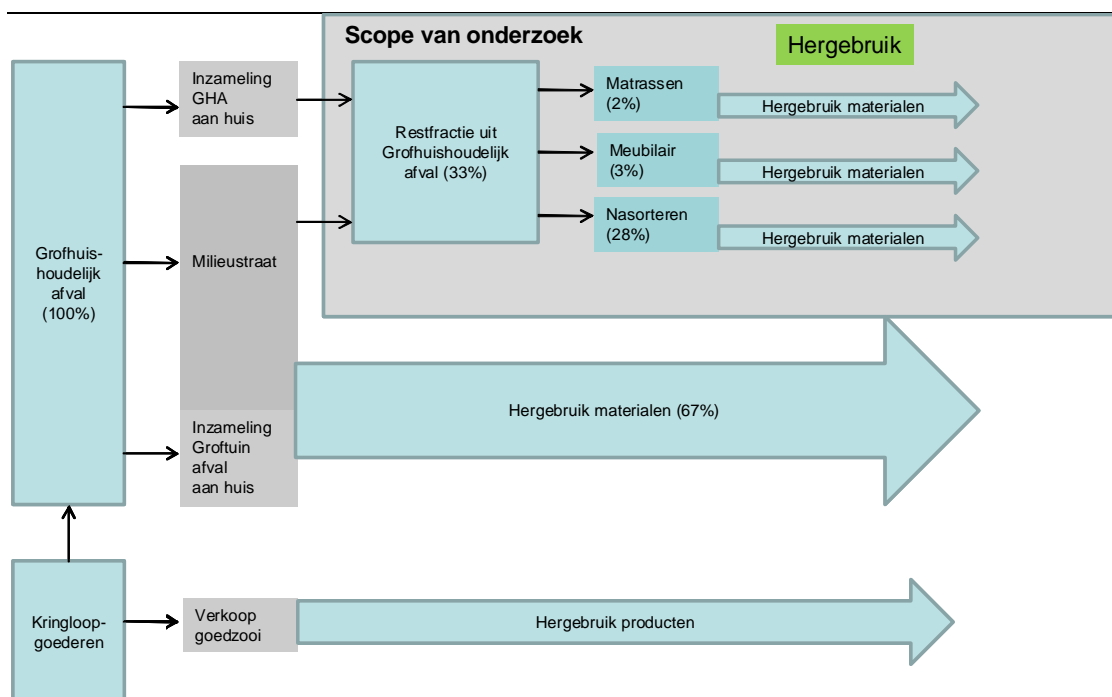
De scheiding van GHA op de milieustraten van Circulus/Berkel Milieu gebeurt in het algemeen goed. Al jarenlang wordt zo'n 67 % van alle binnen komende afval gescheiden. Dit betekent dat de restfractie GHA zo'n 33 % vormt van al het GHA. Deze restfractie GHA is de som van de volgende fracties:

Restfractie GHA = [niet-gescheiden materiaal op milieustraat] + [restfractie GHA afkomstig van kringloopbedrijven] + [aan huis ingezameld ongescheiden GHA]

Meubels en matrassen worden zowel op de milieustraat aangeleverd als bij kringloopbedrijven. Het deel dat als niet-verkoopbaar bij een kringloopbedrijf wordt gezien, wordt afgevoerd naar de milieustraat. Meubels die vooral uit hout en metaal bestaan worden echter in de betreffende containers voor monostromen gedaan.

Door Circulus/Berkel Milieu wordt GHA beschouwd als een belangrijke afvalstroom waarvan het beheer nog aanzienlijk kan worden verbeterd. Voor wat betreft de milieudruk worden verbeteringen vooral gezocht door bewerking van meubels en matrassen en voor de restfractie reductie door optimaal nasorteren van de restfractie GHA. Aanpak van meubels en matrassen is verder vooral gewenst omdat deze producten veel problemen ontstaan bij verwerking, zowel bij verbranding als bij nasorteren.

In figuur 2.3 is de beoogde integrale aanpak van GHA door Circulus/Berkel Milieu weergegeven. Percentages in deze figuur hebben betrekking op het gewicht van de integrale stroom GHA. Hiervan vormt zoals gezegd de restfractie GHA ongeveer 33 %. Hierin is ongeveer 6 % matrassen aanwezig, oftewel zo'n 2 % van het geheel aan GHA, et cetera.



Figuur 2.3 Integrale verwerking van Grof Huishoudelijk Afval

2.2 Doelstelling

Gezien het bovenstaande zijn er diverse aanleidingen geweest om dit onderzoek te starten. De volgende aspecten vormen de achtergrond voor dit onderzoek:

- De nieuwe minimum standaard voor de restfractie GHA wordt nog onvolledig toegepast. Het onderhavige onderzoek kan er toe dienen om het gebruik van de minimum standaard aan te tonen
- De milieudruk van de keten van GHA is vooral te wijten aan leer en textiel. Het onderhavige onderzoek is sterk gericht geweest op het terugwinnen en hergebruiken van deze materialen
- Bij Circulus/Berkeel Milieu resulteert zo'n 33 % van alle GHA als restfractie GHA op de milieustraten. Circulus/Berkeel Milieu wil hiervan zo weinig mogelijk als finaal afval ter verbranding aanbieden en zoveel mogelijk hergebruik realiseren

Daarnaast streeft Circulus/Berkeel Milieu er naar bij te dragen aan projecten gericht op arbeidsontwikkeling. Met name het stimuleren van sociale werkgelegenheid is daarbij belangrijk. Een aanpak van de restfractie GHA die tevens bijdraagt aan deze doelstelling van Circulus/Berkeel Milieu is daarom welkom. Tot slot blijkt regionale scheiding van matrassen en meubilair ook belangrijke logistieke kosten voordelen op te leveren. Vooral de ontmanteling van matrassen dichtbij waar ze vrijkomen lijkt voor de kostprijs van de ontmanteling relevant.

De genoemde aspecten zijn vertaald naar enkele concrete doelstellingen voor het onderzoek:

- Het bepalen of er een haalbare optie is om meubels (toegespitst op bankstellen) en matrassen terug te brengen tot (te ontmantelen of scheiden in) enkelvoudige materiaalstromen (monostromen)
- Het afzetten van de materialen die daarbij vrij komen
- Onderzoeken of er via nasortering op rendabele wijze materialen teruggewonnen kunnen worden

In samenhang hiermee zijn de volgende vragen geformuleerd die met het onderzoek beantwoord moeten worden:

1. Demontage van meubilair:

- Welke materialen zijn terug te winnen en in welke hoeveelheid?
- Wat is de kwaliteit van deze materialen?
- Binnen welke tijdsbesteding kan dit kosteneffectief gedaan worden?
- Welke 'procesvoering' is het meest geschikt?
- Waar kunnen monostromen worden afgezet en draagt dit bij aan materiaalhergebruik?

2. Verwerking van matrassen:

- Welke materialen zijn terug te winnen en in welke hoeveelheden?
- Binnen welke tijdsbesteding kan dit kosteneffectief gedaan worden?
- Hoeveel residu ontstaat bij bewerking?
- Waar kunnen monostromen worden afgezet en draagt dit bij aan materiaalhergebruik?

3. Sortering restfractie:

- Welke materialen worden door nasortering terug gewonnen en met welk rendement?

4. Algemeen

- Wat zijn de kosten voor de verwerking van de deelstromen zoals boven benoemd?
- Welke reductie van de milieudruk is haalbaar met de beoogde verwerking?

2.3 Dit onderzoek vormt een verkenning

Zoals boven is aangegeven wil Circulus/Berkel Milieu komen tot een integrale aanpak van de restfractie GHA. Dit onderzoek is een eerste stap, waarbij wordt nagegaan in hoeverre dit streven te realiseren is. Het onderzoek, en vervolgstappen daar op, moet leiden tot een betere situatie in de regio. De oplossingsrichtingen zijn primair afgestemd op de regio, maar verwacht wordt dat er generieke kennis zal worden opgedaan waarmee opschaling naar nationale schaal bevorderd kan worden.

De uiteindelijke realisering van een integrale aanpak van de restfractie GHA zal via enkele stappen verlopen. Vooralsnog wordt het volgende traject voorzien:

Stap 1: verkenning

Dit betreft de huidige fase en het onderhavige onderzoek. Hieruit moet blijken welke mogelijkheden er zijn en welke opties nader onderzocht moeten worden.

Stap 2: ontwerp

In een vervolgstap moeten de beste opties nauwkeuriger worden bekeken en beproefd. In deze stap moet de definitieve aanpak voor de verwerking van deelstromen van de restfractie GHA worden vastgesteld.

Stap 3: uitvoering

In deze stap vindt de realisatie plaats van de verwerking van deelstromen van de restfractie GHA.

2.4 Opzet van het onderzoek

2.4.1 Werkzaamheden

Circulus/Berkel Milieu streeft optimalisatie na van de verwerking van de restfractie GHA door de volgende maatregelen:

1. Ontmanteling van meubels uit de restfractie GHA en hergebruik van daarbij vrijkomende materialen
2. Ontmanteling van matrassen uit de restfractie GHA en hergebruik van daarbij vrijkomende materialen
3. Sortering van de restfractie GHA met optimaal hergebruik van materialen

Deze aspecten vormden de onderdelen van dit onderzoek. Daarnaast is onderzoek verricht naar de afzet van alle deelstromen die vrijkomen bij de ontmanteling van meubels en matrassen.

Ad.1

Met de ontmanteling van meubels bestaat nog vrijwel geen ervaring. Het idee van ontmanteling is om op eenvoudige wijze goed herbruikbare materialen terug te winnen. Belangrijk daarbij is de vraag welke hoeveelheden materialen terug te winnen zijn en welke inspanning dit vergt. In dit onderzoek is er voor gekozen om ontmanteling te laten plaatsvinden door drie kringloopbedrijven.

Ad. 2

Ook met de ontmanteling van matrassen bestaat nog vrijwel geen ervaring. Ook voor matrassen wordt in eerste instantie gezocht naar eenvoudige methoden waarmee matrassen snel in samenstellende delen zijn te ontmantelen. In dit onderzoek zijn proeven uitgevoerd door Delta Zutphen.

Ad. 3

De restfractie GHA van Circulus/Berkel Milieu wordt nu nog afgevoerd naar Attero te Wijster voor verbranding. Door Attero is één van de lijnen gedurende de looptijd van het onderzoek omgebouwd voor scheiding van kunststoffen. Met deze lijn is een sorteerproef uitgevoerd met restfractie GHA van Circulus/Berkel Milieu. Er is ook, in een eerder stadium, een sorteerproef uitgevoerd door VAR. Beide proeven geven inzicht in de mate van recycling en nuttige toepassing die kan worden bereikt.

Het initiatief van Circulus/Berkel Milieu is in verband met het LAP2 interessant, omdat:

- De voorgestelde aanpak van Circulus/Berkel Milieu inhoudt dat gekeken wordt naar leer en textiel. Dit zijn twee belangrijke materialen die volgens de LCA studie aanzienlijk bijdragen aan de milieudruk
- Er specifiek gekeken wordt naar de mogelijkheden van sortering van de restfractie GHA. Sortering gebeurt nog lang niet in alle gevallen. Aan de hand van dit onderzoek wordt een onderbouwing gegeven van de minimum standaard
- De fracties meubels en matrassen in de huidige praktijk een aanzienlijk probleem vormen bij de verwerking van de restfractie GHA in AVI's. Wanneer hiervoor een oplossing wordt gevonden, en wanneer sortering eveneens een relevante bijdrage levert, is er sprake van een integrale oplossing voor de restfractie GHA

Als de beoogde proeven slagen, dan kan de aanpak van Circulus/Berkel Milieu een blauwdruk vormen voor aanpak van de restfractie GHA elders.

2.4.2 Organisatie

Dit onderzoek is uitgevoerd door een team van medewerkers uit de volgende organisatie:

Circulus/Berkel Milieu (algehele projectleiding)

Tauw bv (opzet en begeleiding van het onderzoek)

Foenix (uitvoering ontmanteling meubels)

2Switch (uitvoering ontmanteling meubels)

Het Goed (uitvoering ontmanteling meubels)

Delta (ontmanteling matrassen)

Ondersteunende werkzaamheden zijn uitgevoerd door Attero en VAR. Het onderzoek is begeleid door het Ministerie van I&M en AgentschapNL. De voortgang van het onderzoek is tussentijds besproken in een klankbordgroep GHA. De leden van deze klankbordgroep zijn vermeld in bijlage 6.

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

3 Ontmanteling van meubels

Het doel van de proef met meubels (bankstellen en fauteuils) uit het GHA was om vast te stellen welke hoeveelheden materiaal tegen welke inspanning (kosten) terug gewonnen kunnen worden. De opzet was om bij drie kringloopbedrijven driemaal een week meubels te demonteren en al doende te leren om in de laatste week tot een zo goed mogelijk resultaat te komen. Bij de uitvoering van de proef zijn de tussenwegingen niet goed uitgevoerd waardoor de proefweken onderling slechts gedeeltelijk vergeleken kunnen worden. Ondanks deze problemen bieden de totaalcijfers en de ervaringen van de kringloopbedrijven voldoende zicht op de potentie van deze aanpak voor de verwerking van bankstellen en fauteuils in het GHA.

3.1 Werkwijze

De ontmanteling van meubels is onderzocht bij drie kringloopbedrijven. Door de bedrijven zijn gedurende de looptijd van het onderzoek de afgekeurde meubels apart gehouden. Dit betreft stoelen en banken. Overig meubilair wordt in aanzienlijk mindere mate aangeboden. Eventueel afgekeurd ander meubilair is vooral samengesteld uit materialen zoals hout. Deze meubels worden reeds verzameld in daarvoor bestemde containers voor hout, metaal en glas en vormen daarmee geen onderdeel meer van deze proef. Afgekeurde stoelen en banken worden echter in de regel afgevoerd naar de restfractie GHA op de milieustraat. Deze meubels en matrassen zijn stoffen bij de verdere verwerking, zowel bij verbranden als bij sorteren.

Vanwege de specifieke omstandigheden bij de bedrijven, zijn de proeven op verschillende wijzen uitgevoerd. Dit biedt de mogelijkheid om verschillende werkwijzen met elkaar te vergelijken.

- Foenix, Apeldoorn:
 - Met telkens een andere groep van 4 à 6 jongens uit de reclassering
 - Die onder (vaste) begeleiding en met alleen handgereedschap werken,
 - Bankstellen komen van de milieustraat van Circulus/Berkel Milieu

- 2Switch, Arnhem:
 - Werkt met mensen uit een arbeidsreïntegratietraject, over het algemeen wisselen zij elkaar af, maar enkelen werken meerdere malen voor de proef
 - In de eerste week is alleen met handgereedschap gewerkt, in weken 2 en 3 is gebruik gemaakt van een multimaster. Die bevatte elektrische zaag-, slijp- en schuurfuncties voor het zagen van grote stukken hout en het doormidden slijpen van de metalen vering
 - Bankstellen kwamen uit de retour van hun eigen winkels en soepelere acceptatie bij aanlevering

- Het Goed, Deventer:
 - Werkt met eigen vaste krachten ingepast in reguliere bedrijfsvoering bij hun kringloopwinkel in Deventer
 - Vanaf week 2 maakt men gebruik van een slijptol
 - Bankstellen komen uit de retour van hun eigen winkel en uit soepelere acceptatie bij aanlevering door klanten

3.2 Ervaringen en uitkomsten

3.2.1 Inleiding

Met de verschillende werkwijzen zijn er ook verschillen in de uitkomsten van de drie kringloopbedrijven. Dit verschil zit vooral in de verhouding hout (B-kwaliteit) versus restafval. Dit valt te verklaren uit het feit dat in de eerste week er bij 2Switch en Het Goed secuurder is gedemonteerd en meer hout afgewezen richting afvalbak is verdwenen. Bij Foenix is er hout met meer stofresten in de houtbak terecht gekomen. Hun demontage moet daardoor relatief snel zijn geweest, maar de partij hout is in eerste instantie ook afgewezen door VAR en pas na menging met een schonere partij hout door een andere afnemer als B-kwaliteit afvalhout geaccepteerd.

Voor de 2^e en 3^e proefweek is besloten dat 2Switch en Het Goed zich zouden concentreren op het verwijderen van bekleding, metaal, schuim en hout van het middenstuk. De verwachting was dat dit beter zou zijn voor de opbrengst tegenover geleverde inspanning (arbeidsuren). De voor een groot deel uit karton bestaande en zeer lastig te ontmantelen armleuningen werden bij de reststroom (afval) gegooid. Door deze aanpak is bij 2Switch en Het Goed de hoeveelheid afval in de 2^e en 3^e proefweek verder toegenomen: zie de tabellen 3.1, 3.2 en 3.4.

3.2.2 Foenix

Ervaringen, weging en materiaalopbrengst

Bij Foenix heeft na elke week een weging plaatsgevonden. Ondanks dat er met wisselende krachten werd gewerkt, is er in de derde week duidelijk een beter resultaat bereikt (zie tabel 3.1). Dit zou onder andere te danken zijn aan de vaste begeleider die in de loop van de proef zicht heeft gekregen op wat de handigste aanpak is. Toeval en onderscheid tussen de personen die aan de proef gewerkt hebben is echter een andere nog mogelijke verklaring.

Bij Foenix ontdekte men dat de handigste werkwijze was het bankstel eerst met twee man op zijn kop te zetten voor het van achteren en vervolgens bovenlangs lossnijden van de bekleding als een grote lap. Met het bankstel op zijn kop en de bekleding losgesneden was het makkelijk om bij de vering te komen die onder het zitvlak zit. Volgens de werkleider ontwikkelden in iedere groep een á twee jongens handigheid in het lossnijden van de bekleding.

Na het verwijderen van de bekleding konden anderen verder met het lostrekken van het schuim en het scheiden van hout en karton.

Tabel 3.1 Opbrengst en manuren Foenix

	Wk 42 + 46		Wk 50	
	<i>kg</i>	<i>procentueel</i>	<i>kg</i>	<i>procentueel</i>
Leer	140	4,4 %	260	8,0 %
Textiel	160	5,0 %	180	5,6 %
Hout (B- kwaliteit)	1.950	61,5 %	2.050	63,3 %
Metaal	110	3,5 %	150	4,6 %
Schuim	380	12,0 %	290	9,0 %
Karton	90	2,8 %	100	3,1 %
Afval	340	10,7 %	210	6,5 %
Totaal	3.170		3.240	
Uren demontage	127,25		86,75	
<i>kg/uur</i>	25		37	

Kwaliteit

De stroom hout die uit de demontage bij Foenix kwam was in alle proefweken naar het oordeel van VAR te verontreinigd. Hout dat bij de andere twee kringloopbedrijven uit de proef kwam, was voor VAR wel goed genoeg. Hout uit de derde week (week 50) is na menging met een partij betere kwaliteit hout wel geaccepteerd door verwerker Twence. In de eerste twee weken bleven er ook te veel stofresten aan het schuim zitten, waardoor deze partij aan het begin van de derde week nogmaals gesorteerd moest worden (de uren daarvoor zijn niet meegeteld voor demontage).

3.2.3 2Switch

Wegingen en materiaalopbrengst

Bij 2Switch is er iedere week gewogen. Dit vond plaats met gebruik van de weegbrug op de milieustraat van SITA, waarmee 2Switch het terrein aan de Beijerinckweg in Arnhem deelt. Door de onnauwkeurigheid in de weegbrug was het niet mogelijk de lichte materiaalfracties te wegen (metaal, leer/nepleer, textiel). Bij de andere materiaalstromen zijn door miscommunicatie voorafgaand aan de proef en achteraf de containers niet apart leeg gewogen. De resultaten van de tussenwegingen bij 2Switch zijn daarom onbetrouwbaar. Tabel 3.2 geeft daarom slechts de slotweging door Circulus/Berkel Milieu.

Tabel 3.2 Opbrengst en manuren 2Switch

	Wk 50 Cumulatief	
	<i>kg</i>	<i>procentueel</i>
Leer	110	3,1 %
Textiel	80	2,3 %
Hout	1.260	35,8 %
Metaal	100	2,8 %
Schuim	380	10,8 %
Afval	1.590	45,2 %
Totaal	3.520	100 %
Uren demontage	160	
<i>kg/uur</i>	22	

Ervaringen

De werkomstandigheden bij 2Switch hadden een negatief effect op de productiviteit en daarmee op de materiaalopbrengst. Ontmanteling vond (net als bij Foenix) plaats in een halfopen hal zonder verwarming. In de weken waarin 2Switch werkte was het echter bijzonder koud. Ondanks langere pauzes kon niet verhinderd worden dat medewerkers uit het re-integratietraject gedemotiveerd raakten. Hun andere werkzaamheden binnen 2Switch, zoals het repareren van fietsen of kasten, ervoeren deze mensen als veel prettiger. Een medewerker van de proef gaf na afloop van de proef echter aan er graag mee door te willen gaan.

Na de eerste week werd de werkwijze bij 2Switch aangepast. Aangezien het secure demontagewerk aan (gelijmde en geniete) armleuning erg tijdrovend was en demotiverend werkte op het personeel, terwijl de te verwachten milieuwinst beperkt leek, werd besloten armleuning bij het restafval te zetten. Tevens werd er vanaf de tweede week gebruik gemaakt van elektrisch gereedschap: een 'multimaster' en een slijptol voor de vering.

De multimaster werd uiteindelijk slechts beperkt ingezet voor het zagen van grote stukken hout. Nietjes vormden veelal een obstakel voor het gebruik (ook vanwege vonken). Het bleek verder dat snijden van leer of stof met een tapijtmes net zo snel ging als met gebruik van de multimaster. Voor het verwijderen van de metalen vering gaven sommige medewerkers ook de voorkeur aan de betonschaar boven de slijptol, aangezien dit net zo snel ging. Gereedschap versleet snel. Na twee proefweken was de betonschaar bot. Ook stanleymesjes en tapijtmessen voor het snijden van bekleding versleten snel, namelijk één per bankstel. Goede kwaliteit gereedschap was erg belangrijk.

Kwaliteit

De kwaliteit van de monostromen van 2Switch werd als goed beoordeeld (hout door de afnemer en schuim door medewerkers van Circulus na overleg met Nehlsen).

3.2.4 Het Goed*Wegingen*

In de proef bij Het Goed is er een aantal zaken misgegaan bij het wegen van de monostromen. In de 1^e week is er niet gewogen. Die week waren er slechts twee bankstellen ontmanteld, door een gebrek aan retouren uit de winkel van Het Goed. Na de 2^e proefweek is er wel gewogen, maar zijn het hout en het afval van de 1^e week niet meegewogen, omdat het buiten in de container vastgevroren zat. Voor schuim is er bij de weging na de 2^e week een zeer groot gewicht gewogen ten opzichte van de opbrengst bij andere kringloopbedrijven. Ook het leer is na week 2 niet apart gewogen.

Wel is alle weken het gewicht van ontmantelde bankstellen goed bijgehouden (zie tabel 3.3). Tussen het totaal van de weging van ontmantelde bankstellen en de opgave door Het Goed van de materiaalopbrengst na week 2 zat 80,5 kg verschil. Bij de weegresultaten voor week 1 en 2 is daarom aangenomen dat het ontbrekende gewicht (ten opzichte van ontmantelde bankstellen) het buiten opgeslagen hout en afval was. Voor leer is aangenomen dat het de helft is van het gewicht aan textiel.

De slotweging van hout is door VAR voor Circulus/Berkel Milieu uitgevoerd. Bij de partij van Het Goed is daarbij een hoog gewicht aan hout gewogen (1.420 kg). Het Goed heeft de hoeveelheid gedemonteerde meubels echter nauwkeurig bijgehouden (tabel 3.3), net als het aantal gewerkte uren. Gezien die gegevens is het gewicht zoals gewogen bij de slotweging door VAR, specifiek het gewicht aan hout, niet realistisch. Daarom is deze weging zo gecorrigeerd dat de outputs overeenkomen met de massa van alle gedemonteerde meubels.

Tabel 3.3 Gedemonteerde bankstellen per week Het Goed

Week	Aantal bankstellen	Gewicht (kg)	Gewicht per bankstel (kg/stuk)
46	2	79,5	39,75
48	6	271	45,2
50	21	1.041	49,57
Totaal	29	1.392	48

Materiaalopbrengst

Opvallend aan de resultaten bij Het Goed (zie tabel 3.4) is dat de hoeveelheid ontmantelde bankstellen per manuur in de derde week aanzienlijk hoger liggen dan in de eerste twee weken en hoger dan in alle weken bij 2Switch en Foenix. De verklaring is vermoedelijk dat bij Het Goed één goed gemotiveerde medewerker het meeste werk deed. Deze medewerker werd met het verloop van de proef ook handiger in het werk. Een andere verklaring is dat (net als bij 2Switch) armleuningen vanaf week 2 niet meer uit elkaar ontmanteld werden. Verder zou het kunnen dat deze medewerker in de laatste week ook relatief meer eenvoudig te ontmantelen bankstellen heeft uitgekozen voor ontmanteling. Ter vergelijking: Circulus/Berkel Milieu heeft voorafgaand aan de proef zelf een test gedaan waarbij met 4 man in 2,5 uur tijd 14 bankstellen werden ontmanteld. Het totaalgewicht was 735kg. Dit komt neer op 73,5 kg (anderhalf bankstel) per manuur⁷. Dit was wel bij lastige volledige ontmanteling van bankstellen.

Kwaliteit

De kwaliteit van de materialen bij Het Goed werd door de afnemende partijen en Circulus als goed beoordeeld.

Tabel 3.4 Opbrengst en manuren Het Goed

	Wk 46 + 48		Wk 50	
	<i>kg</i>	<i>procentueel</i>	<i>kg</i>	<i>procentueel</i>
Leer	10	2,9 %	60	5,7 %
Textiel	10	2,9 %	60	5,7 %
Hout (B- kwaliteit)	120	34,3 %	387	37,2 %
Metaal	11	3,0 %	40	3,8 %
Schuim	75	21,5 %	45	4,3 %
Karton	-	0 %	4,5	0,4 %
Afval	121	34,6 %	436	41,9 %
Poten	3	0,9 %	10	1,0 %
Totaal	351		1.041	
Uren demontage	8,5		9,5	
<i>kg/uur</i>	<i>41</i>		<i>110</i>	

⁷ Gegevens van Gerard Weernink, Circulus/Berkel Milieu

3.3 Samenvatting

In week 1 is voor de vergelijkbaarheid door alle kringloopbedrijven met handgereedschap gewerkt⁸ en zijn alle bankstellen volledig ontmanteld. Dit betekent dat de bankstellen in zeer hoge mate tot monostromen gescheiden werden. De ervaring tijdens die eerste week was dat sommige delen van de bankstellen, vooral de armleuning, lastig te ontmantelen waren. In armleuning zijn materialen meestal aan elkaar vast gelijmd, bovendien zit er relatief veel karton in, wat geen interessant materiaal is ten opzichte van de moeite die er gedaan werd. Ook werd bij 2Switch en Het Goed het ontmantelwerk als zwaar ervaren. Zaken die het werk zwaar maakten waren naast de kou:

- De stoffigheid van het schuim en bekleding
- Het snijden van vingers aan nietjes of spijkers
- Het lostrekken van verlijmden delen
- De werkhoogte: van de drie kringloopbedrijven gebruikte alleen Het Goed een werktafel

Naar aanleiding van die ervaringen is voor de 2^e en 3^e proefweek de werkwijze bij 2Switch en Het Goed aangepast. Zij lieten in die vervolgweken de ontmanteling van armleuning achterwege (tijdsbesparend) en concentreerden zich op bekleding, metalen vering en schuim en hout uit het middenstuk. Ook gebruikten zij vanaf de 2^e week een slijptol en een multimaster⁹ (2Switch). Foenix zette het werk voort op de bestaande manier aangezien er bij de reclassering geen elektrisch gereedschap mag worden gebruikt. Ook konden zo opbrengst en kosten van volledige ontmanteling worden afgezet tegen de aanpak van Het Goed en 2Switch.

Bij zowel Foenix als Het Goed kregen de medewerkers gedurende de proefweken meer handigheid in de ontmanteling. Bij Foenix, waar iedere proefweek een andere groep aan de slag ging, lag dit in toegenomen inzicht in de werkzaamheden door de werkmeester. Dit betrof vooral inzicht in de volgorde van de uit te voeren handelingen. Bij 2Switch was er geen duidelijk zichtbare verbetering. Dit lag er vooral aan dat zij met wisselend personeel werkten. De tijdens de proef ingevoerde wijzigingen maakten de werkzaamheden beter te doen en verbeterden de verwerkingstijd van een bankstel. Het werk bleef desondanks vrij zwaar, vooral door de stoffigheid van schuim en bekleding van sommige bankstellen. Mondkapjes en een goede afzuiging van de werkruimte zijn daarom belangrijk bij een structurele opzet. Het gebruik van elektrisch gereedschap bood weinig voordeel.

⁸ Foenix mocht i.v.m. werken met een groep van de reclassering geen elektrisch gereedschap inzetten.

⁹ Een multimaster is een elektrisch houtbewerkingsapparaat met schuur-, slijp-, vijl- en zaagfuncties.

Bijzondere vindingen tijdens de proef waren de volgende:

- De metalen vering was soms sneller los te halen door de haken waarachter de vering vastzat te verbuigen in plaats van los te knippen
- Een andere vinding was dat 'watachtig' materiaal (fiberfill) dat aan bekleding bleef kleven eenvoudig viel te verwijderen met een metaalborstel

Alle kringloopbedrijven evalueerden het werk achteraf als iets dat voor een deel van hun personeel goed te doen is, zeker wanneer het afgewisseld zou worden met fysiek minder zware werkzaamheden. Foenix kreeg van de reclassering de terugkoppeling dat zij graag door zouden gaan met het project.

4 Ontmanteling van matrassen

Eén van de voorgestelde oplossingen voor verlaging van de milieudruk van de restfractie GHA is het ontmantelen en recyclen van materialen uit matrassen. Aangezien matrassen een stoorstof vormen in afvalverbrandingsinstallaties (AVIs) kan ontmanteling dit probleem helpen oplossen. In dit hoofdstuk wordt eerst de proef omschreven zoals uitgevoerd in samenwerking met Delta in Zutphen, daarna volgt een omschrijving van de ervaringen en tot slot een overzicht van de materiaalopbrengst.

4.1 Opzet proef

Het doel van de proef is ervaring op te doen met de ontmanteling van matrassen. Daarmee moet het volgende duidelijk worden:

1. Wat voor materiaalopbrengst er te verwachten is, zowel kwalitatief als kwantitatief
2. Wat voor inspanning er nodig is qua arbeidsinzet en andere kosten
3. Wat voor hindernissen er in de ontmanteling zitten
4. Wat voor ruimte voor verbetering er denkbaar is

Om dit te bereiken heeft Circulus/Berkel Milieu matrassen opgespaard op haar milieustraten in Apeldoorn, Deventer en Zutphen. Deze matrassen zijn naar Delta, de sociale werkvoorziening in Zutphen, gebracht. Daar heeft men een ploeg van telkens circa 5 personen een aantal weken aan de ontmanteling van matrassen laten werken. Deze ploeg bestond uit mensen die de rest van het jaar werkzaamheden voor de gemeentelijke groenvoorziening verrichten.

Het werk gebeurde in een hal van Delta. Daar was door Circulus een tafel geplaatst met daarop een zaag die via rails langs de matrassen gehaald kon worden om de tijk en het schuim open te snijden. Op die manier zou de metalen vering (indien aanwezig) ook bereikbaar worden. Vervolgens worden tijk, schuim en vering handmatig uit elkaar getrokken.

Voor de monostromen zijn de volgende afzetkanalen gevonden (zie verder H.6), te weten:

- Tijk/textiel: Frankenhuis & Zoon
- Schuim A-kwaliteit: Agglorex (België)
- Schuim B-kwaliteit: Nehlsen (uit Duitsland)
- Latex: afzetmogelijkheid staat nog niet vast, Agglorex is een optie
- Metalen vering: afzet aan metaalrecyclers in de regio
- Afval: verbranding in een AVI

4.2 Ervaringen

De verwerking van matrassen kent twee kanten. Enerzijds blijkt de ontmanteling eenvoudig te gaan, anderzijds blijkt dat het stof dat hoofdzakelijk van oude of slechte kwaliteit latex-matrassen komt het werk onaangenaam maakt.

De indruk van de verwerking van matrassen was dat het behoorlijk snel verliep. De medewerkers van Delta ontdekten dat handmatig snijden (met sterke tapijtmessen/stanleymessen) sneller ging dan met de zaag. De goot die voor de sturing van de zaag op de tafel was aangebracht bleek een obstakel in de werkzaamheden te zijn. Zeer oude of slechte kwaliteit latex matrassen bleken sterk te verkrumelen en veel stof op te leveren. Dat maakte het nodig om in ieder geval met stofmaskers te werken. Voor een toekomstige verwerking van matrassen is het wenselijk goede afzuiging te regelen bij of boven de werktafel of anders dergelijke matrassen niet te ontmantelen. Afgezien van dit aspect was het werk goed te doen voor de medewerkers van de sociale werkplaats.

4.3 Resultaten

Verwerkingstijd

Door de wachttijd voor aan- en afvoer van containers kon er niet altijd doorgewerkt worden. Over het algemeen verwerkte een ploeg van vijf man 2 à 3 containers aangevoerde matrassen per dag. Uitgaande van 3 containers van gemiddeld 1.300kg vracht (circa 100 à 130 matrassen per zeecontainer van 40m³) betekent dit 40 manuur voor de verwerking van 3.900kg, ofwel 10 manuur per ton matrassen.

Materiaalopbrengst

Na bijna drie maanden van verwerking van matrassen van december 2010 tot en met februari 2011 is er bijna 50 ton (circa 38 vrachten) aan matrassen verwerkt door Delta. De materiaalopbrengst daarvan staat aangegeven in tabel 4.1. Een economische analyse en analyse van de milieudrukwinst van ontmanteling van matrassen volgen in Hoofdstuk 7.

Tabel 4.1 Materiaalopbrengst van proef ontmanteling van matrassen

	Materiaalopbrengst	
	Ton	procentueel
Tijk (textiel)	7,3	15,4 %
Schuim A-kwaliteit	2,9	6,2 %
Schuim B-kwaliteit	14,7	31,2 %
Latex	4,5	9,6 %
Vering (metaal)	3,2	6,8 %
Restafval	14,5	30,8 %
Totaal	47,1	100,0 %

De categorie restafval bestond vooral uit kussens en daarnaast matrassen van te slechte kwaliteit. Dit betekent dat het restafval qua samenstelling ongeveer gelijk is aan de wel gescheiden materiaalstromen. Het valt te overwegen uit deze afgedankte matrassen wel de metalen vering te verwijderen (dit gebeurde deels ook) en ze eventueel voor verwerking door een AVI nog kleiner te snijden. Bij sommige matrassen was het schuim over de vering gespoten en kon het niet meer gescheiden worden. Hetzelfde gold voor lappen paardenhaar die aan vering vast zat. Ten slotte kwam ook fiberfill uit kussens (watachtig schuim, meestal polyester) bij het restafval terecht.

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

5 Sortering van de restfractie GHA

Sorteren van de restfractie GHA kan plaatsvinden in een sorteerinstallatie. In het Circulus/Berkel Milieu gebied bedrijft VAR een geavanceerde sorteerinstallatie. De restfractie GHA van Circulus/Berkel Milieu wordt momenteel afgevoerd naar Attero voor verbranding. Door aanpassingen in de installatie van Attero wordt nasorteren daar ook een optie. In dit hoofdstuk worden sorteeroproeven bij beide nasorteeroproeven besproken. In paragraaf 5.1 wordt eerst de samenstelling van de restfractie GHA gegeven.

5.1 Sorteeraanlyse restfractie GHA

De samenstelling van de restfractie GHA van de milieustraat van Circulus in Apeldoorn is met een handmatige sorteerproef door EURECO onderzocht. Daaruit bleek dat er veel sorteerbare en recyclebare materiaalfracties in zitten (zie Bijlage 1):

- 21,7 % bestaat uit bankstellen, matrassen, linoleum/zeil, tapijt en andere vloerbedekking
- 19 % huisvuilzakken
- 10,8 % bestaat uit hout
- 9,2 % bestaat uit steenachtig materiaal
- 4,8 % uit kunststoffen
- 4,6 % uit papier en karton
- 5,2 % metaal
- 4,4 % textiel

De rest (20,6 %) bestaat uit GFT, glas, elektrische apparaten, KCA, zeefgruis en overig grofvuil (van evenementen, illegale dump en andere bronnen).

5.2 Sorteerproef VAR

5.2.1 Omschrijving installatie

In de sorteerinstallatie bij VAR wordt normaliter een mengsel van bouw- en slooafval (BSA), grofhuishoudelijk afval en bedrijfsafval verwerkt. Nadat het afval bij de hal wordt afgeleverd, wordt het eerst met een kraan voorgesorteerd. Deze kraan haalt de grote stoorstoffen eruit. Hierbij moet gedacht worden aan grote stukken beton, ijzer, matrassen, bigbags, dekzeilen, et cetera.

Vervolgens wordt het voorgesorteerde afval in een verkleiner gedoseerd. Het schema in Bijlage 2 staat een figuur die een overzicht geeft van de lijn. Hier volgt een omschrijving van de stappen in de sorteerlijn:

1. Na de verkleiner wordt het afval gezeefd en ontijzerd. Tevens wordt de fractie afgezeefd op 0-10mm
2. In een tweetal balistische scheiders wordt de gezeefde stroom gescheiden in een lichte fractie, een zware fractie en nog een zeeffractie (tot 50mm):
 - a. De lichte fractie wordt afgevoerd als hoogcalorisch (HC) materiaal
 - b. De zware fractie wordt verder gescheiden met behulp van een combischeider en infraroodscheiders (NIR) in:
 - i. Een houtfractie
 - ii. Een puinfractie (de hout- en de puinfractie worden met handmatige sortering nog opgeschoond in een sorteercabine)
 - iii. Een residustroom: deze residustroom wordt nogmaals gezeefd (weer op 0-10mm) om daarna in een ontstener te worden gebracht. In deze ontstener wordt deze stroom ook in een lichte en een zware (steenachtige) fractie verdeeld
 - c. De zeeffractie tot 50mm wordt afgevoerd als residu

5.2.2 Resultaten

De aanvoer voor de sorteerproef bij VAR bestond uit vier vrachten allen aangeleverd van 14 tot en met 17 mei: twee van de milieustraat in Deventer en twee van de milieustraat in Zutphen. Wat opviel was dat één van de vrachten veel hout bevatte en dat een andere vracht erg veel matrassen bevatte.

De uitkomsten van de proef staan in tabel 5.1. De materiaalcategorieën zijn geen puur materiaal. Afnemers van de materiaalstromen zullen in sommige gevallen (metalen, PVC) nog een zuiveringsstap toepassen. In tegenstelling tot Attero (zie 5.3) heeft VAR geen aparte sorteeranalyse van de materiaalstromen uitgevoerd. De opgegeven percentages voor recycling of andere nuttige toepassing vormen daarmee een lichte overschatting, is de verwachting.

Tabel 5.1 Uitkomsten sorteerproef GHA Circulus/Berkel Milieu VAR Wilp

Categorie	Ton	Percentage	Soort verwerking	Categorie
Puin	2,57	5,5 %	Puinrecycling	Materiaalhergebruik
Gasbeton	0,16	0,3 %	Gasbetonrecycling	Materiaalhergebruik
IJzer sorteerlijn	1,2	2,6 %	Metaalrecycling	Materiaalhergebruik
Non-ferro	0,08	0,2 %	Metaalrecycling	Materiaalhergebruik
PVC	0,02	0,0 %	Kunststofrecycling	Materiaalhergebruik
A-hout	3,35	7,1 %	Spaanplaatindustrie	Materiaalhergebruik
IJzer voorsortering	2,51	5,3 %	Metaalrecycling	Materiaalhergebruik
Totaal recycling		21,0 %		
Zeefresidu 0-20mm	7,59	16,1 %	Afdek materiaal na immobilisatie	Nuttige toepassing
B-hout	3,35	7,1 %	Biomassa voor verbranding	Nuttige toepassing
hout RTT	4,14	8,8 %	Biomassa voor verbranding	Nuttige toepassing
Hoog Calorisch	7,77	16,5 %	Secundaire brandstof cementindustrie	Nuttige toepassing
Vloerbedekking	0,14	0,3 %	Secundaire brandstof cementindustrie	Nuttige toepassing
Totaal nuttige toepassing		48,9 %		
Grof residu	2,77	5,9 %	Afvoer naar AVI	Verbranding
Residu sorteercabine	0,1	0,2 %	Afvoer naar AVI	Verbranding
Residu 20-100mm	7,05	15,0 %	Afvoer naar AVI	Verbranding
Bankstellen	3,08	6,6 %	Afvoer naar AVI	Verbranding
Matrassen	1,12	2,4 %	Afvoer naar AVI	Verbranding
Totaal verbranding		30,0 %		
Totaal	47	100 %		

5.3 Sorteerproef Attero

Bij Attero zijn twee proeven gehouden. De eerste proef werd begin december 2010 gehouden met de sorteerlijn van de AVI in Wijster nog zonder de installatie van NIR-scanners waarmee harde kunststoffen (niet-folies) uit het afval verwijderd kunnen worden. De tweede proef werd gehouden op 3 februari, de NIR scanners waren toen in bedrijf genomen en er kon een fractie harde kunststoffen worden afgescheiden. Ook was er een kleinere trommelzeef in gebruik genomen (die op 30mm in plaats van 40mm scheidt). Aangezien de tweede proef een weergave van de actuele stand van zaken is, worden de resultaten daarvan hier weergegeven.

5.3.1 Omschrijving installatie

De scheidingsinstallatie van Attero in Wijster bestaat uit drie scheidingslijnen (11/12/13) die parallel staan opgesteld. Deze lijnen dienen een voorsortering voor optimale verbranding in de AVI. Voor de proef wordt er gebruik gemaakt van scheidingslijn 12. De opbouw van deze lijn is weergegeven in Bijlage 2.

De restfractie GHA wordt in de bunker met een grijper in de verkleiner gegooid: hier vindt een verkleining tot A3-formaat plaats. Het verkleinde materiaal gaat naar een zeeftrommel met zeefgaten van 135mm, vervolgens vinden de volgende stappen plaats:

1. De overloop van de 135mm zeeftrommel gaat naar de windzifter waar een Papier/Plastic (PP) fractie wordt afgescheiden
 - a. De overloop van de windzifter gaat naar de NIR-scanners
 - i. De overloop van de NIR-scanners komt in de Harde Kunststoffen fractie terecht
 - ii. Het overige afval (de 'doorval') van de NIR-scanners gaat als grof RDF¹⁰ naar de AVI
 - b. Uit de Papier/Plastic stroom wordt met behulp van de filmgrabber een folie-fractie afgescheiden, de overloop van de filmgrabber gaat naar de PP-stroom
2. De doorval van de 135mm zeeftrommel gaat naar de 2^e zeeftrommel met zeefgaten van 30mm
 - a. De overloop van de 30mm zeeftrommel gaat naar een windzifter waar wederom Papier/Plastic wordt gescheiden. Wat overblijft, gaat naar een NIR-scanner toe
 - i. De overloop van de NIR-scanners komt in de Harde Kunststoffen fractie terecht
 - ii. Het overige afval (de 'doorval') van de NIR-scanners gaat als fijn RDF naar de AVI
 - b. De doorval van de 30mm zeeftrommel gaat voor een deel naar externe vergisters, voordat het daar terecht komt gaat het langs een magneet waar magnetische metaaldeeltjes worden verwijderd, ook gaat een deel van de doorval van de 30mm trommel naar de AVI. Het digestaat dat overblijft na vergisting wordt tot op heden nog verbrand in de AVI

5.3.2 Resultaten

Het materiaal dat voor deze proef werd geleverd was afkomstig van meerdere milieustraten van Circulus/Berkel Milieu. De samenstelling was zeer gemengd. De inhoud bestond vooral uit hout (veel spaanplaat), delen van bankstellen, vuilniszakken met gemengde inhoud, tapijt en zeil, plastic emmers, een bierkratje, een kozijn, tuinstoelen en onder andere een perspex plaat.

Tabel 5.2 geeft de resultaten weer, waarbij de stroom RDF niet gewogen is, maar als sluitpost van de massabalans heeft gediend. Met ONF¹¹ wordt de doorval van de 30mm zeef bedoeld.

¹⁰ RDF = Refuse Derived Fuel, de engelstalige term voor als brandstof toegepast afval

De materiaalstromen zoals deze uit de sorteerlijn komen zijn bij lange na geen zuivere stromen. De reden is dat de sorteerlijn in Wijster als primaire opzet heeft de toevoer naar de AVI te reguleren en enkele materiaalstromen die geschikt zijn voor recycling eruit te halen. Uit economische overwegingen is deze machinale sortering niet zeer uitvoerig. Afnemers van de verschillende stromen (harde kunststoffen, folies en de papier/plasticfractie) beschikken over betere installaties voor verdere scheiding.

Tabel 5.2 Sorteeresultaat 2e proef bij AVI Wijster

Materiaal	Ton	%
Harde kunststoffen	5,4	11,0 %
Folies	2,4	4,8 %
Papier/Plastic	2,5	5,1 %
ONF ¹⁰	14,5	29,5 %
RDF ⁹	24,3	49,5 %
Totaal invoer installatie	49,1	100,0 %

De exacte samenstelling van deze fracties is met een handmatige sorteeraanlyse door Attero verder onderzocht. De uitkomsten daarvan staan per stroom weergegeven in Bijlage 3. De aanwezigheid van bankstellen, kussens en matrassen in de aanvoer is duidelijk zichtbaar in de hoge percentages textiel (en tevens in de aanwezigheid van 'leer/rubber'). Ook valt te zien dat er in sommige fracties materialen zitten die storend kunnen werken bij verwerkers die de fractie afnemen. Vooral drankkartons, textiel, leer/rubber en tapijt zullen bij de verwerking van kunststoffen en folies nog als restafval alsnog op een of andere manier verwijderd moeten worden.

5.4 Vergelijking nasorteerproeven

Uit de vergelijking van de proef bij VAR en bij Attero komt duidelijk naar voren dat de installatie bij VAR een fijnere scheiding/sortering weet te bewerkstelligen dan die van Attero. Vergelijking van de beide installaties is echter niet goed mogelijk. De installaties dienen beide een ander doel. De installatie van VAR is gebouwd voor (verdere) scheiding van voornamelijk Bouw- en Sloopafval (BSA), terwijl de installatie van Attero gebouwd is voor het uitziften van een aantal materialen en het sturen van de toevoer voor optimale verbranding in de AVI (voor energieopwekking).

¹¹ ONF = Organische Natte Fractie

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

6 Afzet van materialen

Bij de ontmanteling van meubels en matrassen komen diverse materialen vrij. Als onderdeel van het onderzoek is bekeken welke afzetmarkten er voor deze materialen zijn. Achtereenvolgens worden de diverse materialen onderstaand besproken.

6.1 Leer en skai

Uit de studie naar milieudruk van de restfractie GHA blijkt dat het materiaal leer de grootste bijdrage levert. Voor secundair leer (gemengd met skai¹²) is nog geen sprake van een duidelijke markt. De meest geïnteresseerde partij tot nog toe is RagBag een producent van tassen en portemonnees uit 2^e-hands materialen. RagBag accepteert echter alleen lappen die reeds op hun instructie zijn voorgenaaid. Daarom dient er eerst een naaiatelier gevonden te worden dat de lappen afkomstig uit de proef kan verwerken.

RagBag zou circa EUR 0,20 per kg over hebben voor leer en skai. Daarin zijn de kosten voor verwerking door het naaiatelier en transport nog niet meegenomen.

Voor de milieudruk analyse is het belangrijk te achterhalen hoeveel procent van het leer en skai de productie van nieuw leer vervangt. Er van uitgaande dat de verkoop van RagBag tassen en portemonnees concurreert met reguliere verkoop van tassen en portemonnees van leer of skai zou dit 100 % kunnen zijn. Een belangrijke vervolgvraag is hoeveel procent van het aan het naaiatelier aangeleverde materiaal daadwerkelijk naar RagBag kan. Wel is het zo dat ook een regulier productieproces van leren tassen en portemonnees materiaalverlies gedurende de productie kent. Dit is als het goed is al meegenomen in de LCA studie.

6.2 Textiel

Voor de verwerking van textiel waren in eerste instantie Humana en KICI beoogde afnemers. Zij zouden het textiel kunnen laten verwerken tot bijvoorbeeld poetsdoek voor de industrie. Dit zou kunnen tegen een vergoeding van EUR 0,16 per kg. In de loop van de proef werd het bedrijf Frankenhuis & Zn in Haaksbergen gevonden die met een nieuw proces textiel tot vezelniveau afbreekt om er nieuwe draden van te maken. Daarbij is verontreiniging van het textiel met schuim geen probleem. Dit kan er in het proces uitgehaald worden. Voorwaarde is dat het textiel vrijwel volledig uit katoen bestaat. Uit de vezels produceren zij vervolgens weer draden die nieuw gebruikt kunnen worden voor het vervaardigen van textiel. Frankenhuis & Zn zou bereid zijn een vergoeding van EUR 0,20 per kg te betalen voor het textiel van de ontmanteling van meubels.

¹² Skai is de populaire naam voor kunstleer, tevens een merknaam van het Duitse bedrijf Skai. Kunstleer bestaat meestal uit een laag textiel afgedekt met een laag kunststof (meestal PVC, vaak ook polyurethaan).

De bestemming en kwaliteit van de draden die Frankenhuis produceert is nog onbekend. Deze moet op zijn minst zo goed zijn dat het deze vorm van verwerking van textiel veel interessanter maakt dan het verwerken tot poetsdoek. In dat geval zou 100 % vervanging van nieuw katoen mogelijk zijn. Voor de bepaling van de winst in milieudruk is het ook van belang om te weten met welk rendement het textiel uit de bankstellen en matrassen tot draad kan worden verwerkt.

Indien het textiel bij Humana/KICI zou worden afgezet zal de vervangingsgraad van productie van nieuw materiaal gering zijn. De economische waarde van poetsdoek ten opzichte van bekleding in bankstellen kan als vrij gering worden aangenomen. In milieudruk/LCA termen betekent dit dat het grootste deel van de milieudruk aan het afgedankte bankstel of de afgedankte matras gekoppeld blijft.

6.3 Schuim

Het schuim dat uit de ontmanteling van meubels afkomstig is, wordt als B-kwaliteit geclassificeerd. Deze kwaliteit schuim wordt door het Duitse bedrijf Nehlsen uit Willemschaven (in geperste vorm) via de haven van Rotterdam afgezet op de Amerikaanse markt als onderlaag voor vloerbedekking. Zij kunnen partijen afkomstig uit deze proef (mits van voldoende omvang) meenemen. Met inbegrip van de afzetkosten zou de afzet van B-kwaliteit schuim EUR 50 per ton opleveren.

Uit de proef met matrassen wordt vooral A-kwaliteit schuim verwacht. Het Belgische bedrijf Agglorex is hierin geïnteresseerd. Zij verwerken dit tot vulling voor judo- en turnmatten en geven een vergoeding van EUR 200 per ton af. De afzetkosten zijn nog onbekend, maar worden vergelijkbaar geacht aan die van B-kwaliteit schuim, dus EUR 20 per ton.

Voor de verwerking van B-kwaliteit schuim is het onbekend welk materiaal er alternatief tot onderlaag voor vloerbedekking wordt verwerkt. Afhankelijk daarvan kan de milieudrukwinst worden bepaald. Bij A-kwaliteit schuim lijkt het redelijk om aan te nemen dat het 100 % nieuw schuim vervangt. Een belangrijke factor is de levensduur van de judo- en turnmatten en de mogelijkheid voor hernieuwde recycling. Mochten de judo- en turnmatten na hun levensduur naar een AVI gaan dan zou alsnog de helft van de milieudruk aan het afgedankte bankstel of de afgedankte matras moeten worden toegekend.

6.4 Latex

Het Belgische Agglorex heeft ook interesse in het latex wat uit de ontmanteling van matrassen komt. Een definitief oordeel over afname is nog niet bekend. Daarvoor dient er eerst meer opbrengst uit de proef met ontmanteling van matrassen plaats te vinden.

Wanneer het latex onvoldoende kwaliteit heeft zal het tegen het hoge (restfractie GHA) tarief moeten worden afgezet in een AVI. Dat kost EUR 110 per ton (exclusief kosten voor logistiek/afzet).

Bij de inzet van A-kwaliteit latex voor judo- en turnmatten kan qua effect op de milieudruk hetzelfde worden aangenomen als bij A-kwaliteit schuim.

6.5 Metaal

Metaal is reeds een reguliere stroom afkomstig uit de afvalscheiding. Dit kan versmolten worden en met een bepaald percentage worden verwerkt in allerlei metaalproducten. De vergoeding bedraagt EUR 240 per ton (exclusief kosten voor afzet of logistiek).

Milieudruk is bij het metaal niet het grootste issue. Het belangrijkste is dat het harde metaal van vering in bankstellen en matrassen een stoorstof is in AVI's en sorteerlijnen. Het zou interessant zijn om na te gaan of er een kostenvoordeel in de verwerking van de restfractie GHA door AVI's zit indien deze stoorstof niet meer aanwezig is.

6.6 Hout

Hout is een reguliere gescheiden ingezamelde stroom die van milieustraten afkomstig is. B-kwaliteit hout kan als secundaire brandstof worden ingezet in bijvoorbeeld de cementindustrie. Volgens de milieuanalyse van het IVAM levert dit reeds een lichte vermindering van milieudruk op tegenover verbranding in een AVI. Hoe groot die milieudrukwinst uitvalt in deze studie is niet nader gekwantificeerd.

Financieel levert verwerking van B-kwaliteit hout veel op ten opzichte van verbranden in een AVI. Het tarief voor het laatste is bij de restfractie GHA circa EUR 110/kg terwijl verwerking van hout slechts EUR 5/kg kost.

6.7 Restafval

Het restafval dat uit deze proef komt bestaat vooral uit zijleuning, een mengsel van hout, schuim, soms nog bekleding en karton. Dit zal met de restfractie GHA tegen het hoge AVI tarief van EUR 110 per ton moeten worden verbrand.

6.8 Poten en fiberfill

Kringloopbedrijf Het Goed had reeds voor het begin van deze proef de gewoonte om bij bankstellen die retour (onverkocht) terugkwamen uit hun winkels de poten te verwijderen. Deze gebruiken zij zelf voor reparatie van binnengekomen bankstellen. Goede poten verkopen zij ook in hun winkel à EUR 1 per stuk. In de proef met bankstellen heeft Het Goed een voorraad van 13 kg ofwel 64 stuks poten verzameld. Dit komt neer op een verkoopprijs van EUR 4 per kilogram. Deze waren in twee weken tijd allemaal verkocht. Financieel is dit een aardige bijverdienste van ontmanteling. Het valt echter te betwijfelen of de markt voor 2^e-hands bankstelpoten groot genoeg is voor opschaling. Ook is het gewicht per bankstel niet zo groot dat het significant bijdraagt aan verlaging van de milieudruk.

Het Goed legt op dit moment ook fiberfill (een watachtig polyesterschuim) bij wijze van proef te koop in hun winkels. Dit bleek ook goed verkoopbaar tegen een prijs van EUR 1 per kilogram.

6.9 Samenvatting

Op basis van het bovenstaande zijn de mogelijkheden voor afzet samengevat in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Samenvatting afzet monostromen

Materiaal	Afzetkanaal	Verkoopwaarde	Alternatief	Opmerkingen
Textiel	Frankenhuis	EUR 200 per ton	VAOP / Humana / KICI	
Leer en skai	Nog niet bevestigd	EUR 200 per ton	RagBag	Voor RagBag moet een sociale werkplaats voor naaiwerk worden gevonden
Schuim kwaliteit A	Agglorex (B)	EUR 180 per ton	-	Voor judo- en turnmatten; Prijs is incl. transport
Schuim kwaliteit B	Nehlsen (D)	EUR 50 per ton	-	Export naar de VS voor vloerbedekking via R'dam; Prijs is incl. transport
Schuim kwaliteit C	Verbranding in AVI	-		
Latex kwaliteit A	Nog niet bevestigd	EUR 180 per ton	Agglorex (B)	Voor judo- en turnmatten; Prijs is incl. transport
Latex kwaliteit B	Verbranding in AVI	-		
Hout	Van Gansewinkel	-	-	Kan worden ingezet als secundaire brandstof

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

Materiaal	Afzetkanaal	Verkoopwaarde	Alternatief	Opmerkingen
Metaal	Van Gerrevink	EUR 240 per ton	-	
Poten bankstellen	Geen grote afzetmarkt Verwacht	EUR 4.000 per ton	-	Het Goed verkoopt deze als doe-het-zelf artikel of gebruikt ze zelf bij reparaties
Fiberfill uit kussens	Geen grote afzetmarkt verwacht	EUR 1.000 per ton	-	Het Goed verkoopt dit als doe-het-zelf artikel

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

7 Kosten en milieudruk

In hoofdstuk 3 zijn de ervaringen besproken die zijn opgedaan tijdens de proef met ontmanteling van bankstellen. In dit hoofdstuk volgt in 7.1 een kosteninschatting van de ontmanteling bij die werkwijze. In paragraaf 7.2 vertalen we deze bevindingen naar een *best case*. Daarvoor berekenen we ook de kosten van ontmanteling. Tijdens het onderzoek is een alternatief voorgesteld. In dit alternatief vindt verwijdering van bekleding en metalen vering nog handmatig plaats en wordt het overige materiaal met een sorteerlijn gesorteerd. De bevindingen en kosten van een proef met dit alternatief staan in paragraaf 7.3. Vervolgens worden in 7.4 en 7.5 respectievelijk de kosten van ontmanteling van matrassen en van het nasorteren besproken. In 7.6 vertalen we deze kosten naar een totaalbeeld voor de verwerking van de restfractie GHA en vergelijken dit met de huidige situatie. In 7.7 wordt de balans opgemaakt qua vermindering van de milieudruk bij de resultaten van de gehouden proeven.

7.1 Kosten ontmanteling kringloopbedrijven

7.1.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de kosten voor ontmanteling van bankstellen uitgewerkt. De kosten die worden meegenomen zijn:

- Afname van monostromen (dit kan ook opbrengst zijn)
- Arbeidskosten (van ontmanteling en logistiek op locatie)
- Gebouwhuur
- Transport voor afzet
- Containers
- Overige kosten

Kosten (of opbrengsten) voor afzet van het materiaal worden toegelicht in paragraaf 7.1.2. De totale kosten worden gepresenteerd in paragraaf 7.1.3 en toegelicht in Bijlage 4.

7.1.2 Afzet monostromen

De materiaalopbrengst uit de proeven bij de verschillende kringloopbedrijven is besproken in paragraaf 3.2. Grofweg zijn er twee aanpakken te onderscheiden. Eén aanpak gaat uit van vergaande ontmanteling zoals bij Foenix en de andere gaat uit van gedeeltelijke ontmanteling (exclusief armleuning) zoals bij 2Switch en Het Goed.

Hieronder volgen per kringloopbedrijf de gemiddelde materiaalopbrengsten per ton. Ook worden de afzetkosten¹³ (of opbrengsten indien negatief) weergegeven zoals deze volgen uit de bevindingen in Hoofdstuk 6 (afzet).

Tabel 7.1 Materiaalopbrengst en kosten van afname ontmanteling meubels

Materiaal	Tarief	Materiaal-	Kosten	Materiaal-	Kosten	Materiaal-	Kosten
	afzet (EUR/ton)	opbrengst Foenix (kg/ton GHA)	afname Foenix (EUR)	opbrengst 2Switch (kg/ton GHA)	afname 2Switch (EUR)	opbrengst Het Goed (kg/ton GHA)	afname Het Goed (EUR)
Leer	- 200	62	- 12,40	31	- 6,25	50	- 10,06
Textiel	-200	53	- 10,60	23	- 4,55	50	- 10,06
Hout	5	624	3,12	358	1,79	364	1,82
Metaal	- 240	41	- 9,84	28	- 6,82	36	- 8,62
Schuim	- 50	105	- 5,25	108	- 5,40	86	- 4,31
Karton	0	30	0,00	0	0,00	3	0,00
Afval	110	86	9,46	452	49,69	410	45,06
Totaal	-	1000	- 25,51	1000	28,47	1000	13,82

¹³ Deze afzetkosten zijn in principe exclusief transport. Dit geldt niet voor schuim en latex waar de afnemende partij (Nehlsen voor B-kwaliteit) geperste balen ophaalt en vervoert naar de Rotterdamse haven. Dezelfde transportkosten (EUR 20/ton) zijn verrekend in de afzetkosten van A-kwaliteit schuim en latex bij Agglorex in België.

7.1.3 Totale kosten

Op basis van de uitgangspunten als verwoord in Bijlage 4 komen we tot de kosten voor ontmanteling van bankstellen zoals gegeven in tabel 7.2.

Tabel 7.2 Totale kosten ontmanteling meubels per ton bankstellen

Materiaal	Totale kosten casus Foenix (EUR/ton)	Totale kosten casus 2Switch (EUR/ton)	Totale Kosten casus Het Goed (EUR/ton)
Materiaalafzet	- 26	28	14
Arbeidskosten	271	820	245
Gebouwhuur	42	55	16
Transport	33	25	24
Containers	1		1
Overige afschrijvingen	3	3	3
Totaal	324	932	303

7.2 Best case ontmanteling meubels

7.2.1 Opzet best case

Op basis van bovenstaande ervaringen kan een voorstel worden gedaan voor een geoptimaliseerde aanpak van de ontmanteling: een zogenaamde 'best case'. Deze aanpak zou uit de volgende stappen moeten bestaan:

1. Bankstel wordt beoordeeld op kwaliteit textiel en schuim en ontmantelingsgemak; bankstellen met zwaar verlijmde, geniete of gespijkerde bekleding gaan direct bij het afval. Dit zou circa 10 % van de voorraad zijn en vooral 'klassieke' (ouderwetse) bankstellen betreffen
2. Een bankstel wordt met twee man op een werktafel (op kniehoogte getild) en op zijn kop neergezet:
 - Men snijdt de onderkant open (lap textiel kan in de textielbak)
 - Men snijdt de bekleding aan de achterkant los
 - Men verwijdert de metalen vering door deze los te knippen, slijpen of de haken te verbuigen
3. Men keert het bankstel en snijdt ook de bovenkant van de bekleding los; op deze manier heeft men een grote lap van achterkant en boven-/voorkant samen. Het textiel, leer of nepleer kan in de daarvoor bestemde materiaalcontainer

Bij deze aanpak wordt een beter resultaat verwacht dan in de beste week van Het Goed (110kg/manuur), namelijk 125 kg per manuur. Dit komt overeen met 2,5 bankstellen per manuur, ofwel 24 minuten gemiddeld per bankstel.

Om deze productiviteit te bereiken deinen moeilijk verwijderbare delen of zelfs gehele bankstellen niet ontmanteld te worden. De fractie restafval komt bij Het Goed en 2Switch op circa 40 % uit. Daarin zijn niet ontmantelde bankstellen (door voorselectie van bankstellen) niet meegenomen. De kringloopbedrijven schatten dat 10 % van de bankstellen zou afvallen. Dit zou nader onderzocht moeten worden. Voorlopig wordt deze uitval niet apart meegerekend in de restafval fractie van ontmanteling.

7.2.2 Afzet monostromen

Op basis van de proeven bij de kringloopbedrijven uitgevoerde proeven komen we voor de *best case* tot de materiaalopbrengst en bijbehorende afzetkosten van de monostromen zoals weergegeven in tabel 7.3. In totaal bedragen deze kosten EUR 15,10.

Tabel 7.3 Materiaalopbrengst en kosten afzet proef meubels 'best case'

Materiaal	Tarief afzet (EUR/ton)	Opbrengst (kg)	Kosten afzet (EUR)
Leer	- 200	50	- 10,00
Textiel	- 200	40	- 8,00
Hout	5	360	1,80
Metaal	- 240	35	- 8,40
Schuim	- 50	100	- 5,00
Karton	0	5	0,00
Afval	110	410	45,10
Totaal	-	1.000	15,10

7.2.3 Totale kosten

Samen met de overige kosten (aanneem EUR 3 per ton) komt verwerking in de *best case* uit op het volgende kostenplaatje (zie tabel 7.4, toelichting in Bijlage 4):

Tabel 7.4 Totale kosten ontmanteling meubels per ton bankstellen

Materiaal	Totale kosten Best case (EUR/ton)
Materiaalafzet	15
Arbeidskosten	145
Gebouwhuur	10
Transport	29
Containers	1
Overige afschrijvingen	3
Totaal	202

De kosten van ontmanteling van bankstellen in de voorgestelde best case zijn daarmee ongeveer EUR 10 per bankstel¹⁴.

7.3 Verwerking bankstellen via sorteerlijn

7.3.1 Opzet proef

Uit de eerste uitkomsten van de proef met bankstellen bij de Kringloopbedrijven bleek dat volledig handmatig ontmantelen van bankstellen arbeidsintensief was en daarom mogelijk kostbaar. Ook bleek dat het verwijderen van bekleding en metalen vering juist relatief eenvoudig ging. Aangezien bekleding van bankstellen als de belangrijkste veroorzaker van milieudruk wordt gezien, werd besloten te verkennen of een sorteerlijn een alternatief kon zijn voor de verwerking van de bankstelkarkassen (zonder bekleding en vering).

¹⁴ Bij een gemiddeld gewicht van 50 kg per bankstel.

Om die reden werd voor ontmanteling van bankstellen een additionele proef opgezet met de sorteerlijn van VAR in Wilp. Circulus/Berkel Milieu leverde twee partijen bankstellen:

1. Een partij met bankstellen zonder bekleding
2. Een partij met bankstellen zonder bekleding en vering

Voor efficiëntie van het transport zijn beide partijen gestripte bankstellen door Circulus met een shovel fijngedrukt. Daardoor namen de gestripte bankstellen minder ruimte in beslag. Ook waren beide partijen daardoor beter hanteerbaar voor de kraan van VAR die aan het begin van de sorteerlijn de lading lost boven de verkleiner. De sorteerlijn functioneerde vervolgens op dezelfde manier als bij verwerking van de hele restfractie GHA (zie omschrijving in paragraaf 5.2).

7.3.2 Ervaringen

De sorteerlijn bleek moeite te hebben met beide partijen bankstellen. Dit lag vooral aan metalen vering die aan het begin achter de zeven bleef haken. Daarnaast waren de materialen uit bankstellen te licht om met hun gewicht verstoppingen te kunnen verhelpen. De verwachting is dat zonder metalen vering en bij een gecombineerde verwerking met ander (grof huishoudelijk of bouw- en sloop-) afval de sorteerlijn niet zo vaak zal vastlopen.

7.3.3 Materiaalopbrengst

Voor de eerste partij (alleen zonder bekleding) is de materiaalopbrengst gegeven in tabel 7.5:

Tabel 7.5 Materiaalopbrengst gestripte bankstellen met vering (bron: VAR)

Omschrijving	Batch 1	Gewicht (kg)
Zeefresidu 0 - 20 mm	18,5%	191,1
IJzer hal 4	0,0%	0,3
Hout hal 4	32,1%	332,6
Hout RTT	14,9%	154,4
HC-materiaal	7,1%	73,6
Grof residu	9,5%	98,4
Residu sorteercabine	6,0%	62,2
Residu 20 - 100 mm	11,9%	123,3
Totaal	100,0%	1035,8

Bij de tweede partij (bankstellen zonder bekleding en zonder metalen vering) werd met de sorteerlijn het resultaat als gegeven in tabel 7.6 bereikt:

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

Tabel 7.6 Materiaalopbrengst gestripte bankstellen zonder metalen vering (bron: VAR)

Omschrijving	Batch 2	Gewicht (kg)
Zeefresidu 0 - 20 mm	26,5%	262,4
IJzer hal 4	0,5%	5,0
Hout hal 4	32,4%	320,8
Hout RTT	2,3%	22,8
HC-materiaal	8,1%	80,2
Grof residu	9,3%	92,1
Residu sorteercabine	11,6%	114,8
Residu 20 - 100 mm	9,3%	92,1
Totaal	100,0%	990,0

In tabel 7.7 staan de gemiddeldes met de mogelijke toepassing van het materiaal aangegeven. Wat opvalt is dat alle materiaalfracties, afgezien van het metaal, allemaal voor energietoepassing of verbranding in een AVI bestemd worden:

- Bij hout (B-kwaliteit) is dit gelijk aan de handmatige ontmanteling
- Schuim uit de sorteerlijn wordt als secundaire brandstof toegepast. Bij handmatige ontmanteling kan het (als B-kwaliteit) worden afgezet via Nehlsen (zie H.6)
- Er komt ook bij de lading met metalen vering nauwelijks metaal uit de lijn

Een verklaring voor deze geringe opbrengst aan monostromen is dat de verkleiner van de sorteerlijn niet in staat is materialen zo ver te verkleinen dat samengesteld materiaal (hout met metaal, hout met plastic, of schuim met karton) na verkleining uit elkaar gehaald kan worden.

Tabel 7.7 Gemiddelde sorteeropbrengst en mogelijke toepassing (bron: VAR)

Omschrijving		Afzet		
IJzer hal 4	0,3%	Afvoer naar metaalrecycling	Materiaal hergebruik	0,3%
Hout hal 4	32,1%	Biomassa t.b.v. energie-opwekking	Nuttige toepassing	
Hout RTT	8,6%	Biomassa t.b.v. energie-opwekking	Nuttige toepassing	
HC-materiaal	7,6%	Secundaire brandstof cement/kalkindustrie	Nuttige toepassing	48,5%
Grof residu	9,4%	Afvoer naar AVI	Verbranding	
Residu sorteercabine	8,7%	Afvoer naar AVI	Verbranding	
Residu 20 - 100 mm	10,6%	Afvoer naar AVI	Verbranding	
Zeefresidu 0 - 20 mm	22,5%	Afvoer naar AVI	Verbranding	51,2%
Totaal	100,0%			100,0%

7.3.4 Totale kosten

In het geval van verwerking van gestripte bankstellen door VAR hoeven kosten voor gebouw, machines en materieel, net als materiaalopbrengst niet te worden uitgewerkt. In plaats daarvan kan met het tarief van VAR voor verwerking van restfractie GHA gerekend worden. Daarin zijn deze kosten al verwerkt. Additionele kosten (of opbrengsten) zijn het transport naar VAR en arbeidskosten voor het verwijderen van bekleding en metalen vering en voor de afzet van het leer/nepleer, textiel en metaal.

De kosten voor deze verwerking bestaan uit kosten voor ontmanteling en kosten voor het nasorteren. De kosten voor ontmanteling volgen uit Bijlage 4 en zijn weergegeven in tabel 7.8. Ten aanzien van de kosten voor het nasorteren van de bankstelkarkassen gaan we uit van de tarieven voor het sorteren van GHA zoals opgegeven door VAR. Gemiddeld bedragen die EUR 108 per ton. Per ton bankstellen gaat er ongeveer 880 kg aan karkassen naar de sorteerlijn.

De afzet van leer, textiel en metaal van de handmatige ontmanteling levert geld op. In totaal EUR 26 per ton bankstellen (op basis van de opbrengsten bij de 'best case' zoals gegeven in paragraaf 7.3.4).

Totale kosten

In totaal komt verwerking van bankstellen via de sorteerlijn uit op het volgende kostenplaatje (zie toelichting in Bijlage 4):

Tabel 7.8 Totale kosten ontmanteling meubels per ton bankstellen

Materiaal	Totale kosten Bankstellen via sorteerlijn (EUR/ton)
Materiaalafzet bij VAR (0,88 * EUR 108)	95
Afzet leer, textiel, metaal	- 26
Arbeidskosten	70
Gebouwhuur	5
Transport	10
Containers	1
Overige afschrijvingen	3
Totaal	158

De kosten van ontmanteling van bankstellen zijn daarmee ongeveer EUR 8 per bankstel¹⁵.

7.4 Kosten ontmanteling matrassen

Kosten materiaalafzet

De materiaalopbrengst bij ontmanteling van matrassen levert EUR 39 per ton matrassen op: zie de cijfers in tabel 7.9. Deze cijfers zijn gebaseerd op de proef met matrassen die is gehouden bij Delta (zie hoofdstuk 4).

Tabel 7.9 Kosten materiaalafzet ontmanteling matrassen

Materiaal	Opbrengst (ton/ton GHA)	Tarief (EUR/ton)	Afzetkosten (EUR)
Tijk (textiel)	0,150	- 200	- 30,00
Schuim A-kwaliteit	0,060	- 180	- 10,80
Schuim B-kwaliteit	0,310	- 50	- 15,50
Latex	0,100	0	0,00
Vering (metaal)	0,070	- 240	- 16,80
Restafval	0,310	110	34,10
Totaal	1,000		- 39,00

Totale kosten

Op basis van de proef en uitgangspunten zoals geformuleerd in Bijlage 4 komen we tot het kostenoverzicht voor ontmanteling van matrassen zoals gegeven in tabel 7.10.

¹⁵ Bij een gemiddeld gewicht van 50 kg per bankstel.

Tabel 7.10 Totale kosten ontmanteling matrassen

Materiaal	Totale kosten Bankstellen via sorteerlijn (EUR/ton)
Materiaalafzet	- 39,00
Arbeidskosten	175,00
Gebouwhuur	12,50
Transport	27,00
Containers	1
Overige afschrijvingen	3
Totaal	179,50

De kosten per matras komen, wanneer we uit gaan van een gemiddeld gewicht van 11 kg per matras en van 90 matrassen per ton, uit op EUR 2 per matras.

7.5 Kosten nasorteren GHA

Kosten van nasortering betreffen de volgende aspecten:

1. Transport van milieustraat naar sorteerinstallatie
2. Verwerking door de sorteerlijn (personeel, afschrijvingen, onderhoudskosten, overhead)

Sorteerlijn VAR

Voor sortering van de restfractie GHA door VAR geldt een tarief van EUR 100 à EUR 115 per ton, ofwel gemiddeld EUR 108. Voor transportkosten rekenen we EUR 10 per ton restfractie GHA (zie uitgangspunten in bijlage 4). De totale kosten worden daarmee geschat op: EUR 118 per ton.

Sorteerlijn Attero

Bij sortering als bij een AVI zoals van Attero in Wijster rekenen we voor de restfractie GHA met een tarief voor EUR 110 per ton. Voor transportkosten rekenen we EUR 21 per ton restfractie GHA (zie uitgangspunten in bijlage 4). De totale kosten voor deze optie komen daarmee gemiddeld uit op: EUR 131 per ton.

7.6 Integraal kostenoverzicht

Voor alle opties geldt dat ze kunnen worden vergeleken met de huidige manier van verwerken. Deze huidige manier van verwerken is verbranden in een AVI. Qua kosten gaan we uit van dezelfde tarieven als voor sortering van de restfractie GHA bij de AVI van Attero in Wijster. We rekenen met afzetkosten van EUR 110 per ton voor het materiaal en transportkosten van EUR 21 per ton (zie de uitgangspunten in Bijlage 4). Samen is dit EUR 131 per ton.

Bij het doorzetten van de uitkomsten van deze proef zou verwerking van de restfractie GHA als volgt kunnen plaatsvinden:

- Meubilair (bankstellen), ofwel 8 % van de restfractie, kan handmatig ontmanteld worden tegen kosten à EUR 202 per ton = EUR 16
- Matrassen, ofwel circa 5 % van de restfractie, kunnen handmatig ontmanteld worden tegen kosten à EUR 180 per ton = EUR 9
- De resterende fractie GHA, ofwel 87 %, kan via nasortering worden verwerkt tegen kosten van EUR 118 per ton = EUR 103

In totaal kost de verwerking van 1 ton restfractie GHA dan EUR 128 per ton

Indien de ontmanteling van meubilair vervangen wordt door de optie met de sorteerlijn kost de verwerking van 8 % meubilair per ton restfractie GHA niet EUR 202 maar EUR 158 per ton en in totaal: EUR 13. De gehele verwerking restfractie GHA kost dan EUR 125 per ton.

7.7 Milieudruk

7.7.1 Inleiding

Het landelijk afvalbeheerplan 2 (LAP2) streeft voor de prioritaire stroom van de restfractie GHA een verlaging van de milieudruk van 20 % na. In hoofdstuk 2 is besproken waar deze milieudruk vandaan komt. In deze paragraaf nemen we door wat de verschillende onderzochte opties kunnen bijdragen aan verlaging van de milieudruk. Als referentie voor de milieudruk nemen we de milieudruk bij verbranding met energierecuperatie in een AVI zoals deze is vastgesteld door het IVAM. Milieudruk wordt uitgedrukt in ecopunten (ecoPt). Een toelichting op de methode staat in Bijlage 5.

Bij de vaststelling van de milieudruk door het IVAM is zowel de productie als de afvalverwerking van de materialen in het GHA in beschouwing genomen. Voor het gebruik van de materialen wordt alleen milieubelasting meegenomen die specifiek is voor de materialen zelf (onderhoud en reparatie) en niet voor de apparaten waarin ze worden toegepast (zoals energiegebruik). Uit de studie van het IVAM blijkt dat milieubelasting in de keten vooral voortkomt uit de productie van het materiaal.

Vermindering van de milieudruk kan daarom worden bereikt op de volgende manieren:

1. Vooraan in de keten bij de productie
2. Door levensduurverlenging voordat de producten in het GHA terecht komen
3. Door hergebruik of recycling van de materialen in het GHA waarbij productie van nieuw materiaal wordt vermeden

Met ontmanteling van bankstellen en matrassen en met recycling van materiaal uit nasortering richten we ons op de 3e benadering. De verlaging van de milieudruk is dus sterk afhankelijk van de toepassing waarin het materiaal gerecycled of hergebruikt wordt. Het ontmantelen en voor hergebruik geschikt maken van een materiaal veroorzaakt ook milieudruk. Die laten we in deze studie buiten beschouwing. Een gedetailleerdere studie van dit aspect viel buiten de scope van dit onderzoek. We nemen daarom aan dat bij volledige vervanging van nieuw materiaal de milieudruk zoals berekend door het IVAM met 100 % omlaag gaat.

7.7.2 Best case ontmanteling bankstellen

Bij de berekening van de kosten en in Hoofdstuk 3 is reeds de materiaalopbrengst van ontmanteling van bankstelleng gegeven. Ter bepaling van de verlaging van de milieudruk is het belangrijk is het van belang wat voor toepassing er gevonden wordt voor het materiaal.

Voor de best case ontmanteling bankstellen gaan we uit van de volgende toepassingen:

- *Hout*: verbranding als biomassa: dit levert milieuwinst op ten aanzien van de minder efficiënte verbranding in een AVI. Dit zal een klein verschil zijn, vandaar dat deze milieudrukverlaging niet wordt meegerekend
- *Schuim*: gaat als B-kwaliteit via Nehlsen naar de VS. Daar wordt het toegepast onder vloerbedekking; we gaan er van uit dat dit volledig nieuw schuim vervangt
- *Leer*: deze afzet ligt niet vast: voorlopig gaan we er van uit dat leer en nepleer wordt verwerkt tot tassen, portemonnees. We gaan er van uit dat de 50 % van het herwonnen materiaal leidt tot vervanging van nieuw leer
- *Textiel*: deze afzet bevindt zich in een pilot-fase waarbij katoen voor een bepaald percentage tot nieuwe katoenen draad verwerkt kan worden. Het alternatief is verwerking tot poetsdoek. We gaan er daarom van uit dat de opbrengst aan textiel voor 50 % nieuw katoen vervangt
- *Metaal*: wordt gerecycled en kan tot een bepaald percentage verwerkt worden in nieuw metaal; dit percentage verschilt per soort metaal. Opnieuw nemen we 50 % reductie aan.

In combinatie met de milieudruk per kilogram van de genoemde materialen (zie Bijlage 5) leidt dit tot de vermindering van de milieudruk zoals gegeven in tabel 7.11. De hoeveelheden per ton bankstel zijn teruggerekend naar hoeveelheden per ton restfractie GHA. Bankstellen vormen ongeveer 8 % van de restfractie volgens de sorteeraanlyse van EURECO (zie Bijlage 1).

In totaal komt de verlaging van de milieudruk op circa 64 ecopunten uit. Op een milieudruk van bijna 400 ecopunten per ton restfractie GHA is dit circa 15 %.

Tabel 7.11 Milieudruk GHA en reductie door ontmanteling bankstellen (in ecopunten)

Materiaal	Opbrengst in kg per ton bankstel	Kg per ton restfractie GHA	EcoPt per kg	% Verlaging	Milieudrukverlaging (EcoPt)
Hout	360	29	0,076 ¹	0 %	0
Schuim	100	8	0,200 ²	100 %	1,6
Leer	50	4	28,9	50 %	57,8
Textiel	40	3,2	2,764 ³	50 %	4,4
Metaal	35	2,8	0,244 ⁴	50 %	0,3
Totaal	585	48			64,2

1. Voor hout kiezen we de gemiddelde waarde voor hout uit huisraad van het IVAM, zie Bijlage 5
2. Voor schuim kiezen we de laagste waarde voor kunststoffen in huisraad van het IVAM, zie Bijlage 5
3. Voor textiel kiezen we de waarde van katoen, zie Bijlage 5
4. Voor metaal kiezen we de gemiddelde waarde uit het rapport van het IVAM, zie Bijlage 5

7.7.3 Vergelijking met sorteerlijn

Bij verwerking van de bankstelkarkassen via de sorteerlijn wordt afgezien van leer, textiel en metaal al het materiaal voor nuttige toepassing voor energietेरugwinning (verbranding) of een AVI (verbranding) bestemd. De studie van het IVAM neemt verbranding met energietेरugwinning reeds als uitgangspunt. Dit betekent dat de milieudrukvermindering voor het schuim verloren gaat. Anderzijds blijft de milieudrukvermindering van terugwinning van het leer en textiel gehandhaafd. Dit vormt het merendeel van de milieuwinst in de ontmantelingscase. Dit betekent dat de potentiële milieuwinst van ontmanteling van bankstellen in de variant met de sorteerlijn vrijwel gelijk is aan die van de best case.

7.7.4 Milieudruk matrassen

Het IVAM heeft in haar milieuwinst studie de casus van recycling van matrassen uitgewerkt. In deze uitwerking levert vooral de recycling van het tijk (met name katoen) veel milieudrukreductie op: 50 % kan worden hergebruikt, bijvoorbeeld in poetsdoeken. Het schuim van matrassen wordt bij het IVAM nog verbrand met energietेरugwinning. Zij komen daarmee tot een verlaging van de milieudruk van 4 % (IVAM, 2010). Ze gaan daarbij uit van 2,5 % matrassen in de totale restfractie GHA.

7.7.5 Milieudruk nasorteren

Nasorteren zorgt voor recycling van een aantal materialen. Daarmee wordt materiaal uitgespaard en zodoende wordt de milieudruk verlaagd. Voor beide installaties (de BSA-sorteerlijn en de AVI-sorteerlijn) wordt hier doorgerekend hoe groot deze verlaging ongeveer zal zijn.

Sorteerlijn VAR

Bij de BSA-sorteerlijn van VAR komt een aantal materialen vrij waarvoor een betere toepassing dan verbranding in een AVI (met energieteerugwinning) mogelijk is. Dit zijn:

- A-hout: dit wordt verwerkt tot spaanplaat
- B-hout: dit kan verbrand worden in een hoog-rendement biomassa-WKK
- IJzer: dit kan gerecycled worden
- Non-ferro: dit wordt ook gerecycled
- Puin en gasbeton: kan als granulaat worden gebruikt in beton of wegfunderingen

Voor het hout kunnen we op basis van de IVAM-studie aannemen dat de gekozen verwerkingsmethode 100 % besparing van de milieudruk tov verbranding in een AVI met energieteerugwinning oplevert. Voor de metalen doen we de aanname dat het bij de non-ferro's (voornamelijk aluminium) 50 % reductie van de milieudruk oplevert ten opzichte van verbranding in een AVI. De reden is dat een deel verloren gaat in het verbrandingsproces. Voor ferro-metalen (ijzer) is het niet bekend wat voorscheiding aan milieuwinst oplevert ten opzichte van terugwinning na verbranding in een AVI. Voor het puin wordt voorlopig ook een milieudruk reductie van 50 % gehanteerd. Dit aspect verdient verdere bestudering.

Op basis van deze aannames en de milieudruk per kilogram materiaal van verwerking in een AVI, zoals gegeven in de studie van het IVAM (bron) komen we tot de volgende verlaging van de milieudruk (zie tabel 7.12):

Tabel 7.12 Indicatie milieudrukvermindering nasorteren op BSA_sorteerlijn

Materiaal	Kg gesorteerd	Milieudruk per kg (pt)	Milieudrukreductie (ecopunten)
A-hout	71	0,104	7,41
B-hout	159	0,013	2,0
IJzer	79	0	0
Non-ferro	2	0,425	0,425
Puin en gasbeton	58	0,029	0,842
Totaal			10,7

Op een totale milieudruk van circa 400 ecopunten (pt) per ton GHA is dit een reductie van 2,7 %.

Sorteerlijn Attero

Bij verwerking in de sorteerlijn van een AVI als in Wijster worden er andere typen materiaal teruggewonnen. Het is lastig in te schatten hoe vervolhverwerkers met het materiaal omgaan en in de meeste gevallen ontbreken cijfers over de milieudrukreductie ten opzichte van verbranding van het materiaal in een AVI (met energierugwinning). Daarom worden hier slechts grove aannames gedaan voor een *indicatie* van de verlaging van de milieudruk. Dit levert een gevoel van de ordegrootte daarvan op.

- Uit de uitkomsten (zie paragraaf 5.3) blijkt dat 11 % van het GHA in de fractie harde kunststoffen terecht komt. Daarvan is circa 50 % plastics (55 kg per ton GHA). Dit kan worden gerecycled tot plasticcomposiet
- Circa 5 % bestaat uit folies, waarvan door een vervolhverwerker 23 % (circa 10 kg per ton GHA) als papier en karton gerecycled kan worden, en 69 % als plastic (circa 35 kg per ton GHA)
- Circa 5 % is papier/plastic, waarvan 34 % als papier/karton (15 kg per ton GHA) gerecycled kan worden en 30 % als plastic (15 kg per ton GHA)
- Circa 14,5 % is ONF waarvan circa 20 % (30 kg per ton GHA) organisch materiaal wat via vergisting voor extra energieopbrengst aangewend kan worden; dit rekenen we als vergelijkbaar aan de HR-WKK¹⁶ biomassaoptie

Verder doen we de volgende aannames:

- Plastic recycling tot composiet levert 50 % milieudrukvermindering op ten opzichte van verbranding in een AVI van plastics uit GHA gemiddeld
- Recycling van papier en karton levert 50 % milieudrukvermindering op ten opzichte van verbranding van spaanplaat in een AVI (voor papier en karton zelf zijn geen cijfers beschikbaar)
- ONF¹⁷ vergisten levert even veel milieudruk vermindering op als het verbranden van A-hout in een HR-biomassa-WKK. Daarvoor kiezen we het milieudrukgetal van multilayer hout

¹⁶ HR-WKK = Hoog Rendement Warmte Kracht Koppelingsinstallatie: een installatie die zowel elektriciteit als warmte (stoom) levert

¹⁷ ONF = organische natte fractie, ofwel biologisch afval (in Wijster vooral GFT van huishoudens of bedrijfsafval)

Dit levert de indicatie voor milieudrukverlaging op zoals gegeven in tabel 7.13. Op een totale milieudruk van circa 400 ecopunten per ton GHA staat 18,8 pt gelijk aan een reductie van 4 à 5 %.

Tabel 7.13 Indicatie milieudrukvermindering nasortering met AVI-sorteerlijn

Materiaal	Kg gesorteerd	Milieudruk per kg (pt)	Milieudrukreductie (ecopunten)
Plastics	100	0,311	15,5
Papier/karton	25	0,013	0,16
ONF (organisch deel)	30	0,104	3,1
Totaal			18,8

7.7.6 Samenvatting milieudruk

Wanneer de ontmanteling van bankstellen en matrassen wordt gecombineerd met nasorteren van het overgebleven deel van de restfractie GHA is de geschatte totale vermindering van de milieudruk 22 %.

Dit is een optelsom van:

- De indicatieve milieudrukvermindering door ontmanteling van bankstellen (15 %)
- De geschatte milieudrukvermindering door hergebruik van matrassen (4 %)
- De minimaal haalbare milieudrukvermindering door nasortering met een sorteerlijn (circa 3 %)

8 Evaluatie

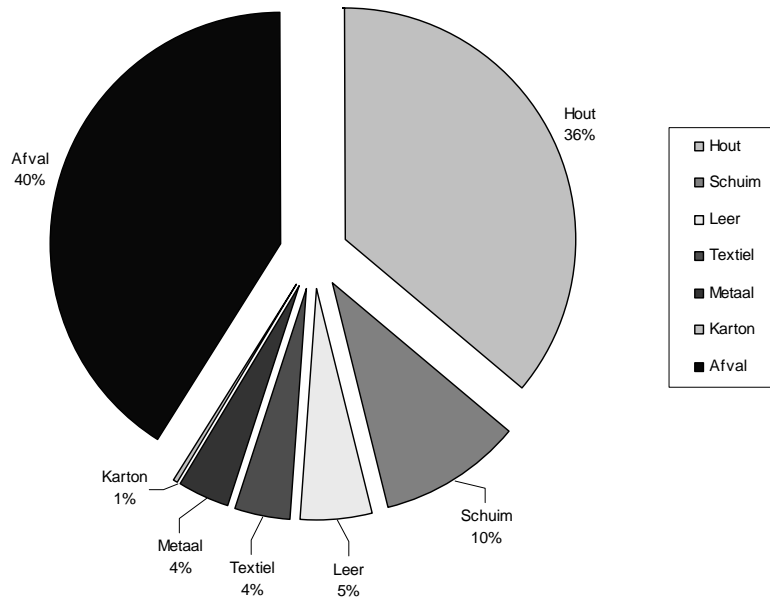
8.1 Resultaten van het onderzoek

In het gebied van Circulus/Berkeel Milieu resteert zo'n 33 % van alle Grof Huishoudelijke Afval (GHA) als 'restfractie GHA'. Dit afval wordt thans nog verbrand in een AVI. Het bestaat uit afval dat door kringloopbedrijven wordt afgevoerd (vooral meubels en matrassen), GHA dat aan huis wordt opgehaald en de fractie die overblijft op de milieustraten nadat burgers hun afval daar eerst hebben gescheiden. In dit onderzoek is bekeken of we meubels en matrassen uit de restfractie GHA kunnen ontmantelen en hergebruiken. Ook is bekeken of de overige restfractie GHA die dan nog overblijft door middel van sorteren geschikt kan worden gemaakt voor hergebruik. Dit leverde de onderstaande resultaten op.

Ontmanteling van meubels

De ontmanteling van meubels (met name bankstellen) is uitgevoerd bij kringloopbedrijven. Hierbij zijn zowel eigen medewerkers ingezet als medewerkers met enige afstand tot de arbeidsmarkt. Deze wijze van werken lijkt in principe geschikt voor opschaling.

De ervaringen die in dit onderzoek zijn opgedaan hebben geleid tot een eerste omschrijving van de 'best practice'. Dit betreft een effectieve manier om uit meubels materiaalstromen terug te winnen. Hierbij wordt niet tot op elk detail ontmanteld. Zo blijkt het ontmantelen van leuning te veel tijd te kosten. Belangrijk is verder dat na acceptatie niet elk bankstel voor ontmanteling wordt gebruikt. Dit betreft zo'n 10 % van het aanbod waarbij sprake is van zwaar verlijmde of geniete bekleding. De (tot nu toe) optimale handelwijze zou moeten kunnen resulteren in de ontmanteling van 2,5 bankstel per manuur. Daarbij is de volgende opbrengst aan materialen te realiseren (figuur 8.1). Hierbij moet nadrukkelijk worden aangegeven dat dit nog indicatief is. De opbrengst van materialen hangt sterk samen met de aard van de te ontmantelen meubels. In hoeverre de huidige proeven representatief waren valt niet te zeggen.



Figuur 8.1 Opbrengst materialen bij 'best practice' ontmanteling van meubels

De ontmanteling van meubels blijkt soms zwaar te zijn. Daarbij is het gewenst om secuur werk te leveren. Hoe beter materialen worden gescheiden, hoe hoger de opbrengst. Belangrijke randvoorwaarden voor de beoogde werkwijze zijn:

- Goed toezicht en goede begeleiding
- Het is belangrijk om gemotiveerde personeel in te kunnen zetten
- De verwachte resultaten worden alleen bereikt met ervaren personeel
- De medewerkers moeten een goed gevoel hebben voor de verhouding van inspanning versus de opbrengst aan materialen
- Goed materieel

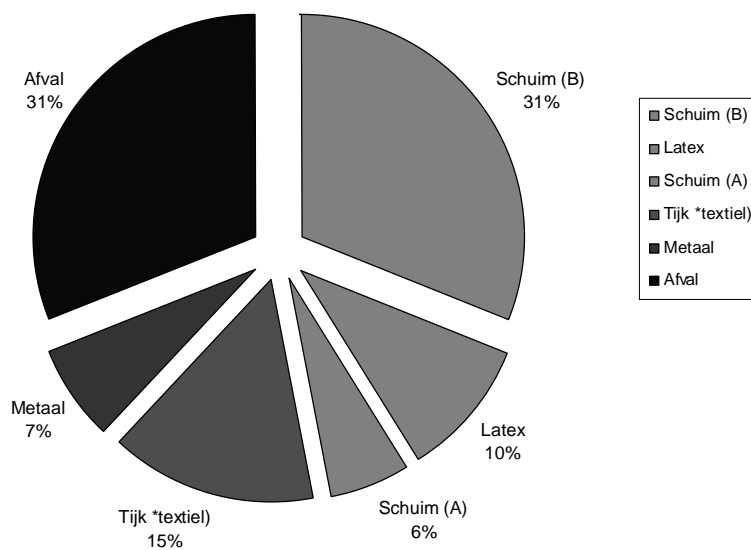
De kosten voor de ontmanteling van meubels zijn in dit onderzoek bepaald, uitgaande van een aantal aannamen. Deze aannamen zullen in een vervolgstap nader onderbouwd moeten worden. Uitgaande van de best practice worden de kosten voor de verwerking van een ton bankstellen geraamd op EUR 202. Ten opzichte van verbranden in een AVI betekent dit extra kosten van ongeveer EUR 10/bankstel. Bij deze raming is het cruciaal dat de geraamde tijd voor ontmanteling wordt gehaald.

Een alternatieve verwerking voor ontmanteling is de combinatie van het wegsnijden van bekleding gevolgd door verwerking in een sorteerinstallatie. Hierbij wordt de handmatige ontmanteling zo veel mogelijk beperkt en betreft alleen het terugwinnen van textiel en leer. Het karkas van een meubel wordt voorafgaande aan sortering verkleind waarna materialen zijn uit te sorteren. De kosten voor deze wijze van verwerken worden geraamd op EUR 158 per ton bankstellen. De verwerking gebeurt minder secuur dan bij handmatige verwerking. Dit komt tot uiting in de kwaliteit van de gesorteerde fracties. Deze zijn niet goed toepasbaar voor hergebruik als materiaal. De kwaliteit van het hout is zelfs voor energietoepassing nog mager door het aankleven van textiel en schuim.

Ontmanteling van matrassen

De ontmanteling van matrassen is op relatief eenvoudige wijze uitgevoerd. In wezen is er ook niet veel nodig om de herbruikbare materialen (textiel, schuim, metaal) van elkaar te scheiden. Door op simpele wijze een matras open te snijden of zagen komen de materialen beschikbaar. Tijdens de proeven zijn geen aanvullende maatregelen genomen in verband met arbeidsomstandigheden. Dit zal in een vervolgstap wel aan de orde moeten komen. Met name stof dat vrijkomt bij verwerking van latex zorgt voor overlast. De proefnemingen waren er primair op gericht om na te gaan met welke inzet van middelen matrassen verwerkt kunnen worden en welke kwaliteit herbruikbare materialen er resulteren.

De beoogde verwerking van matrassen kan leidt tot een vermindering van de hoeveelheid afval bestemd voor verbranding. In figuur 8.2 is de opbrengst weergegeven aan materialen, deze zijn weer als zodanig her te gebruiken.



Figuur 8.2 Opbrengst aan materialen bij ontmanteling van matrassen

De kosten voor verwerking van matrassen kunnen in dit stadium alleen nog maar worden aangegeven op basis van de uitgevoerde proeven. Hierbij zijn nog geen optimalisaties nagestreefd. Anderzijds is ook nog geen rekening gehouden met additionele kosten, bijvoorbeeld voor stofreductie. De kosten voor verwerking worden voorsnog geraamd op ongeveer EUR180/ton.

Nasorteren van de restfractie GHA

Het (na)sorteren van restfractie GHA is technisch gezien geen probleem. In de installatie van VAR kon zonder probleem zo'n 70 % van de restfractie geschikt worden gemaakt voor hergebruik en nuttige toepassing. Er moet worden opgemerkt dat zowel de installatie van VAR als die van Attero niet primair zijn ontworpen voor het sorteren van GHA. De installatie van Attero vormt een voorbehandeling voorafgaande aan verbranden. Hierbij worden enkele stromen afgescheiden die nog nader moeten worden bewerkt. De installatie van VAR verwerkt gemengde stromen, waarvan bouw- en sloopafval de belangrijkste vormt.

In het onderzoek is ook bekeken of meubels na verkleinen in de installatie van VAR te sorteren zijn. Hierbij werd vooraf de bekleding verwijderd voor hergebruik. De 'ontklede' meubels werden voor ongeveer 50 % terug gewonnen in materialen die voor nuttige toepassing geschikt zijn, met name voor energietoepassing. De kwaliteit van de materialen was minder dan de kwaliteit die via handmatig verwerken werd verkregen.

Kosten en milieudruk

In tabel 8.1 zijn de kosten samengevat die zijn berekend voor de verschillende bewerkingen die zijn onderzocht. In deze tabel is tevens samengevat welke percentages hergebruik en nuttige toepassing verwacht worden. In de één na laatste rij is weergegeven welke bijdrage geleverd wordt aan het hergebruik van de totale GHA stroom. Het percentage hergebruik van de deelstromen (meubels, matrassen, restfractie) is hier betrokken op de 100 % GHA die in totaal ontstaat in het Circulus/Berkeel Milieu gebied. In de laatste rij van de kolom is aangegeven in welke mate de milieudruk afneemt. Dit is toegelicht in hoofdstuk 7.

Tabel 8.1 Overzicht resultaten verschillende proeven

Aspect	Bankstellen <i>best case</i>	Bankstellen sorteerlijn	Matrassen	Nasorteren VAR	Nasorteren Attero	Referentie AVI (niet R1)
Eenheid	1 ton bank- stellen uit restfractie GHA	1 ton bank- stellen uit restfractie GHA	1 ton matrassen uit restfractie GHA	1 ton restfractie GHA	1 ton restfractie GHA	1 ton restfractie GHA
<i>Eenheid als pct restfractie GHA</i>	8,2 %	8,2 %	5,5 %	100 %	100 %	100 %
Indicatie kosten per eenheid (ton)	EUR 202	EUR 158	EUR 180	EUR 118	EUR 131	EUR 131
Kosten per bankstel respectievelijk matras	EUR 10	EUR 8	EUR 2	n.v.t.	n.v.t.	resp. EUR 7 en EUR 1,50
Percentage recycling (incl. hergebruik)	23 %	13 %	69 %	21 %	25 à 37,5 %	0
Percentage nuttige toepassing (excl. recycling)	36 %	43 %	0 %	49 %	0	0
Totaal recycling en nuttige toepassing	59 %	56 %	69 %	70 %	25 à 37,5 %	0
Potentiële bijdrage hergebruik totaal GHA	1,6 %	1,5 %	1,3 %	23 %	7 % à 12 %	0
Indicatie verlaging milieudruk restfractie GHA	15 %	15 %	4 %	2,7 %	4,7 %	0

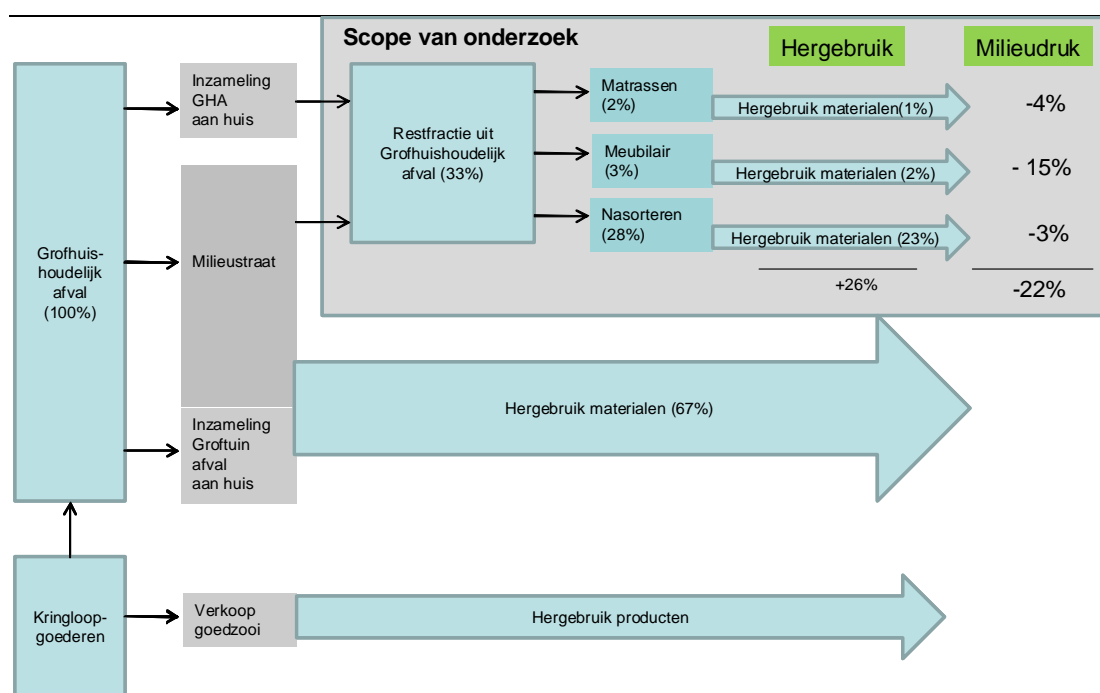
Met de veronderstelde best case voor meubels, de ontmanteling van matrassen en sortering van de restfractie wordt in totaal een bijdrage geleverd van ongeveer 26 % hergebruik van de totale stroom GHA. In hoofdstuk 2 hebben we al gezien dat van alle GHA al 67 % geschikt wordt gemaakt voor hergebruik. In totaal zou met een integrale aanpak dus 93 % van alle GHA voor hergebruik in aanmerking komen. Hier zit overigens wel een deel nuttige toepassing in. Dit betreft vooral de inzet van deelstromen voor hoogwaardige opwekking van energie.

Overigens is in deze beschouwing geen rekening gehouden met de problemen die meubels en matrassen bij AVI's leveren. Door deze onderdelen te verwijderen uit de restfractie-GHA wordt de verwerking in een AVI (maar ook in een sorteerinstallatie) minder problematisch en misschien ook iets goedkoper. Verder biedt de verwerking van meubels en matrassen arbeid zonder hoge eisen.

Dit biedt mogelijkheid om mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt zinvol werk te bieden. Een zinnige dagbesteding en bij voorkeur werk voor deze groep mensen is een belangrijk onderdeel van het sociaal-economisch beleid van de overheid. Handmatige ontmanteling kan hier een positieve bijdrage aan leveren. Deze sociale baten zijn nog niet in de balans mee genomen.

8.2 Een integrale aanpak GHA

Dit onderzoek is een onderdeel van het streven van Circulus/Berkel Milieu om tot een integrale aanpak van GHA te komen. Met de resultaten die geboekt zijn lijkt dit streven in ieder geval dichterbij te komen. De nadruk van Circulus/Berkel Milieu lag op de circa 33 % restfractie GHA die nu nog wordt verbrand. Wanneer we de resultaten samenvatten, dan ziet de integrale verwerking van GHA er nu als volgt uit (figuur 8.3).



Figuur 8.3 Integrale verwerking van GHA in het Circulus/Berkel Milieu gebied

Van de 100 % GHA die ontstaat, resulteert 33 % als restfractie GHA. In deze restfractie is nog zo'n 6 % matrassen aanwezig (oftewel 2 % van het geheel aan GHA) en zo'n 9 % meubels (oftewel 3 % van alle GHA). Uit de proeven bleek dat ongeveer 60 % van matrassen kan worden hergebruikt (oftewel 1 % van het geheel aan GHA) en ongeveer 2/3 van de meubels (ongeveer 2 % van alle GHA).

Door nasorteren van de restfractie is hiervan ook nog eens het merendeel te hergebruiken, dit is ongeveer 23 % van alle GHA. Onder hergebruik wordt in dit verband ook verstaan gebruik voor nuttige toepassing.

Van alle GHA wordt al 67 % hergebruikt, dit belandt niet in de restfractie GHA. Aan de hand van dit onderzoek blijkt dat aanvullend het merendeel van de restfractie GHA voor hergebruik geschikt is te maken. Dit betreft ongeveer 26 % van alle GHA. Gezamenlijk is dus zo'n 93 % van alle GHA herbruikbaar te maken en moet nog slechts 7 % worden aangeboden voor verbranding. De vermindering van de milieudruk in deze nieuwe aanpak in vergelijking met verbranding van de 33 % restfractie GHA wordt geschat op 22 %.

De kosten voor het verwerken van de restfractie GHA worden nu bepaald door de kosten voor ontmanteling (van meubels en matrassen) en van nasorteren. De integrale kosten voor het verwerken van de restfractie met de nieuwe aanpak worden geschat op EUR 128 per ton. De huidige prijs voor verbranden (inclusief transport) bedragen EUR 131 per ton.

8.3 Waar staan we nu in de ontwikkeling?

Dit onderzoek was een eerste verkenning naar de integrale verwerking van GHA. De achtergrond voor het onderzoek was meerledig. Vanuit het beleid gezien hebben we te maken met een nieuwe minimum standaard voor de restfractie GHA en is er daarnaast de wens om de milieudruk te reduceren. Voor Circulus/Berkel Milieu is het van belang om de restfractie GHA, die zo'n 33 % betreft van alle GHA in de regio, om te buigen van eindverwerking tot hergebruik.

Het onderzoek heeft laten zien dat er diverse mogelijkheden zijn om de verschillende doelen te dienen. De restfractie GHA kan nog aanzienlijk verminderen door het ontmantelen van meubels en matrassen en door het nasorteren in een sorteerinstallatie. De mogelijkheden zijn hiermee nog niet definitief vastgesteld. Naar aanleiding van het uitgevoerde onderzoek zijn er nog vragen en onzekerheden die in een volgende stap nader bekeken moeten worden. Onderstaand worden de belangrijkste punten genoemd.

Effectiviteit van ontmantelen

De wijze van ontmantelen van meubels is in dit onderzoek gaandeweg ontwikkeld. Door aanpassingen en slimmigheden bij de kringloopbedrijven is een meest geschikte werkwijze naar voren gekomen. Dit betreft vooral de inzet van gereedschap en het handelen van meubels. Op andere gebieden zoals logistiek, beste inzet van mensen, planning e.d. is nog niet naar optimalisatie gestreefd. Het is zeer wel mogelijk dat door een verdere professionalisering er nog winst te behalen is.

Daar staat tegenover, dat het langer werkzaam zijn als 'meubel-ontmantelaar' evenmin bewezen is. De betrokkenen waren nu krachten die ad-hoc zijn ingezet. Gebleken is dat diverse van de betrokkenen het ontmantelen niet als aantrekkelijk werk zagen. Voor een daadwerkelijke uitvoering moet dus nog beter zicht worden verkregen op de arbeidsbelasting en organisatie voor deze activiteit.

Kosten

De ramingen van de kosten voor de diverse onderdelen zijn gebaseerd op enkele aannamen. Daar kunnen we het volgende bij aantekenen.

- De ramingen zijn gebaseerd op de situatie waarbij wordt ontmanteld bij kringloopbedrijven en bij Delta. In een geheel nieuwe situatie zullen waarschijnlijk andere kosten worden berekend
- Voor ontmanteling van matrassen is nog geen rekening gehouden met kosten voor arbotechnische maatregelen
- In een volgende fase kunnen er mogelijk nog optimalisaties optreden. Deze zijn in de kostenstructuur niet voorzien
- Arbeidskosten vormen de belangrijkste kostenpost bij ontmanteling. De uitvoering van de ontmanteling zou voor een belangrijk deel kunnen worden verzorgd via sociale werkvoorziening. In dat geval moeten de baten van de werkvoorziening worden mee genomen in de kostenberekening. Tot nu toe is dat niet gedaan
- De kosten van nasorteren zijn gebaseerd op reguliere tarieven voor het sorteren van gemengde afvalstromen. Afhankelijk van nadere onderzoeken en eventuele optimalisaties kunnen deze tarieven anders blijken te zijn

Afzet van materialen

De afzet van sommige materialen zoals metaal en hout vormt geen enkel probleem. Hiervoor zijn er bestaande markten en worden daarbij horende prijzen geboden. Bij de ontmanteling van meubels en matrassen komen materialen vrij die niet zo'n markt kennen. Daarmee wordt de ontmanteling afhankelijk van enkele specifieke afzetkanalen.

- Voor (PUR) schuim zijn er goede afzetkanalen. A-kwaliteit kan voor een goede prijs worden afgezet. Deze afzet is naar verwachting structureel
- B-kwaliteit schuim kent een afzetkanaal in de VS. Dit is ook al een langer bestaande afzetmarkt, die via een bedrijf in Duitsland verloopt. Ook deze afzet is naar verwachting structureel
- De afzet van leer en textiel is nog niet voldoende verzekerd. Er zijn enkele kansrijke mogelijkheden aangeboord waarbij een positieve prijs te verwachten is. Deze afzetkanalen zijn echter nog nadrukkelijk in ontwikkeling. In de vervolgfase moet er meer zekerheid gaan ontstaan over deze afzet

Sorteren

Het (na)sorteren van de restfractie GHA bij VAR is slechts eenmalig uitgevoerd. Deze proef was uitgevoerd voorafgaande aan het onderhavige onderzoek. De betreffende partij bleek veel meubels te bevatten. De sortering bij Attero leverde niet direct herbruikbare materialen op. De reden hiervoor is dat de installatie van Attero niet ontworpen is voor de sortering van gemengde afvalstromen. De afgescheiden stromen, zoals gemengde kunststoffen, kunnen wel door een verdergaande sortering verder worden opgewerkt.

Hoewel er met dit onderzoek een goed inzicht is verkregen in de mogelijkheden van sorteren, is nog niet duidelijk wat de bijdrage zal zijn op de langere termijn. Door variaties in de samenstelling van de restfractie GHA kunnen variaties in het percentage hergebruik ontstaan. Het rendement van sorteren kan daarnaast nog hoger komen te liggen door optimalisaties, zoals het specifiek afscheiden van kunststoffen.

8.4 Aanzet voor vervolg

Circulus/Berkel Milieu is voornemens om de ontwikkeling tot een integrale aanpak voor GHA te vervolgen. Dit betekent dat er een tweede onderzoek gestart zal worden dat ten doel heeft om alle gegevens voor realisatie te verzamelen. Onderstaand zijn elementen voor dit vervolgonderzoek aangegeven.

- Verdere optimalisatie demontage meubels op basis van de gevonden werkwijze
- Verbetering kwaliteit materialen
- Inrichting van een demontage locatie
- Langduriger ervaring met het ontmantelen van meubels en matrassen
- Optimaliseren ontmantelen matrassen
- Aandacht voor stofproductie bij demontage van matrassen
- Verlaging van de kosten, onder anderen in verband met inzet sociale werkvoorziening
- Zeker stellen afzet leer en textiel
- Zeker stellen hoog rendement van sorteren
- Zo mogelijk optimaliseren rendement sorteren

Meubels/bankstellen

Gezien de inspanning die benodigd is om bankstellen te ontmantelen bevelen wij aan onderzoek te doen naar verbeteringen voor ontmanteling aan de voorkant van de keten van bankstellen: dat wil zeggen in ontwerp en fabricagetechnieken

Dit biedt nog geen oplossing voor de verwerking van de bestaande voorraad bankstellen. Te denken valt aan een getrapte verbetering en verandering van de verwerking waarbij:

- Eerst de komende tien á twintig jaar op de hier uitgetoetste manier wordt ontmanteld
- Tegelijkertijd de bindings-/aanhechtingsmiddelen of -technieken in fabricage van bankstellen 'ontmantelingsvriendelijker' worden gemaakt
- Uiteindelijk alleen bankstellen en 'reverse-logistics' ontworpen zijn voor ontmanteling en materiaalhergebruik (naar voorbeeld van Cradle-2-Cradle)

Ten aanzien van de huidige situatie en ontmanteling van bankstellen dient er een professionaliseringsslag te worden gemaakt waarin de voorgestelde 'best case' getoetst wordt.

Een dergelijke praktijkproef dient aan de volgende eisen te voldoen:

- Voldoende en continue aanvoer van bankstellen om voor langere duur (meerdere maanden), bij voorkeur door meerdere partijen of op meerdere locaties, zodat resultaten minder afhankelijk worden van de persoonlijke kwaliteiten van de betrokken personen
- Op iedere locatie een vaste ploeg van medewerkers en werkleiding zodat er gaande de proef verbetering op kan treden
- Een juiste inbedding in de werkzaamheden van de organisaties, eventueel voor de medewerkers in afwisseling met andere werkzaamheden, maar wel duidelijk in tijd van elkaar gescheiden
- De juiste (financiële) prikkels voor betrokken partijen om naar optimalisatie van de aanpak te zoeken

Parallel hieraan moet onderzocht worden of er partijen bereid zijn een deel van de arbeidskosten voor mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt te financieren. Tevens is het interessant te onderzoeken hoe financiering of vergoeding van de gehele ontmantelingscasus opgezet kan worden (met welke partijen en wat voor constructie). Met de meubelbranche moet ook worden bekeken in hoeverre zij materiaal kunnen terugnemen dat bij ontmanteling vrijkomt. Voor afzet van leer en nepleer is het interessant te zien wat voor uitkomsten er komen uit het onderzoek door de studentengroep

Matrassen

De casus voor verwerking van matrassen is minder uitvoerig bestudeerd, maar is qua realisatie in de praktijk verder gevorderd. Al in de huidige nog niet geoptimaliseerde aanpak zijn de kosten laag. De werkzaamheden zijn bovendien een stuk lichter dan bij ontmanteling van bankstellen. Dit leent zich zeer sterk voor een grootschalige praktijkproef. Aangezien er hierbij desondanks sprake is van (geringe) meerkosten, maar ook van milieuwinst voor het afvalbeleid en sociale baten, verdient het verder onderzoek hoe verantwoordelijkheden en taken te verdelen en organiseren.

Sorteren/nasorteren

Uit het onderzoek naar nasortering blijkt dat het de restfractie grof huishoudelijk afval flink kan verkleinen. De materiaalstromen die uit nasortering komen zouden verder in kaart moeten worden gebracht om te zien hoeveel milieuwinst zij feitelijk opleveren. Tevens is er met deze proef nog niet vastgesteld waar een optimaal rendement tussen voor- en nasorteren ligt. De kosten- en baten van beide aanpakken zijn nog onvoldoende in beeld om hier uitspraken over te doen. Uitgebreidere proeven met verschillen in de mate van voor- en nasortering zouden interessant zijn voor zowel het beleid, de afvalinzamelings- als de afvalverwerkingssector.

9 Conclusies en aanbevelingen

Naar aanleiding van het onderzoek kunnen we het volgende concluderen.

- De restfractie GHA in het gebied van Circulus/Berkel Milieu die nu nog wordt verbrand, kan voor een belangrijk deel worden geschikt gemaakt voor hergebruik. Door ontmanteling van meubels en matrassen en nasorteren van het overige restfractie GHA, is van alle GHA 93 % geschikt te maken voor hergebruik
- Met de voorgestelde aanpak van de restfractie GHA is naar schatting 22 % additionele vermindering van de milieudruk te realiseren.
- De kosten voor de integrale aanpak van GHA zijn naar verwachting niet hoger dan de huidige kosten. De kosten per ton GHA hoeven niet te stijgen
- De resultaten zijn gebaseerd op een verkennend onderzoek en moeten nog niet absoluut worden genomen. Onzekerheden in de uitkomsten worden in het rapport besproken
- Om de case van de 'aanpak restfractie GHA' verder te onderbouwen is een langduriger proef nodig, waarbij de geleerde lessen worden toegepast. De nadruk moet hierbij liggen op optimalisatie van processen en organisatie en op het aantonen van de langduriger haalbaarheid van de voorgestelde werkwijzen

In verband met dit laatste bevelen we aan om een tweede fase te starten waarin met name het volgende wordt bekeken:

- Inrichting van een locatie voor ontmanteling van meubels. Hier moet gedurende langere tijd de ontwikkelde best practice worden toegepast en verder geoptimaliseerd
- Inrichten van een locatie voor de ontmanteling van matrassen. Hier moet de huidige methode worden geprofessionaliseerd. Aanvullende aandacht voor arbeidsomstandigheden is ook nodig
- In beide gevallen vormen arbeidskosten een belangrijke post. In overleg met betrokkenen moeten de sociale baten door de inzet van medewerkers met afstand tot de arbeidsmarkt worden verdisconteerd
- Het verdient aanbeveling om met regelmaat de samenstelling van de restfractie GHA te onderzoeken. Het is tevens aan te bevelen om in overleg met VAR en Attero de optimale sortering van de restfractie GHA te ontwikkelen
- De afzet van leer en textiel zijn nog niet zeker. In een volgende fase moet deze afzet worden verzekerd

Kenmerk R001-4738489JGC-srb-V01-NL

Bijlage

1

Sorteeranalyse restfractie GHA EURECO

Circulus/Berkel Milieu heeft een sorteeraanlyse laten uitvoeren door EURECO. De standaarddeviatie van de gehele sorteeraanlyse is gegeven als percentage van het gemiddelde. Bij 0,4 % GFT is dit bijvoorbeeld 10 % van 0,4 %, ofwel 0,04 % van de totale restfractie GHA.

Tabel B1.1 Sorteeraanlyse EURECO uitgebreid

Categorie	Gemiddeldes per gemeente				Totaal gemiddeld	St dev (%) gemeentes
	Apeldoorn	Deventer	Epe	Zutphen		
GFT totaal	0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	10 %
<i>GFT excl tuinafval</i>	0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	10 %
<i>Tuinafval</i>	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0 %
<i>Grond/aarde (zakken)</i>	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0 %
Papier/karton totaal	3,8 %	5,2 %	4,8 %	4,9 %	4,6 %	9 %
<i>Papier herbruikbaar</i>	2,6 %	2,9 %	3,8 %	2,9 %	3,0 %	12 %
<i>Golfkarton</i>	1,2 %	2,3 %	1,0 %	2,0 %	1,6 %	32 %
Kunststof hard	7,1 %	3,0 %	3,1 %	5,1 %	4,8 %	33 %
Vlakglas	0,1 %	2,4 %	0,0 %	0,5 %	0,7 %	110 %
Glas (glasbak)	1,2 %	0,9 %	0,8 %	0,3 %	0,8 %	31 %
Textiel (totaal)	6,2 %	2,2 %	5,0 %	3,6 %	4,4 %	32 %
<i>Kleding/textiel/schoeisel</i>	4,0 %	1,5 %	3,6 %	2,9 %	3,1 %	27 %
<i>Kussens meubels/tentdoek</i>	2,2 %	0,7 %	1,4 %	0,7 %	1,3 %	44 %
Apparaten	1,7 %	2,4 %	0,8 %	2,7 %	1,9 %	34 %
Hout totaal	10,0 %	12,6 %	6,0 %	14,8 %	10,8 %	26 %
<i>Hout A en B</i>	8,4 %	7,1 %	4,3 %	11,5 %	7,9 %	27 %
<i>Riet en laminaat</i>	1,6 %	5,5 %	1,7 %	3,3 %	2,9 %	45 %
<i>Hout C</i>	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0 %
Steenachtig	13,3 %	10,1 %	1,5 %	9,6 %	9,2 %	41 %
<i>Steen/puin</i>	6,5 %	5,8 %	1,5 %	5,7 %	5,1 %	35 %
<i>Gips/gasbeton</i>	6,8 %	4,3 %	0,0 %	3,9 %	4,1 %	50 %
Metaal	6,3 %	5,6 %	4,8 %	3,5 %	5,2 %	18 %
KCA	0,36 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,19 %	100 %
Asbest	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0 %
Matrassen	4,5 %	5,5 %	5,6 %	6,8 %	5,5 %	11 %
Tapijt/matten/vloerbedekking	3,3 %	0,9 %	20,4 %	1,1 %	6,1 %	109 %
Zeil/linoleum	3,3 %	2,1 %	1,1 %	0,3 %	1,9 %	59 %
Meubilair (bankstellen)	4,6 %	8,1 %	8,7 %	13,2 %	8,2 %	27 %
Huisvuilzakken	16,1 %	22,7 %	21,7 %	16,8 %	19,0 %	15 %
Overig grofvuil	12,5 %	11,5 %	13,9 %	12,5 %	12,6 %	5 %
Zeeffractie 0-40mm	5,6 %	4,3 %	1,3 %	3,9 %	4,0 %	33 %

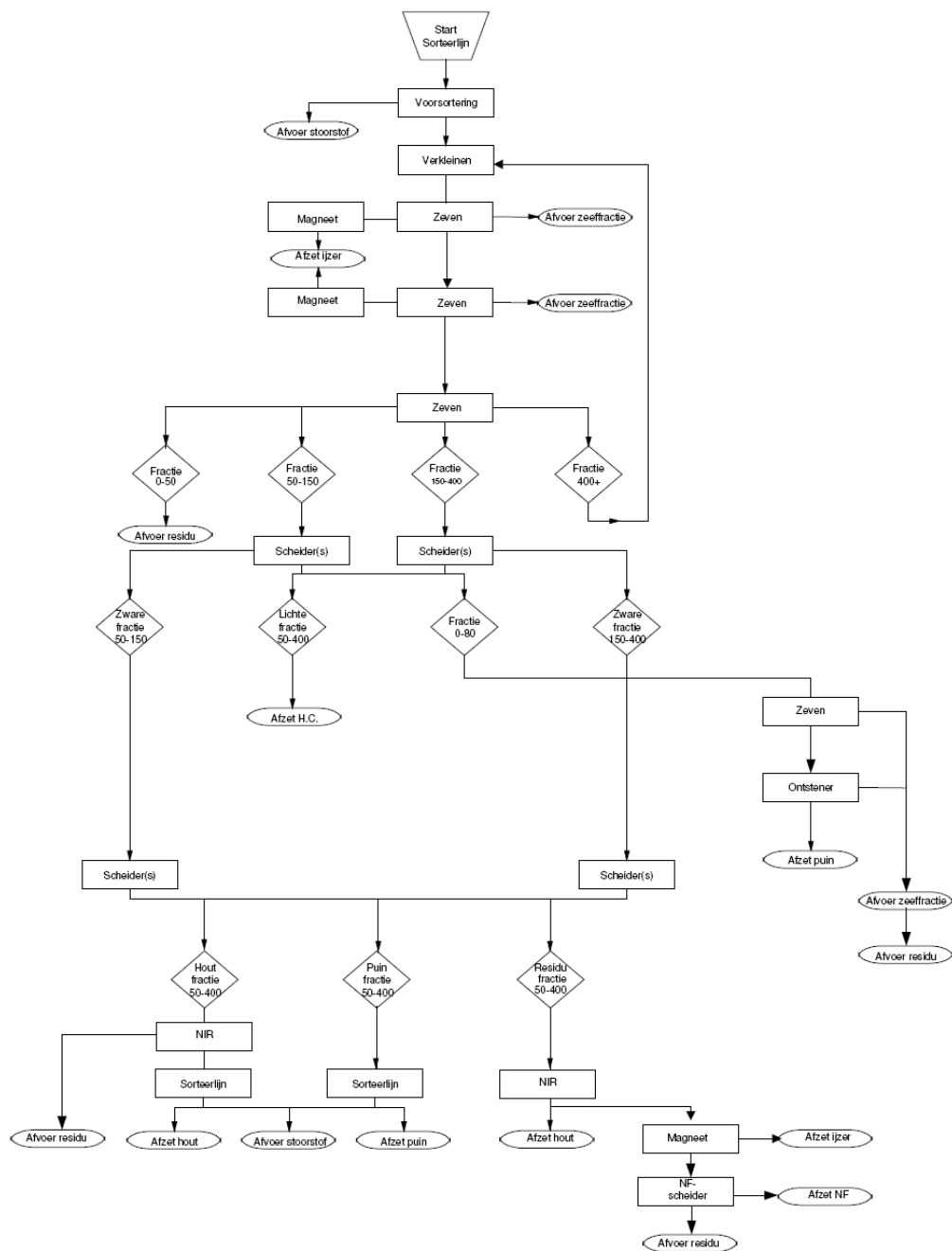
Bijlage

2

Sorteerinstallaties VAR en Attero

VAR

In de onderstaande figuur staat de sorteerinstallatie van VAR weergegeven. Hieronder volgt een omschrijving.

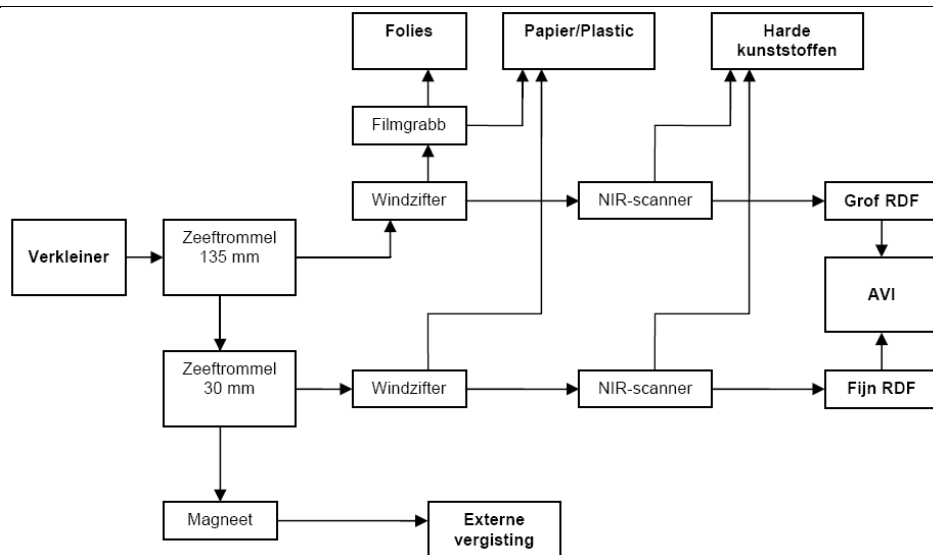


Figuur B2.1 Schematische weergave sorteerijslijn VAR Wilp

1. Na de verkleiner wordt het afval gezeefd en ontijzerd. Tevens wordt de fractie afgezeefd op 0-10mm
2. In een tweetal balistische scheiders wordt de gezeefde stroom gescheiden in een lichte fractie, een zware fractie en nog een zeeffractie (tot 50mm):
 - a. De lichte fractie wordt afgevoerd als hoogcalorisch (HC) materiaal
 - b. De zware fractie wordt verder gescheiden met behulp van een combischeider en infraroodscheiders (NIR) in:
 - i. een houtfractie
 - ii. een puinfractie (de hout- en de puinfractie worden met handmatige sortering nog opgeschoond in een sorteercabine)
 - iii. een residustroom: deze residustroom wordt nogmaals gezeefd (weer op 0-10mm) om daarna in een ontstener te worden gebracht. In deze ontstener wordt deze stroom ook in een lichte en een zware (steenachtige) fractie verdeeld
 - c. De zeeffractie tot 50mm wordt afgevoerd als residu

Attero

In de figuur hieronder staat de sorteerlijn van de Afval Energie Centrale van Attero in Wijster aangegeven.



Figuur B2.2 Schematische weergave sorteerlijn AVI Attero Wijster

De restfractie GHA wordt in de bunker met een grijper in de verkleiner gegooid: hier vindt een verkleining tot A3-formaat plaats. Het verkleinde materiaal gaat naar een zeeftrommel met zeefgaten van 135mm, vervolgens vinden de volgende stappen plaats:

1. De overloop van de 135mm zeeftrommel gaat naar de windzifter waar een Papier/Plastic (PP) fractie wordt afgescheiden
 - a. De overloop van de windzifter gaat naar de NIR-scanners
 - i. De overloop van de NIR-scanners komt in de Harde Kunststoffen fractie terecht
 - ii. Het overige afval (de 'doorval') van de NIR-scanners gaat als grof RDF naar de AVI
 - b. Uit de Papier/Plastic stroom wordt met behulp van de filmgrabber een foliefractie afgescheiden, de overloop van de filmgrabber gaat naar de PP-stroom
2. De doorval van de 135mm zeeftrommel gaat naar de 2^e zeeftrommel met zeefgaten van 30mm
 - a. De overloop van de 30mm zeeftrommel gaat naar een windzifter waar wederom Papier/Plastic wordt gescheiden. Wat overblijft, gaat naar een NIR-scanner toe
 - iii. De overloop van de NIR-scanners komt in de Harde Kunststoffen fractie terecht
 - iv. Het overige afval (de 'doorval') van de NIR-scanners gaat als fijn RDF naar de AVI
 - b. De doorval van de 30mm zeeftrommel gaat voor een deel naar externe vergisters, voordat het daar terecht komt gaat het langs een magneet waar magnetische metaaldeeltjes worden verwijderd, ook gaat een deel van de doorval van de 30mm trommel naar naar de AVI. Het digestaat dat overblijft na vergisting wordt tot op heden nog verbrand in de AVI

Bijlage

3

Sorteeranalyse bij nasorteerproef Attero

In de tabel staan de uitkomsten van de handmatige sorteeraanlyse zoals deze door Attero zelf uitgevoerd is na afloop van de door haar uitgevoerde nasorteerproef met restfractie GHA van Circulus/Berkel Milieu op 3 februari 2011.

Tabel B3.1 Uitkomsten sorteeraanlyse Attero: samenstelling fracties naar categorie materiaal (percentages zijn per fractie, niet per categorie)

Materiaal	Harde kunststoffen	Folies	Papier/Plastic	ONF ¹⁸	RDF ¹⁹
Organisch GFT	0,2 %	0 %	0 %	2,2 %	0,6 %
Grof tuinafval	0 %	0 %	0,2 %	1,2 %	0,1 %
Organisch < 20 mm	0 %	0 %	0,0 %	17,5 %	0 %
Papier/karton herbruikbaar	9,2 %	23,5 %	34,1 %	12,6 %	10,8 %
Papier/karton overig	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Plastic folie	20,5 %	69,3 %	21,9 %	3,1 %	1,8 %
Plastic flessen	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Plastic hard	29,1 %	0 %	7,8 %	8,6 %	7,5 %
Glas overig	0,1 %	0 %	0 %	15,3 %	0,3 %
IJzer	1,7 %	0,3 %	6,2 %	1,6 %	12,6 %
Non-ferro	0,9 %	0,3 %	0,8 %	0,5 %	0,2 %
Steen	1,0 %	0 %	0 %	21,2 %	12,2 %
Hout	7,9 %	0 %	0,8 %	10,8 %	23,6 %
Melk/drankkartons	0,4 %	0 %	0,2 %	0 %	0,3 %
Cellulose	1,9 %	0 %	0 %	0 %	1,8 %
Textiel	15,3 %	6,1 %	15,7 %	0,2 %	13,2 %
Tapijt/matten	0,8 %	0 %	4,3 %	0 %	4,0 %
Leer/rubber	6,4 %	0 %	7,0 %	0,7 %	9,3 %
WEB	1,1 %	0 %	0 %	0,2 %	0,1 %

¹⁸ ONF = Organische Natte Fractie, vochtig afval bestaand uit voornamelijk organisch materiaal: dit wordt vergist.

¹⁹ RDF = 'Refuse Derived Fuel', de engelstalige term voor als brandstof toegepast afval

Materiaal	Harde kunststoffen	Folies	Papier/Plastic	ONF¹⁸	RDF¹⁹
KCA	0 %	0 %	0 %	0,1 %	0 %
Rest	3,5 %	0,5 %	1,0 %	4,2 %	1,7 %
Totaal	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Bijlage

4

Toelichting additionele kosten ontmanteling

De bepaling van de kosten van de verschillende wijzen van verwerking van bankstellen en matrassen is gedaan op basis van specifieke uitgangspunten. Ook voor de bepaling van de totale kosten van nasortering en voor de referentie zijn er bepaalde uitgangspunten aangenomen. Deze bijlage geeft een toelichting en tevens de berekening van die kosten. Dit gebeurt voor alle casussen per kostenaspect.

De aspecten waarom het gaat zijn:

- Arbeidskosten
- Gebouwhuur of -afschrijvingen (incl. energiekosten)
- Transportkosten voor afzet
- Afschrijvingen op containers
- Overige kosten

Arbeidskosten

De arbeidskosten per uur verschillen per casus. In de ene casus wordt gebruik gemaakt met mensen die afkomstig zijn uit een werkgelegenheidsproject en in een ander project wordt gewerkt met een groep van een reclasseringsproject. Ook belangrijk ter bepaling van de loonkosten voor personeelsinzet zijn de gewerkte uren.

Hieronder volgt een toelichting met berekening per casus. Loonkosten voor verwerking van monostromen en restfractie en voor transport zitten reeds verwerkt in de tarieven voor afzet en transport (zie deze punten hierna).

Ontmanteling bankstellen Foenix

- In totaal is er bij Foenix 214 manuur aan ontmanteling gewerkt door de reclasseringsgroep. Er is in totaal bij Foenix 6,41 ton aan bankstellen ontmanteld
- De reclasseringsgroep zelf krijgt geen salaris van Foenix. Wel is Foenix verantwoordelijk voor een vaste begeleider. Er moet 40 uur begeleiding zijn voor 1 week werk door een groep van 5 man. Ziekmelding komt vaak voor, daarom rekenen we met 1 begeleider op 4 in plaats van 5 personen. Deze groep werkt ($4 \times 35 =$)²⁰ 140 manuur. Op 214 manuur was er 61 uur begeleiding nodig²¹.
- Verder is er 21,5 uur aan logistieke werkzaamheden verricht (voor aanvoer bankstellen en afvoer materiaal door een heftruckchauffeur)

De loonkosten voor werkbegeleider en heftruckchauffeur ligt op EUR 21 per uur. Dit leidt tot de volgende totale kosten voor 6,41 ton: EUR 1.735

- Begeleiding: EUR 1.284
- Logistiek: EUR 452

Per ton bankstellen is dit: EUR 271.

²⁰ Bij een reclasseringsproject wordt er 2 x 3,5 uur gewerkt met tussendoor in totaal 1 uur aan pauze.

²¹ Dat Foenix in 3 proefweken aan 214 manuur komt en niet aan 420 ligt eraan dat er de meeste weken maar twee dagen werk was voor ontmanteling en dat er daarnaast soms zelfs 2 personen (3 x 4 x 35) niet kwamen opdagen.

De arbeidsproductiviteit was als voor alleen het ontmantelwerk door de reclasseringsgroep:
30 kg/manuur

Ontmanteling bankstellen 2Switch

In totaal is er bij 2Switch 160 manuur aan ontmanteling gewerkt door verschillende medewerkers. Daarnaast is er 10 uur aan logistieke werkzaamheden verricht. In dit tijd is er in totaal 3,61 ton aan bankstellen ontmanteld.

De loonkosten voor de medewerkers uit het re-integratietraject is EUR 17,50. In totaal komen de arbeidskosten uit op EUR 2.963. Per ton verwerkte bankstellen zijn de arbeidskosten dan: EUR 820.

De arbeidsproductiviteit is met circa 23 kg ontmanteld per manuur erg laag. De verklaring hiervoor ligt deels in de werkomstandigheden waarover meer te vinden is in H.3.

Ontmanteling bankstellen Het Goed

In totaal is er bij Het Goed 18 manuur aan ontmanteling gewerkt door verschillende medewerkers. Daarnaast is de schatting dat er 1½ uur aan logistieke werkzaamheden is verricht (schatting: 5 minuten per uur). In totaal is er 1,39 ton aan bankstellen ontmanteld.

De minimum loonkosten voor vast personeel zijn bij Het Goed bedraagt EUR 17,50 per uur. In totaal komen de loonkosten daarmee uit op EUR 342 en per ton bankstellen op: EUR 245.

De arbeidsproductiviteit voor ontmanteling ligt met 77 kg per manuur hoog.

Ontmanteling bankstellen best case

Zoals beschreven in paragraaf 7.1 wordt voor de best case een materiaalopbrengst van 125 kg per manuur verwacht. Dit is op voorwaarde dat moeilijk ontmantelbare delen en mogelijk zelfs hele bankstellen niet ontmanteld worden.

De kringloopbedrijven verwachten dat er voor het minimumloon (loonkosten à EUR 17,50 per uur) voldoende gemotiveerde mensen te vinden zijn voor dit werk. Hiervan uitgaande komen de arbeidskosten (à EUR17,50 per uur) uit op: EUR145 per ton verwerkte bankstellen.

Verwerking bankstellen via sorteerlijn

Arbeidskosten bij de sorteerlijn en voor transport zitten inbegrepen in respectievelijk het tarief van de sorteerlijn en het transport.

Voor ontmanteling van alleen bekleding en metalen vering heeft Circulus/Berkel Milieu een groep medewerkers van Delta Zutphen ingezet. Deze hebben zonder toezicht gewerkt. Met meestal 4 personen hebben zij slechts 4 tot 12 bankstellen per dagdeel van bekleding (en bij een partij ook vering) ontdaan. Dat is ten opzichte van de proeven bij de Kringloopbedrijven een zeer lage productiviteit.

Om te kunnen vergelijken met de 'best case' gaan we daarom uit van 12 minuten ontmanteltijd per bankstel voor verwijdering van bekleding en vering. (Dit is de helft van de totale ontmanteltijd in de best case.) Voor 1 ton aan bankstellen (20 stuks) komt dit uit op 4 manuur en (à EUR 17,50/uur) EUR 70 per ton aan arbeidskosten.

Ontmanteling matrassen

Bij de proef met ontmanteling van matrassen door Delta in Zutphen is er gewerkt met mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt. Hun loonkosten liggen lager dan het minimumloon. Aangezien het niet zeker is of deze vorm van arbeid bekostigd kan blijven, gaan we uit van regulier personeel voor het minimumloon (loonkosten voor werkgever EUR 17,50 per uur).

In Zutphen werden 2 à 3 zeecontainers met matrassen per dag ontmanteld door een groep van 5 man. In 1 zeecontainer passen circa 100 matrassen (1,1 ton). Dat komt neer op 3,3 ton in 35 manuur. De voorzichtige aanname is daarom dat ontmanteling van matrassen met 10 manuur per ton gedaan kan worden. De productiviteit zou veel hoger kunnen zijn, omdat bij de proef het werk om redenen van aanvoer van materiaal regelmatig stil viel. Wel zou er ook tijd gereserveerd moeten worden om het schuim dat vrijkomt uit de ontmanteling tot balen te persen. Dit moet verder onderzocht worden. Voorlopig houden we 10 manuur per ton aan.

De loonkosten voor ontmanteling komen uit op: $10 \times \text{EUR } 17,50 = \text{EUR } 175$ per ton matrassen.

Nasortering restfractie GHA

Bij het nasorteren zitten alle loonkosten reeds verwerkt in de tarieven voor transport en sortering (van VAR en Attero).

Gebouwen

Ontmanteling meubels en matrassen algemeen

Voor gebouwhuur nemen we een gemiddelde prijs van EUR 50 per m² per jaar aan. Dit is voor de regio Apeldoorn een normaal tarief voor een verlichte en verwarmde hal. In de Randstad moeten mogelijk hogere prijzen betaald worden. Landelijker kunnen prijzen echter weer lager liggen. Terreinhuur (buitenopslag van zeecontainers) nemen we voorlopig niet mee in de kostenbepaling.

Om met 2 man een week, ofwel 80 manuur in totaal, te kunnen werken gaan we uit van een hal van 10 bij 10 meter (100m²). Daarnaast gaan we er van uit dat er 50 van de 52 weken gewerkt wordt. Per week zijn de kosten voor gebouwhuur dan: $100 \times \text{EUR } 50 / 50 = \text{EUR } 100$.

De kosten per ton verwerkt materiaal hangen deze kosten af van de arbeidsproductiviteit. De arbeidsproductiviteit per week wordt berekend door het aantal manuur in de hal (80) te vermenigvuldigen met de arbeidsproductiviteit in ton per uur (bijvoorbeeld 125 kg = 0,125 ton). Daarmee kom je uit op het aantal ton per week. Het bedrag EUR 100 moet gedeeld worden door dat aantal.

Foenix

Bij de gegeven arbeidsproductiviteit van 30 kg/manuur zijn de kosten voor gebouwhuur uit op EUR 42 per ton verwerkte bankstellen.

2Switch

Bij de gegeven arbeidsproductiviteit van 23 kg/manuur komen die met bovenstaande aannames uit op EUR 55 per ton verwerkte bankstellen.

Het Goed

Bij de gegeven arbeidsproductiviteit van 77 kg/manuur komen deze kosten met bovenstaande aannames uit op EUR 17 per ton verwerkte bankstellen.

Best case

Bij de gegeven arbeidsproductiviteit van 125 kg/manuur komen met bovenstaande aannames de gebouwkosten uit op EUR 10 per ton verwerkte bankstellen.

Verwerking bankstellen via sorteerlijn

De gegeven ontmanteltijd van 12 minuten per bankstel komt overeen met een productiviteit van 250 kg/manuur. Gebouwkosten komen met bovenstaande aannames dan uit op EUR 5 per ton.

Ontmanteling matrassen

Met 10 manuur per ton matrassen, ofwel 100 kg per manuur komen de kosten voor gebouwhuur uit op EUR 12,50 per ton.

Nasortering restfractie GHA

Bij deze optie is er geen sprake van additioneel gebruik van gebouwen bovenop het bestaande gebruik van de milieustraat. Allocatie van deze kosten over de restfractie GHA wordt niet meegenomen. Ook scheiding van matrassen en bankstellen vergt ruimte op de milieustraat, waardoor dit aspect niet voor een verschil in kosten tussen de verschillende verwerkingsopties kan zorgen.

Containers bij ontmanteling

Containerkosten zijn zeer afhankelijk van de containerprijs (die zeer fluctueert met conjunctuur en de prijs van staal)²² en van de snelheid waarmee een container gevuld wordt.

Hieronder volgt een berekening van de kosten van een container per dag. Gezien deze berekening is het duidelijk dat een container die slechts langzaam gevuld wordt veel kosten meebrengt (zie het voorbeeld bij de berekening). Het is om deze reden en gezien de kosten van transport logisch dat ontmanteling van bankstellen en matrassen plaatsvindt op de milieustraat en dat containers voor monostromen gedeeld worden met de afvoer van andere stromen. Bij benadering nemen we daarom kosten van EUR 1 per ton bankstellen of matrassen aan.

We maken de volgende aannames:

- Aanschafprijs is circa EUR 3.500 voor een zeecontainer
- Een levensduur van 10 jaar
- Een discontovoet van 5 %

Afschrijvingskosten komen uit op: EUR 453 per jaar. Inzet van een container in 50 weken per jaar voor 5 dagen per week = 250 dagen/jaar. Een container kost daarmee: EUR 1,81 per dag.

In de best case wordt er 16 manuur per dag gewerkt. Dit betekent 2 ton materiaal per dag (zie ook tabel B4.1 voor beladingsfactoren). We stellen dat er gemiddeld 1 container per dag wordt gevuld en afgevoerd (er zijn ook kleinere containers mogelijk). De kosten voor containers komen dan uit op ongeveer EUR 1 per ton. Deze kosten rekenen we alleen mee bij ontmanteling van bankstellen en matrassen en bij verwerking door VAR.

Tabel B4.1 Beladingsfactoren per container per materiaalsoort (bron: Circulus)*

Materiaal	Belading (ton)	Soort container
Bankstellen	1	Zeecontainer
Matrassen	1,2	Zeecontainer
Schuim en latex	0,8	Zeecontainer
Hout	2	In een 40m ³ bak
Metaal	4	In een 20m ³ bak
Leer, textiel	0,8	Zeecontainer
GHA-restafval	10	In een 40m ³ bak

* Een kanttekening is dat schuim voor transport geperst kan worden tot balen; Hout kan, wanneer fijngebeukt/-gewalst, ook met veel meer gewicht in een container

²² Bron: Kruizinga, bedrag is exclusief BTW. De aanschafprijzen van containers variëren zeer sterk met de staalprijs en de conjunctuur. Prijzen liggen vrijwel altijd boven de EUR 2.000.

Transport

Uitgangspunt voor transportkosten voor afzet van monostromen en de restfractie GHA is dat transportkosten voor heen- en terugreis per vracht EUR 69 per uur bedragen²³. Transportkosten hangen dus sterk af van belading en reisduur per vracht. Voor aanvoer gaan we er van uit dat de huidige situatie gehandhaafd wordt en dat ontmanteling van bankstellen en matrassen op of nabij de milieustraat plaats zal vinden. Per materiaalsoort (of monostroom) doen we de volgende aannames:

Schuim en latex

Deze worden opgehaald door de afnemer. Transportkosten zijn reeds verwerkt in het afzettarief (zie Hoofdstuk 6).

Hout

1. De afnemer van hout bevindt zich altijd in de omgeving van een milieustraat. Reistijd enkele reis inclusief wegen, papierwerk en lossen wordt op drie kwartier geschat. Heen- en terug bedraagt de reisduur 1,5 uur
2. Belading na beuken van het hout bedraagt 4 ton per container
3. Kosten transport: $\text{EUR } 69 * 1,5 / 4 = \text{EUR } 25$ per ton hout

Metaal

1. De afnemer van metaal bevindt zich altijd in de omgeving van een milieustraat. Reistijd enkele reis inclusief wegen, papierwerk en lossen wordt op drie kwartier geschat. Heen- en terug bedraagt de reisduur 1,5 uur
2. Belading is 4 ton per container
3. Kosten transport: $\text{EUR } 69 * 1,5 / 4 = \text{EUR } 25$ per ton metaal

Leer en textiel

1. De afnemer van leer en textiel bevindt zich altijd in de omgeving van een milieustraat. Reistijd enkele reis inclusief wegen, papierwerk en lossen wordt op drie kwartier geschat. Heen- en terug bedraagt de reisduur 1,5 uur
2. Belading is 0,8 ton per container
3. Kosten transport: $\text{EUR } 69 * 1,5 / 0,8 = \text{EUR } 125$ per ton leer of textiel

Restfractie naar sorteerlijn

1. Een sorteerlijn bevindt zich in de omgeving van een milieustraat. Reistijd enkele reis inclusief wegen, papierwerk en lossen wordt op drie kwartier geschat. Heen- en terug bedraagt de reisduur 1,5 uur
2. Belading is 10 ton per container
3. Kosten transport: $\text{EUR } 69 * 1,5 / 10 = \text{EUR } 10$ per ton restfractie GHA

²³ Bron: Circulus/Berkeel Milieu

Restfractie naar AVI

1. De afnemer van de restfractie GHA bevindt zich verder weg dan de afnemer van monostromen. Het gaat om sorteerlijnen en AVI's. De reis inclusief wegen, papierwerk en lossen wordt op 1,5 uur geschat. Heen- en terug bedraagt de reisduur 3 uur
2. Belading is 10 ton per container
3. Kosten transport: $EUR\ 69 * 3 / 10 = EUR\ 21$ per ton restfractie GHA

Transportkosten per casus

Op basis van bovenstaande uitgangspunten komen kosten voor transport per casus uit op de cijfers zoals hieronder berekend.

Foenix

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Leer	62,4	7,80
Textiel	53,0	6,63
Hout	624,0	15,60
Metaal	40,6	1,01
Restafval	85,8	1,80
Totaal	865,8	32,85

2Switch

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Leer	30,5	3,81
Textiel	22,2	2,77
Hout	349,0	8,73
Metaal	27,7	0,69
Restafval	440,4	9,25
Totaal	869,8	25,25

Het Goed

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Leer	50,3	6,29
Textiel	50,3	6,29
Hout	364,4	9,11
Metaal	35,9	0,90
Restafval	86,2	1,81
Totaal	587,1	24,39

Best case

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Leer	50,0	6,25
Textiel	40,0	5,00
Hout	360,0	9,00
Metaal	35,0	0,88
Restafval	370,0	7,77
Totaal	855,0	28,90

Verwerking bankstellen via sorteerlijn

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Leer	50,0	6,25
Textiel	40,0	5,00
Metaal	35,0	0,88
Restafval	875,0	8,75
Totaal	1.000	20,88

Ontmanteling matrassen

Materiaal	kg/ton	Transportkosten (EUR)
Textiel	150,0	18,75
Metaal	70,0	1,75
Restafval	310,0	6,51
Totaal	530	27,01

Nasortering

EUR 10 per ton restfractie GHA, zie aannames hierboven.

Overige kosten

De overige kosten bij ontmanteling worden onderverdeeld in:

1. Afschrijvingen voor werktafels en afzuiging
2. Afschrijvingen voor gereedschap
3. Afschrijvingen voor vervanging van mesjes (tapijtmes/stanleymes)

Deze worden alle drie voor de eenvoud op EUR 1 per ton ontmanteld materiaal geschat: in totaal EUR 3 per ton ontmanteld materiaal.

Additionele kosten referentie: restfractie GHA in een AVI

Additionele kosten voor de afzet naar een AVI zijn het transport van milieustraat naar AVI. In de referentie nemen we om dezelfde reden van gedeeld gebruik van containers op een milieustraat geen afschrijvingskosten voor de 40-kuubs container mee. Overige kosten worden ook buiten beschouwing gelaten.

Opgemerkt dient te worden dat bij Circulus/Berkel Milieu transport naar de AVI (in Wijster) normaal per trein gebeurt, vanaf de locatie Apeldoorn. Daarbij is er op het terrein voortransport met een vrachtwagen of kraan en overslag met een kraan. Voor de vergelijking met de ontmantelingscasus is er, om recht te doen aan de meer gebruikelijke situatie in Nederland, gewerkt met afvoer per truck met een 40m³ container. Dit is volgens Circulus/Berkel Milieu een goede referentiesituatie.

Voor transport naar een AVI per truck gelden de aannames voor transport zoals hierboven gesteld en komen we uit op kosten van EUR 21 per ton GHA.

Bijlage

5

Toelichting bepalingsmethode milieudruk

Inleiding

Uitgangspunt voor de bepaling van de verlaging van de milieudruk is de studie die is uitgevoerd door het IVAM in 2010: 'Milieu-analyse restfractie Grof Huishoudelijk Afval'. Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het voormalig ministerie van VROM²⁴ en SenterNovem²⁵.

Doel van die studie was het inzichtelijk maken van de milieudruk van de hele keten voor de materialen die in de restfractie van het Grof Huishoudelijk Afval (GHA) zaten. Voor de samenstelling van de restfractie GHA is men uitgegaan van de inschatting zoals gemaakt door TNO²⁶. Als aanvulling op de analyse van TNO heeft het IVAM een inschatting gemaakt van het aandeel katoen en leer binnen de fractie textiel, waarbij onder andere gebruik is gemaakt van verkoopcijfers voor leren bankstellen door CBW Mitex. Deze samenstelling staat weergegeven in tabel B5.1.

Voor de bepaling van de milieudruk gebruikt het IVAM de ReCiPe methode. Dit is een methode voor (milieu-) levenscyclusanalyse (LCA). Deze methode is ontwikkeld door meerdere Nederlandse organisaties (onderzoek en overheid) die actief zijn op het gebied van LCA. Hieronder volgt een korte toelichting.

ReCiPe LCA-methode

De basis van een LCA is het in kaart brengen van de keten of levenscyclus voor een product of dienst. Dit begint met vast te stellen wat het product of de dienst inhoudt. Vervolgens moet de levenscyclus in kaart gebracht worden. Er zijn in principe twee varianten voor de levenscyclus:

- *Cradle-to-gate*: waarbij de levenscyclus van de winning van grondstoffen tot het vervaardigde product voor transport naar afnemers (aan de *factory gate*) in kaart wordt gebracht
- *Cradle-to-grave*: waarbij de levenscyclus inclusief het gebruik en de afdanking of eindverwerking (*end-of-life*) in kaart wordt gebracht

Hoe uitgebreid deze levenscyclus in beeld gebracht wordt is een belangrijke keuze binnen LCA: dit zijn de systeemgrenzen van je analyse. Vaak wordt ervoor gekozen de productie en afdanking van kapitaalgoederen zoals fabrieken en machines buiten beschouwing te laten, maar het energiegebruik van deze machines wel mee te nemen.

Vaak worden productieprocessen gebruikt voor meerdere producten. Hetzelfde geldt voor afvalverwerking of recycling. Dit zijn vraagstukken van de allocatie van milieudruk over processen. Dit speelt ook bij de vraag hoeveel milieudruk van de productie van nieuw materiaal aan het nieuwe materiaal zelf en hoeveel aan het gerecyclede materiaal moet worden toegekend. Hetzelfde geldt voor uitsparing van milieudruk bij recycling. Het IVAM rekent uitgespaarde energieproductie door verbranding van afval bijvoorbeeld toe aan het verbrandde materiaal. Voor zulke allocatie vraagstukken wordt er meestal gekozen voor allocatie op basis van economische waarde. Belangrijk is ook de vraag wat het referentie- of vergelijkingssysteem is.

²⁴ Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu

²⁵ In 2010 opgegaan in AgentschapNL

²⁶ 'Prioritaire afvalstromen in beeld: Restfractie grof huishoudelijk afval', TNO, Utrecht, 2009

Tabel B5.1

Deel restfractie GHA	Categorie	Materiaal	Massa (kg)	Milieudruk (ecoPt)	EcoPt per kg
Huisraad	Hout	Zachthout	174	9,6	0,055
		Hard hout	45	7,3	0,163
		Multilayer	54	5,6	0,104
		Spaanplaat MDF	27	0,3	0,013
		Subtotaal	300	22,9	0,076
	Metaal	Ferro	35	5,8	0,166
		Aluminium	15	6,4	0,425
		Subtotaal	50	12,2	0,244
	Kunststoffen	PP	50	17,1	0,342
		PVC	25	9,0	0,359
		HDPE	25	5,0	0,200
		Subtotaal	100	31,1	0,311
	Textiel (excl leer)	PET	16,5	6,4	0,388
		Nylon	16,5	21,9	1,327
		Katoen	11	30,4	2,764
Subtotaal		44	58,7	1,334	
Leer		5,5	159,0	28,909	
Totaal Huisraad		499,5	283,9	0,568	
Overig	Steenachtig bouwafval		225	6,5	0,029
	Hout		125	9,4	0,075
	Kunststoffen		60	23,3	0,389
	Textiel		74,25	72,4	0,975
Totaal overig		484,25	111,7	0,231	
Totaal restfractie GHA		983,75	395,6	0,402	

Meer informatie over LCA en ReCiPe is te vinden op:
<http://www.rivm.nl/milieuportaal/dossier/lca/recipe/>
<http://www.lcia-recipe.net/>

Bijlage

6

Leden van de klankbordgroep

De leden van de klankbordgroep restfractie Grof Huishoudelijk Afval zijn:

- Roland Amoureux, AVR - Van Gansewinkel
- Roy Claassen, gemeente Almere
- Eveline de Kruijff, brancheorganisatie CBW-Mitex
- Harry Slotema, Branchevereniging Kringloopbedrijven Nederland (BKN)
- Jan van Delft, DAR NV
- Maarten Goorhuis, NVRD (Koninklijke vereniging voor afval- en reinigingsmanagement)
- Pieter Reus, Milieudienst SRE
- Rien Rense, Rense Milieu Advies
- Marc Veenhuizen, gemeente Apeldoorn
- Wendy van Eijnatten, Dienst Milieu- en Bouwtoezicht, gemeente Amsterdam
- Debbie van Haastrecht, Ministerie van Infrastructuur en Milieu
- Joost Lommelaars, AgentschapNL
- Walter van den Wittenboer, AgentschapNL
- Geert Cuperus, Tauw
- Michiel Westerhoff, Circulus

Bijlage

7

Foto's van de proeven en monostromen

In deze bijlage geven we een impressie van de materialen (monostromen) en de ontmantelingswerkzaamheden. Dit doen we per hoofdstuk van het rapport. De foto's zijn tot stand gekomen met medewerking en hulp van de medewerkers van Foenix, 2Switch, Het Goed, Delta Zutphen (matrassen) en VAR.

Hoofdstuk 3, Ontmanteling van meubels

Ervaringen

1. Bij het ontmantelen was de eerste stap vaak het verwijderen van poten en achter- en onderkant van de bekleding:



Opensnijden onderzijde



Verwijderen poten – modern bankstel



Opensnijden onderzijde

2. Een volgende stap was meestal het losknippen van de metalen vering:



Losknippen vering 1



Losknippen vering 2

3. De stap daarna was meestal het verwijderen van bekleding en schuim aan de voor- en bovenzijde:



Lossnijden en -trekken bekleding – klassiek bankstel



Lossnijden en -trekken schuim

4. Indien nodig in verband met verlijmd materialen werden vervolgens de armleuning verwijderd:



Losschroeven (/boren) + loskloppen/-trekken armleuning



ArMLEuning – modern (mengsel hout, karton, schuim, bekleding)

5. Goede kwaliteit materieel was belangrijk. Er werd voornamelijk handgereedschap gebruikt en daarnaast soms een slijptol:



Gereedschap – 2Switch



Gereedschap – Foenix (niet op foto: koevoet, hamers)

Materiaalopbrengst

Onderstaande foto's geven een impressie van het materiaal dat vrijkwam bij ontmanteling van meubels:



Schuim



Hout



Textiel



Leer en skai



Metaal



Restafval



Kussenvulling – "fiberfill"



Poten – verkoopbaar, Het Goed

Hoofdstuk 7, Ontmanteling van matrassen

Ervaringen

Bij ontmanteling van matrassen werden de volgende stappen gezet werd gebruik gemaakt van een grote werktafel. De erop gemonteerde zaag met geleiderails bleek niet de makkelijkste werkwijze te bieden voor het personeel en werd daarom niet gebruikt:



1. Het proces begint met het opensnijden van de matrassen:



2. In een volgende stap wordt de tijk (het textiel) van de matras losgetrokken:



3. Bij het snijden wordt zo diep gesneden dat vering (indien aanwezig) ook direct uit de matrassen verwijderd kan worden:



Materiaalopbrengst

Een impressie van het materiaal dat uit de proef vrijkomt volgt op de volgende foto's:

Schuim A-kwaliteit:



Schuim B-kwaliteit:



Latex:



Textiel:



Metaal:



Restafval:



Hoofdstuk 7.3, Verwerking bankstellen via sorteerlijn

Bij verwerking van de bankstelkarkassen via de sorteerlijn werden de partijen gebeukt aangeleverd:



Batch 1 (zonder metalen veren)



Batch 2 (met metalen veren)

De materialen die uit de proef kwamen waren de volgende:



Zeeafresidu 0 – 20 mm



Hout RTT



HC-materiaal



Hout hal 4



Residu 20-100



Grof residu



Residu sortteercabine



IJzer