Vlaanderen
is materiaalbewust

# ONDERZOEK NAAR DE RECYCLEERBAARHEID VAN NAGESORTEERDE MATERIALEN

**EINDRAPPORT**

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

WWW.OVAM.BE

Deze studie werd uitgevoerd in het kader van het C-MARTLIFE project.
Het C-MARTLIFE project ontvangt steun van het LIFE Programma van de Europese Unie.

SAMEN MAKEN WE MORGEN MOOIER

OVAM

/ rapport

# ONDERZOEK NAAR DE REYCLEERBAARHEID VAN NAGESORTEERDE MATERIALEN

Eindrapport

publicatiedatum / 17.12.2020

Vlaanderen is materiaalbewust

www.ovam.be

## DOCUMENTBESCHRIJVING

1 *Titel van publicatie:*
Onderzoek naar de reycleerbaarheid van nagesorteerde materialen

2 *Verantwoordelijke Uitgever:*
OVAM

1. *Wettelijk Depot nummer:* XXXXXXX

3 *Trefwoorden:*
XXXXXXXXXXXXXXXXXXX

4 *Samenvatting:*
Deze brochure ……

5 *Aantal bladzijden: 52*

6 *Aantal tabellen en figuren: /*

7 *Datum publicatie:*
2020

8 *Prijs*: /*

9 *Begeleidingsgroep en/of auteur: /*

10 *Contactpersonen:*
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

*2. Andere titels over dit onderwerp: /*
xxxx

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:
http://www.ovam.be

* Prijswijzigingen voorbehouden.

INHOUD

Executive summary....5
1 Inleiding....9
1.1 Doel van de studie 9
1.2 Plan van aanpak 10
2 Uitdagingen huidige situatie....12
2.1 Uitdagingen bedrijfsrestafval 12
2.2 Code van goede praktijk en resultaatsverbintenissen 13
2.3 Economische situatie 14
3 Inzichten uit literatuur en stakeholderinterviews....16
3.1 Uitdagingen bronsortering 16
3.2 Technologische mogelijkheden van nasortering 17
3.3 Afzetmarkten en toepassingen 18
3.4 Technologische ontwikkelingen 19
4 Bepaling Recycleerbaarheid....22
4.1 Onderzoeksvraag 22
4.2 Literatuur 22
4.3 Definitie recycleerbaarheid 23
4.4 Recycleerbaarheid Papier en karton 25
4.4.1 Technische recycleerbaarheid 26
4.4.2 Economische recycleerbaarheid 28
4.4.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030 29
4.4.4 Conclusies voor papier en karton nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval 30
4.5 Recycleerbaarheid Kunststoffen 31
4.5.1 Technische recycleerbaarheid 31
4.5.2 Economische recycleerbaarheid 34
4.5.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030 36
4.5.4 Conclusies voor kunststoffen nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval 39
4.6 Recycleerbaarheid Textiel 40
4.6.1 Technische recycleerbaarheid 40
4.6.2 Economische recycleerbaarheid 42
4.6.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030 42
4.6.4 Conclusies voor textiel nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval 43
5 Conclusies....44
6 Aanbevelingen....49
7 Bibliografie....52

# EXECUTIVE SUMMARY

EY en VKC-Centexbel hebben in opdracht van de OVAM een studie uitgevoerd omtrent de nasortering van bedrijfsrestafval. Deze opdracht kadert binnen de toekomstige Vlarema 8 wetgeving die een reeks resultaatsverbintenissen zal opleggen waaraan bedrijfsrestafval, dat individueel wordt ingezameld, moet voldoen vooraleer het verbrand mag worden. Hoewel Vlaanderen bronsortering door bedrijven verder wil verbeteren, zal een deel van het bedrijfsrestafval wellicht een nasortering moeten ondergaan om de resultaatsverbintenissen te halen.

Nasortering van bedrijfsrestafval zal inspanningen vergen van de inzamelaar, afvalstoffenhandelaar of makelaar (IHM) en is enkel zinvol als het recyclaat naar een (bij voorkeur hoogwaardige) toepassing kan gaan. Voor papier en karton, harde kunststoffen en textielafval wordt in de resultaatsverbintenissen aangegeven dat enkel 'recycleerbaar' materiaal moet nagesorteerd worden. Dit begrip is echter voor interpretatie vatbaar. In deze studie onderzochten we wat 'recycleerbaar' meer concreet betekent in het kader van deze resultaatsverbintenissen.

De analyse die is uitgevoerd in deze studie is gebaseerd op informatie uit literatuur en uit 12 interviews met stakeholders. Recycleerbaarheid is hierbij als volgt gedefinieerd:

Een materiaal is recycleerbaar als het aan elk van volgende voorwaarden voldaan is:

1. Het recyclaat kan als **grondstof** gebruikt worden voor de **productie** van **nieuwe producten**, voor **componenten** die een onderdeel vormen van een product of als **gerecycleerde grondstof**. Toepassingen waarbij het recyclaat voor energierecuperatie of brandstof wordt ingezet worden uitgesloten;
2. Er is een **systeem** voorhanden voor de **inzameling, sortering, verwerking en recyclage** van deze materiaalstroom '***in practice and at scale***'. De sortering en verwerking moet bijgevolg toelaten om recyclaat te bekomen dat de karakteristieken van virgin grondstoffen of van gedefinieerde stromen voor recyclage minstens benadert;
3. De materiaalstroom veroorzaakt **geen ernstige hinder in het recyclageproces**, wat wil zeggen dat bijmenging van deze stroom geen technische problemen in het recyclageproces of kwaliteitsverlies van het eindproduct veroorzaakt; en
4. Er bestaat een **afzetmarkt** voor de recyclaatstroom of er wordt verwacht dat deze zich ontwikkelt binnen de vooropgestelde tijdsduur.

Het doelbewust opmengen van materiaalstromen met als doel de recycleerbaarheid van het materiaal te beïnvloeden ontdoet de stroom niet van zijn recycleerbaar karakter. Een recycleerbare stroom mengen met een andere stroom om zo een niet-recycleerbaar mengsel te bekomen is met andere woorden niet toegelaten.

De eerste drie voorwaarden zijn bij de analyse samengenomen onder technische recycleerbaarheid. Het vierde criterium wordt beschouwd als een essentiële voorwaarde voor de economische recycleerbaarheid. Bij de analyse is de recycleerbaarheid voor drie tijdstippen geëvalueerd: de huidige situatie en de verwachte situaties in 2023 en 2030.

Op basis van de beschikbare informatie wordt de **recycleerbaarheid per stroom** nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt ingeschat:

**Papier en karton:**

- Nagesorteerd papier en karton dat aan de kwaliteit van de EN643 standaardsoorten voldoet is economisch en technisch recycleerbaar op voorwaarde dat het niet gedegradeerd is onder invloed van vocht;
- Nagesorteerd papier en karton dat is verontreinigd met stoffen die verboden zijn door de EN643-norm[1], of dat gedegradeerd is onder invloed van vocht is technisch niet recycleerbaar. Daarnaast bestaan er op heden geen toepassingen, en dus ook geen afzetmarkt, voor deze stromen. Bronsortering geniet de voorkeur om deze fractie te beperken;
- Nagesorteerd papier en karton, dat matig verontreinigd is en niet tot de bovenstaande twee categorieën behoort, is technisch meestal recycleerbaar, maar binnen de huidige marktomstandigheden bestaat er geen structurele afzetmarkt; en
- Op basis van de beschikbare informatie wordt niet verwacht dat de technische en de economische recycleerbaarheid voor papier en karton significant zullen wijzigen tegen 2023 en 2030.

**Kunststoffen:**

- PVC, PE, PET en PS zijn technisch en economisch recycleerbaar op voorwaarde dat de stromen via gekende technieken kunnen opgezuiverd worden tot >95%;
- PP materiaal dat kan opgezuiverd worden tot >95% is technisch recycleerbaar, maar het recyclaat laat weinig toepassingen toe;
- Er wordt verwacht dat PP materiaal dat kan opgezuiverd worden tot >95% tegen 2030 technisch en economisch recycleerbaar zal zijn;
- PVC, PE, PP, PET en PS die niet kunnen opgezuiverd worden tot >95% zijn technisch niet recycleerbaar op mechanische wijze. Daarnaast zijn er weinig geschikte toepassingen voor het recyclaat; en
- Er wordt niet verwacht dat PVC, PP en PS stromen, die niet kunnen opgezuiverd worden tot >95%, in 2030 technisch recycleerbaar zouden zijn. Voor PE en PET is dit mogelijks wel het geval. De (snelheid van de) doorbraak van chemische recyclage zal hierbij bepalend zijn.

[1] De EN643 definieert verboden materialen als "alle materialen die een gevaar vormen voor gezondheid, veiligheid en milieu, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar"

**Textiel:**

- Zowel verontreinigd als niet-verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal is momenteel technisch niet recycleerbaar. Daarnaast is er op heden geen afzetmarkt voor deze stroom; en
- Het is mogelijk dat niet- verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal tegen 2030 technisch recycleerbaar is, en dat dit in geval van chemische recyclage tegen 2030 ook economisch haalbaar wordt.

Op basis van de vaststellingen en conclusies zijn enkele **aanbevelingen** geformuleerd:

**1. Richtlijnen**

Deze studie heeft getracht om het begrip recycleerbaarheid, gebaseerd op technische en economische recycleerbaarheid, te vertalen naar de resultaatsverbintenissen uit de Code van goede praktijk. Integratie en verduidelijking van dit begrip in de (toepassing van de) regelgeving helpt om discussies op het terrein te vermijden.

**2. Actualisatie van de sorteeranalyse**

De laatste sorteeranalyse van het bedrijfsrestafval in Vlaanderen dateert van 2017. Gelet op de recente wijzigingen in de regelgeving is het aangewezen om een actualisatie van de sorteeranalyse uit te voeren. Dit zou toelaten om de sorteercijfers te updaten en de impact van het gevoerde beleid in te schatten.

**3. Controle en handhaving**

Ondanks de inspanningen van de Afdeling Handhaving en de lokale besturen, is de pakkans bij overtredingen op de bronsortering voor de afvalstoffenproducenten vrij beperkt. Voorliggende studie bevestigt opnieuw dat bronsortering cruciaal is om materialen te kunnen recycleren. Een versterkte controle en handhaving op bronsortering bij de afvalproducenten (zowel klasse 1, 2 en 3 bedrijven) is dan ook aanbevolen.

Als nasortering van bedrijfsrestafval noodzakelijk is, zal dit grote inspanningen vragen van de IHM. Een gelijke toepassing (inclusief handhaving) van de regelgeving binnen de volledige afvalsector is dan ook belangrijk om concurrentievervalsing te vermijden.

**4. Recycled content en uitgebreide producentenverantwoordelijkheid**

Door het ontbreken van een aparte vraag naar gerecycleerde kunststoffen, is de prijs sterk gecorreleerd aan die van primaire kunststoffen. Bijkomende initiatieven kunnen helpen om gerecycleerde grondstoffen te differentiëren van virgin grondstoffen en de marktvraag te bevorderen.

(Lokale) overheden kunnen verplichtingen inzake recycled content opnemen in de bestekken voor overheidsaanbestedingen. Op Vlaams niveau kan Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid (UPV) met zogenaamde 'modulated fees' worden ingevoerd. Bij UPV draagt de producent die het product op de markt heeft geplaatst de verantwoordelijkheid voor de inzameling en verwerking van zijn producten die in de afvalfase zijn aanbeland. Veelal betaalt de producent een bijdrage aan een beheersorganisatie die deze

verantwoordelijkheid overneemt. Het is mogelijk om die bijdrage te differentiëren (modulated fees), in functie van de mate waarin het product recycled content bevat.

## 5. Kennis en informatie

Ondanks de vele initiatieven die de Vlaamse en lokale overheden reeds hebben genomen, blijkt uit de studie dat veel afvalstoffenproducenten nog kennis missen om hun afval correct aan de bron te scheiden. Aangezien bronsortering cruciaal is om recycleerbare materialen te recupereren, moet bijgevolg verder ingezet worden op informatieverstrekking.

Omdat de inzet van gerecycleerde grondstoffen meestal samenwerking tussen meerdere schakels van de waardeketen vereist, is het belangrijk dat kennis gedeeld wordt over de volledige keten. Recyclagebedrijven worden steeds meer betrokken bij de ontwikkeling van producten, maar dit is nog steeds geen standaard praktijk. Vlaanderen zou samenwerking tussen de verschillende schakels van de waardeketen bijkomend kunnen ondersteunen door het lanceren van specifieke Green Deals[2].

[2] Een Green Deal is een lerend netwerk dat gericht is op vernieuwende samenwerkingen met als doel om op korte termijn duurzame acties te realiseren. Zie volgende website voor een overzicht van de green deals in Vlaanderen: https://omgeving.vlaanderen.be/green-deals

# 1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bespreekt het doel en het uitgevoerde plan van aanpak van de studie.

## 1.1 DOEL VAN DE STUDIE

EY en VKC-Centexbel voeren in opdracht van de OVAM een studie uit omtrent de nasortering van bedrijfsrestafval. Deze opdracht kadert binnen de toekomstige Vlarema 8 wetgeving die een reeks resultaatsverbintenissen zal opleggen waaraan bedrijfsrestafval, dat individueel wordt ingezameld, moet voldoen vooraleer het verbrand mag worden. Hoewel Vlaanderen bronsortering door bedrijven verder wil verbeteren, zal een deel van het bedrijfsrestafval wellicht een nasortering moeten ondergaan om de resultaatsverbintenissen te halen.

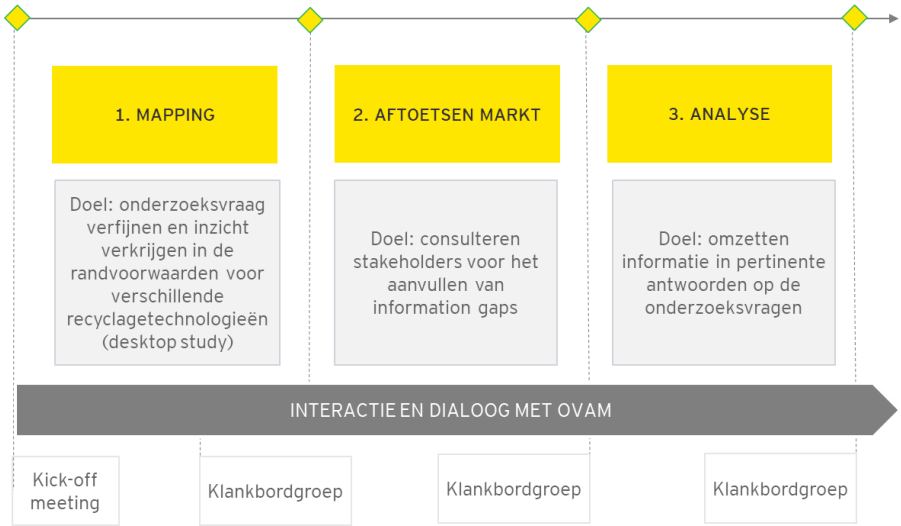
Nasortering van bedrijfsrestafval zal inspanningen vergen van de inzamelaar, afvalstoffenhandelaar of makelaar (IHM) en is enkel zinvol als het recyclaat naar een (bij voorkeur hoogwaardige) toepassing kan gaan. Er zijn vandaag op het terrein nog discussies over de recycleerbaarheid van bepaalde materialen aanwezig in het bedrijfsrestafval. In het kader van deze discussies heeft de OVAM een studie uitgeschreven die voor een selectie van materialen aangeeft:

- Wat de technische kwaliteitseisen zijn waaraan nagesorteerd materiaal moet voldoen zodat het na recyclage voor hoogwaardige (bij voorkeur) of laagwaardige toepassingen kan worden ingezet;
- Wat de eventuele bijkomende voorwaarden zijn die door de markt worden gevraagd, met eventuele verschillen tussen vereisten voor hoogwaardige en laagwaardige toepassingen; en
- Welke nagesorteerde materialen vandaag niet te recycleren zijn en welke daarvan de recyclage van andere materiaalgroepen kunnen bemoeilijken.

Deze studie, waarvan voorliggend rapport het eindrapport is, focust op volgende stromen: thermoplastische kunststoffen (PE/PP/PET/PVC/PS), textiel, papier en karton.

## 1.2 PLAN VAN AANPAK

De studie heeft het volgende plan van aanpak gevolgd:




De eerste stap betreft een desktop study die de technisch-economische randvoorwaarden voor de recyclage van nagesorteerde materiaalstromen in kaart brengt. De tweede stap slaat op een reeks interviews met stakeholders om de bevindingen van de eerste stap te valideren en ontbrekende informatie te verzamelen. De derde stap zet de verzamelde informatie om in antwoorden op de onderzoeksvragen. Zowel een tussentijds rapport als het finale rapport zijn voorgesteld en besproken in een ruime klankbordgroep.

De onderstaande tabel geeft weer welke interviews zijn uitgevoerd in het kader van deze studie. Per materiaalstroom zijn telkens meerdere deskundigen geselecteerd die, bij voorkeur, verschillende schakels van de verwerkingsketen vertegenwoordigen. Om het beeld te vervolledigen zijn ook twee beheersorganismen, een kenniscentrum en een sectorfederatie geïnterviewd. Doordat verschillende geïnterviewde organisaties betrokken zijn bij initiatieven op Europees niveau, houdt deze studie rekening met de Europese context. Er zijn in totaal 12 interviews uitgevoerd.

| | Land | Papier | Kunststoffen | Textiel |
|---|---|---|---|---|
| **Producenten afvalverwerkingsmachines** | | | | |
| Lybover Recycling (Bulk ID) | België | | X | |
| Tomra Recycling | België | X | X | X |
| **Inzamelaars/recyclagebedrijven** | | | | |
| Renewi | België | X | X | X |
| Indaver | België | | X | |
| Gielen  Recyclage | België | X | X | |
| Kunststof recycling Van Werven BV | Nederland | | X | |
| **Federaties** | | | | |
| CEPI | Europa | X | | |
| **Verbruikers van gerecycleerde materialen** | | | | |
| VPK Packaging | België | X | | |
| Stora Enso | België | X | | |
| **Kenniscentrum** | | | | |
| VKC-Centexbel | België | | X | X |
| **Beheersorganisaties** | | | | |
| Fost Plus | België | X | | |
| Valipac | België | X | X | X |

*Tabel 1: Overzicht van de uitgevoerde interviews*

# 2 UITDAGINGEN HUIDIGE SITUATIE

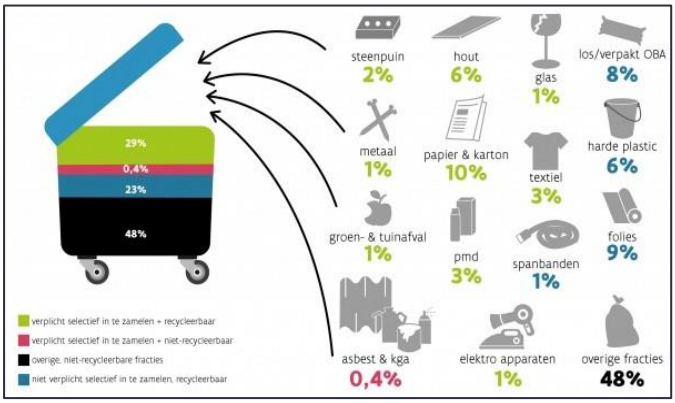
Dit hoofdstuk beschrijft de samenstelling va het bedrijfsrestafval, de context rond de code van goede praktijk voor inzameling van bedrijfsrestafval en de uitdagingen van de huidige economische situatie.

## 2.1 UITDAGINGEN BEDRIJFSRESTAFVAL

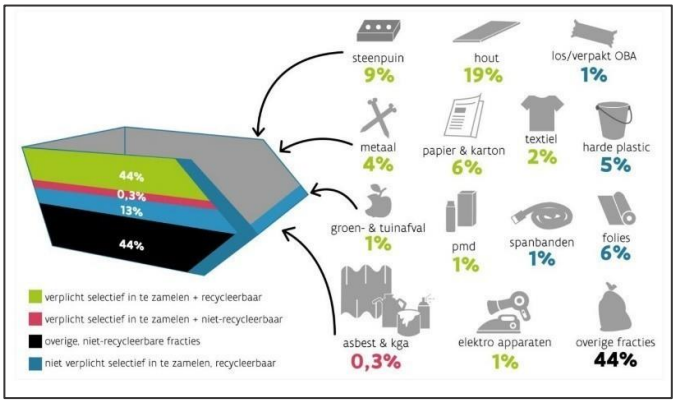
De term bedrijfsrestafval dekt verschillende ladingen. De definitie verwijst naar de fractie bedrijfsafvalstoffen die niet selectief wordt aangeboden of ingezameld. Er is een verplichting om bepaalde recycleerbare en/of gevaarlijke afvalstoffen aan de bron te scheiden (VLAREMA 4.3.2), maar in de praktijk gebeurt dit niet altijd. Hierdoor kan bedrijfsrestafval zowel bestaan uit een reststroom zonder aan de bron te scheiden materialen, alsook een stroom met daarin nog een aanzienlijke hoeveelheid materialen die eigenlijk aan de bron gesorteerd moesten worden. Over de verschillende bedrijven heen zal het restafval een zeer heterogene samenstelling hebben.

In 2017 is er bij de Vlaamse bedrijven 0,88 miljoen ton bedrijfsrestafval ingezameld[3]. Dit is 5,8% meer dan in 2013. Vlaanderen heeft als doel om de hoeveelheid bedrijfsrestafval met 15% te doen afnemen tegenover 2013, gecorrigeerd voor het aantal werknemers. Na toepassing van de tewerkstellingscorrectie bleek dat het bedrijfsrestafval in 2017 met 0,9% was gestegen tegenover 2013.

De sorteeranalyse die de OVAM in 2017 heeft uitgevoerd[4] gaf aan dat een groot deel van het bedrijfsrestafval bestaat uit materialen die verplicht selectief moeten worden ingezameld: gemiddeld 29-44%. Gemiddeld is ook meer dan 50% van de materialen technisch recycleerbaar. Bij de sorteeranalyse zijn zowel rol- als afzetcontainers geanalyseerd. De respectievelijke resultaten zijn opgenomen in Figuur 1 en Figuur 2.




*Figuur 1: Samenstelling bedrijfsrestafval in rolcontainers, (cijfers 2017). Eindrapport sorteeranalyse Bedrijfsrestafval 2018, OVAM*




*Figuur 2: Samenstelling bedrijfsrestafval in afzetcontainers, (cijfers 2017). Eindrapport sorteeranalyse Bedrijfsrestafval 2018, OVAM*

[3] OVAM, 2018, Huishoudelijk afval en gelijkaardig bedrijfsafval 2018 – Opvolging van de indicatoren in het uitvoeringsplan
[4] OVAM, 2018, Sorteeranalyse van bedrijfsrestafval ingezameld door private inzamelaars

Bedrijfsrestafval dat is ingezameld zonder aan de verplichte selectieve inzameling te voldoen, mag niet rechtstreeks naar verbranding. Bij inspecties heeft de Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving de voorbije jaren vermoedelijke inbreuken op dit verbrandingsverbod vastgesteld bij de afvalinzamelaars. Deze vaststellingen hebben geleid tot sancties voor de IHM.

## 2.2 CODE VAN GOEDE PRAKTIJK EN RESULTAATSVERBINTENISSEN

Om bedrijven te stimuleren werk te maken van (bron)sortering, en zo recycleerbare fracties uit het bedrijfsrestafval te houden, organiseerde de OVAM overleg met de bedrijven. Op basis van het overleg heeft de OVAM een code van goede praktijk voor de inzameling van bedrijfsrestafval uitgewerkt.

Het Vlaamse afvalbeleid plaatst bronsortering voorop. De code van goede praktijk focust daarom in de eerste plaats op inspanningen om bedrijven zelf hun afval te doen sorteren en correct aan te bieden. De toepassing van de code van goede praktijk zou bronsortering de komende jaren dan ook moeten versterken.

Om de richtlijnen rond het sorteren van het bedrijfsrestafval te verduidelijken zal de code van goede praktijk aan inzamelaars, in bepaalde situaties, een aantal resultaatsverbintenissen opleggen. Deze resultaatsverbintenissen leggen vast hoeveel recycleerbare materialen nog in het restafval mogen zitten om dit af te voeren naar verbranding. Dankzij een verbeterde bronsortering, zal een groot deel van de weg afgelegd kunnen worden. Toch wordt verwacht dat in sommige situaties ook nasortering nodig zal zijn om de opgelegde resultaatsverbintenissen te behalen.

In de code van goede praktijk zijn volgende resultaatsverbintenissen voorzien:

Per willekeurige partij van 10 m³ mag het bedrijfsrestafval dat afgevoerd wordt naar verbranding tot 1 januari 2023 volgende afvalstoffen bevatten:

- maximum 3 stukken recycleerbaar papier en karton met oppervlakte > 1m²
- maximum 3 stukken houtafval met oppervlakte > 1 m² ;
- maximum 3 stukken stammig groenafval met een lengte > 1m;
- maximum 3 stuks metalen met oppervlakte > 1m² of met een lengte > 1m;
- maximum 3 stukken recycleerbaar textielafval met oppervlakte > 1m²;
- maximum 3 stukken puin met oppervlakte > 1m²;
- maximum 1 pakket transparante of witte kunststoffolie > 60 liter;
- maximum 3 stukken recycleerbare harde kunststoffen met een oppervlakte > 1m²;
- maximum nul doorzichtige zakken gevuld met PMD;
- maximum nul doorzichtige zakken gevuld met EPS:

Per willekeurige partij van 10 m³ mag het bedrijfsrestafval dat afgevoerd wordt naar verbranding vanaf 1 januari 2023 volgende afvalstoffen bevatten:

- maximum 3 stukken recycleerbaar papier en karton met oppervlakte > 0,5m²;
- maximum 30 liter samen verpakt papier en karton;
- maximum3 stukken houtafval met oppervlakte > 0,5m²;
- maximum 30 liter samen verpakt houtafval;
- maximum 3 stukken groenafval met een lengte > 0,5m;
- maximum 60 liter samen verpakt groenafval;
- maximum 3 stuks metalen met oppervlakte > 0,25m² of met een lengte > 1m;
- maximum 3 stukken recycleerbaar textielafval met oppervlakte > 0,25m²;
- maximum 3 stukken puin met oppervlakte > 0,5m²;
- maximum 60 liter puinafval;
- maximum 1 pakket transparante of witte kunststoffolie > 30 liter;
- maximum 3 stuken EPS en recycleerbare harde kunststoffen met een oppervlakte > 0,5 m²;
- maximum 50 stukken PMD;
- nul afvalbanden die niet afkomstig zijn van fietsen;
- nul stukken gevaarlijk afval, AEEA, kga, asbestcement en asbesthoudende afvalstoffen.

Eens opgehaald is de IHM vrij om te kiezen of en hoe nasortering ingezet wordt om deze resultaten te halen. Sterk vervuild papier en karton en sterk vervuilde kunststoffen worden als niet-recycleerbaar beschouwd en mogen nog in het restafval aanwezig zijn dat naar verbranding wordt afgevoerd of verbrand wordt.

De code van goede praktijk die hierboven is besproken zal geïntegreerd worden in het zogenaamde Vlarema 8 wijzigingsbesluit. De goedkeuring van het wijzigingsbesluit wordt verwacht tegen begin 2021.

## 2.3 ECONOMISCHE SITUATIE

De markt voor afvalbeheer en recyclage heeft de afgelopen jaren een stevige groei gekend van ongeveer 5% per jaar[5]. Er zijn echter verschillende actuele elementen die de economische situatie in de sector bemoeilijken.

De markt voor gerecycleerde grondstoffen is ernstig verstoord door het Chinese 'National Sword' beleid. In 2018 heeft China beslist om de Europese import van onder andere kunststofafval en oud papier te beperken. Hierdoor is op de Europese markt een overaanbod aan deze recyclaatstromen ontstaan. Doordat vooral de 'minder zuivere stromen' naar China werden getransporteerd, is de gemiddelde kwaliteit aan recycleerbare grondstoffen beschikbaar in Europa sinds 2018 gedaald. De verwachting is dat het evenwicht op de markt zich

[5] Dubois, M., Christis, M. (2014) Verkennende analyse van het economisch belang van afvalbeheer, recyclage en de circulaire economie in Vlaanderen, Steunpunt duurzaam materialenbeheer, https://ce-center.vlaanderen-circulair.be/src/Frontend/Files/userfiles/files/summa_economisch_belang_8%20(1).pdf

opnieuw zal herstellen na de installatie van bijkomende sorteer- en recyclagecapaciteit in Europa. Ook zal een deel van de materialen, via een tussenstap in landen buiten de EU, opnieuw naar China stromen om daar aan de lokale vraag naar recycleerbare grondstoffen te voldoen.

Daarnaast heeft COVID-19 een significante invloed op de recyclagemarkt. Minder consumptie betekent immers minder vraag naar grondstoffen en dus minder afzet van recyclaten. Daarnaast zorgen de lage olieprijzen voor een historisch dieptepunt van de prijs van virgin kunststoffen. De prijs van de gerecycleerde plastics volgt de duik naar beneden, maar de kosten om kunststofafval te recycleren doen dit niet[6]. De verwerkings- en recyclagekosten bestaan immers voornamelijk uit vaste kosten (bv. loonkosten en afschrijvingskosten vrachtwagens, installaties, containers,…). Bij dalende prijzen zullen de materiaalstromen van mindere kwaliteit het eerst moeilijkheden ondervinden bij het zoeken naar afzet.

Net zoals de financiële crisis van 2008-2009 heeft de COVID-19-crisis waarschijnlijk slechts een tijdelijke impact op de sector. Er worden voorlopig weinig lange termijnverschuivingen verwacht.

Specifiek voor papier en karton zorgt grootschalige boomkap voor een daling van de virginprijzen. Deze boomkap is het gevolg van extreme stormen en de letterzetterplaag (een kever die zich door het hout graaft). Verder versterkt COVID-19 enkele bestaande trends, zoals een versnelde krimp in de markt voor grafisch papier door toenemende digitalisering en een versnelde opkomst van de e-commerce wat zorgt voor een grotere vraag naar kartonnen verpakkingen.

[6] OECD, 2018, Improving markets for recycled plastics

# 3 INZICHTEN UIT LITERATUUR EN STAKEHOLDERINTERVIEWS

Dit hoofdstuk beschrijft de uitdagingen die verbonden zijn aan bronsortering, de technologische mogelijkheden voor nasortering van bedrijfsrestafval, de afzetmarkten en toepassingen van recyclaat van nagesorteerd bedrijfsrestafval en enkele technologische ontwikkelingen.

## 3.1 UITDAGINGEN BRONSORTERING

Gezien selectieve inzameling belangrijk is om materiaalkringlopen te sluiten, zijn bedrijven verplicht om verschillende afvalstromen te scheiden aan de bron. In 2017, het jaar van de laatste sorteeranalyse op bedrijfsrestafval door de OVAM, moesten bedrijven 18 afvalstromen selectief laten inzamelen. In 2018 zijn daar de recycleerbare harde kunststoffen, geëxpandeerd polystyreen (EPS) en folies bij gekomen[7]. Vanaf 1 januari 2021 komen daar nog 3 nieuwe afvalstromen bij: keukenafval en etensresten, levensmiddelenafval (verpakte voedingswaren) en matrassen[8]. In eerste instantie is de verplichting voor keukenafval, etensresten en levensmiddelenafval van toepassing op bedrijven die behoren tot bepaalde sectoren en bedrijven die minstens eenmaal per week warme maaltijden serveren. Vanaf 31 december 2023 geldt deze verplichting voor alle bedrijven.

De sorteeranalyse van 2017[9] geeft aan dat bedrijven te weinig aandacht besteden aan selectieve inzameling, ook al is dit wettelijk verplicht. Tijdens de interviews met de stakeholders zijn volgende potentiële redenen hiervoor aangehaald:

1. Volumes per stroom en transportkost

Sinds 2018 moeten bedrijven 21 afvalstromen aan de bron scheiden. Er is hierbij geen ondergrens van toepassing. Wanneer de afvalstromen vrijkomen bij de afvalstoffenproducent dan moet de afvalstoffenproducent deze gescheiden aanbieden, onafhankelijk van de geproduceerde hoeveelheid. De hoeveelheden per afvalstroom zijn volgens bepaalde actoren vaak onvoldoende om een efficiënte ophaling te organiseren.

Afvalinzamelaars werken vaak met abonnementsformules waarbij de afvalstoffenproducent een vast bedrag betaalt per ophaling, onafhankelijk van de vullingsgraad van de container. Het is financieel pas interessant om minder restafval te produceren, indien de frequentie van de ophaling kan dalen of indien er kan overgeschakeld worden naar een kleinere container. Selectieve inzameling gaat gepaard met extra kosten: er moeten extra containers gehuurd worden en er zijn bijkomende ophalingen nodig voor de selectieve stromen. Hierdoor is het selectief inzamelen van afval vaak duurder dan een gemengde (niet selectieve) inzameling.

[7] Besluit van de Vlaamse regering van 22 december 2017 tot wijziging van diverse bepalingen van het besluit van de Vlaamse regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen – Vlarema 6

[8] Besluit van de Vlaamse regering van 22 maart 2019 tot wijziging van diverse bepalingen van het besluit van de Vlaamse regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen– Vlarema 7

[9] OVAM, 2018, Sorteeranalyse van bedrijfsrestafval ingezameld door private inzamelaars

2. Beschikbare ruimte

Het aantal containers is vaak beperkt door de beschikbare ruimte op het bedrijfsterrein. Sommige inzamelaars halen droge recycleerbare materialen daarom gemengd op bij kleinere bedrijven[10].

3. Afnemende financiële incentives

Doordat de prijzen voor recyclaat meestal gekoppeld zijn aan de prijzen voor virgin grondstoffen, daalt ook de waarde van de gesorteerde afvalstromen wanneer de prijzen voor primaire grondstoffen dalen. Bedrijven krijgen dan minder geld of moeten meer betalen voor hun gesorteerde afvalstromen, waardoor ook de financiële incentive afneemt om aan de bron te sorteren. Op dit ogenblik staan de grondstofprijzen onder druk onder invloed van COVID-19 en het Chinese National Sword beleid (zie 2.3).

4. Handhaving

Ondanks de inspanningen van de Afdeling Handhaving en lokale besturen, is de pakkans bij overtredingen op de bronsortering voor de afvalstoffenproducenten vrij beperkt. Ook verder in de keten worden niet bij alle (kleine) afvalsorteerders of -verwerkers controles uitgevoerd.

5. Onvoldoende kennis

Ondanks de inspanningen, is er nog steeds onvoldoende kennis bij de bedrijven die afval produceren om correct te sorteren. Sommige recyclagebedrijven zetten zelf trainers in om hun leveranciers en klanten op te leiden om de kwaliteit van het scheiden aan de bron te verhogen.

## 3.2 TECHNOLOGISCHE MOGELIJKHEDEN VAN NASORTERING

De laatste sorteeranalyse die is uitgevoerd op het bedrijfsrestafval dateert van 2017, dus voor de verplichting voor bedrijven om harde kunststoffen, EPS en folies te scheiden aan de bron. Deze fracties maakten bij de sorteeranalyse in 2017 nog gemiddeld 11-14% uit van het bedrijfsrestafval, afhankelijk van het type container. De samenstelling van het bedrijfsrestafval zal de komende jaren bijkomend wijzigen onder invloed van de verplichting voor het scheiden van organisch en biologisch afval (OBA) aan de bron en van de invoering van de Vlarema 8 wetgeving die versterkt wil inzetten op bronsortering.

De technische haalbaarheid van nasortering is groot. Nagenoeg iedere stroom is technisch te scheiden als er maar voldoende bewerkingsstappen zijn. De financiële haalbaarheid hangt echter af van de investeringen die nodig zijn voor uitzuivering en de hoeveelheid residu die verder verwerkt of verwijderd moet worden. Zowel

[10] Vlarema 4.3.2 voorziet de mogelijkheid om afvalfracties die in aanmerking komen voor hoogwaardige materiaalrecyclage samen in te zamelen indien voldaan wordt aan een reeks voorwaarden

de kwaliteit van het recyclaat als de financiële haalbaarheid van de recyclage hangen dan ook af van de zuiverheid van de ingezamelde stroom.

De impact van verontreiniging hangt af van materiaalspecifieke eigenschappen. Materialen die vocht, chemische producten of organische verontreiniging absorberen vormen het grootste probleem bij nasortering.

Textiel dat vochtig is geworden, geeft bijvoorbeeld geur af en geeft aanleiding tot schimmelvorming. Papier en karton dat met vocht in aanraking is gekomen, degradeert en is moeilijker te manipuleren. Dit is ook het geval voor drankkartons. Organische verontreiniging, afkomstig van bijvoorbeeld voeding of van oliën, geeft zowel hygiëneproblemen als problemen bij de sortering doordat het kleeft. Chemische producten (oliën en bitumen) kunnen oplossen in het 'nat circuit' van een recyclageproces (o.a. voor papier) waarbij ze de kwaliteit van het eindproduct verlagen.

Organische verontreiniging vormt bij niet absorberende materialen eerder een hygiënisch probleem. Vooral bij kunststoffolies is het probleem groter doordat deze materialen geurgevoelig zijn en de neiging hebben om aan elkaar te plakken bij organische verontreiniging.

De trend naar lichtere kunststofverpakkingen zorgt ook voor een stijging van de multilayer toepassingen. De samenstelling van het multilayer materiaal is moeilijk te detecteren met de standaard infraroodtechnologie (NIR) wat de nasortering bemoeilijkt. Harde kunststofproducten worden soms opgevuld met een ander materiaal (bvb kalk in plastic tuinmeubilair). Ook dit bemoeilijkt de detectie en de sortering.

De meeste verwerkings- en recyclageprocessen hebben een zekere tolerantie voor een beperkte vervuiling. Zo zal een occasionele cementzak of plasticfolie in een baal oud papier bijvoorbeeld geen probleem vormen voor het recyclageproces van papier. Voor papier zijn volgende verontreinigingen of bijmengingen wel problematisch voor de verwerking en recyclage: glas en zand (slijtage aan de machines), batterijen (brandgevaar), gevaarlijk afval (risico voor de werkomstandigheden bij transport en verwerking, en een gevaar voor contaminatie van het recyclaat) en radioactief materiaal.

## 3.3 AFZETMARKTEN EN TOEPASSINGEN

De Europese norm EN643 beschrijft de standaardsoorten oud-papier die gebruikt kunnen worden bij de productie van papier en karton. EN643 heeft geen verplichtend karakter, maar de sector heeft zich wel geëngageerd om zoveel mogelijk volgens deze standaarden te werken. Volgens EN643 mag papier en karton dat uitgesorteerd wordt uit restafval (de zogenaamde 'refuse collections') niet gebruikt worden voor de productie van papier. In de praktijk is er wel een vraag naar papier en karton afkomstig uit 'refuse collections', op voorwaarde dat deze de standaardkwaliteit benadert. Voor verontreinigd papier en karton, dat te sterk afwijkt van de standaardkwaliteit, is er vandaag geen toepassing.

EN643 vermeldt ook een reeks verboden en ongewenste materialen. Verboden materialen zijn "alle materialen die een gevaar vormen voor gezondheid, veiligheid en milieu, zoals medisch afval, besmette

persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar". Voor de niet-papier componenten zijn maximale tolerantieniveaus bepaald, meestal 1,5 gewichts% voor materialen die niet uit papier bestaan (bv. nietjes, kunststof,…). De tolerantieniveaus die zijn opgenomen in de EN643 hebben eerder een economische dan een technologische basis. Slecht gesorteerd afval neemt immers verwerkingscapaciteit in, maar is niet rendabel.

Recyclage van textiel is niet aantrekkelijk door de moeilijke manipulatie (laag soortelijk gewicht), de relatief lage grondstofprijzen en de beperkte beschikbaarheid van kwalitatief textielafval. Textielafval is vaak te versnipperd en onvoldoende zuiver. Zo mogen de vezellengtes niet te sterk afwijken en mogen de stoffen niet gecoat zijn. De logistieke kosten voor het selecteren, sorteren en transporteren van textielstromen wegen het zwaarst door. De courante handelsprijzen voor het recyclaat kunnen niet concurreren met nieuwe stoffen uit Azië. Hierdoor is er momenteel onvoldoende vraag naar recycleerbaar textiel in Europa. Textiel in het bedrijfsrestafval is een heterogene stroom (vodden, tapijten,…) die nauwelijks uit kledij bestaat wat het vinden van een afzetmarkt verder bemoeilijkt.

Voor de nagesorteerde harde kunststoffen, zal de afzetmarkt bepaald worden door zuiverheid van het verkregen recyclaat. Voor gemengde PE/PP bestaat maar een beperkte afzet en eerder laagwaardige toepassingen (bv dikwandige tuinbanken). Voor uitgesorteerd (en eventueel gezuiverd) PE en PP wordt verwacht dat er een afzetmarkt bestaat. Deze stromen ondervinden wel concurrentie van virgin PE en PP, waarvoor er in Europa een overcapaciteit is. Dit was ook reeds het geval voor de COVID crisis. Voor gerecycleerd PS is er sinds het gewijzigd Chinees beleid een overaanbod op de Europese markt.

Gerecycleerde kunststoffen worden door de markt als substituten voor primaire kunststoffen beschouwd. Door het ontbreken van een aparte vraag naar gerecycleerde kunststoffen, is de prijs sterk gecorreleerd aan die van primaire kunststoffen[11]. Recent hebben grote 'brand owners' en producenten ambities en doelstellingen gesteld ten aanzien van de recycleerbaarheid van verpakkingen en soms ook ten aanzien van de inzet van recyclaat. Zo wil IKEA tegen 2030 al het plastic in de producten vervangen door hernieuwbaar of gerecycleerd materiaal[12]. Hierdoor ontstaat er een aparte vraag naar kunststofrecyclaat. De Europese Commissie kijkt naar mogelijkheden om de markt van gerecycleerde grondstoffen te stimuleren door het opleggen van recycled content verplichtingen in een reeks toepassingen (verpakkingen, voertuigen, bouwmaterialen en batterijen)[13].

## 3.4 TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

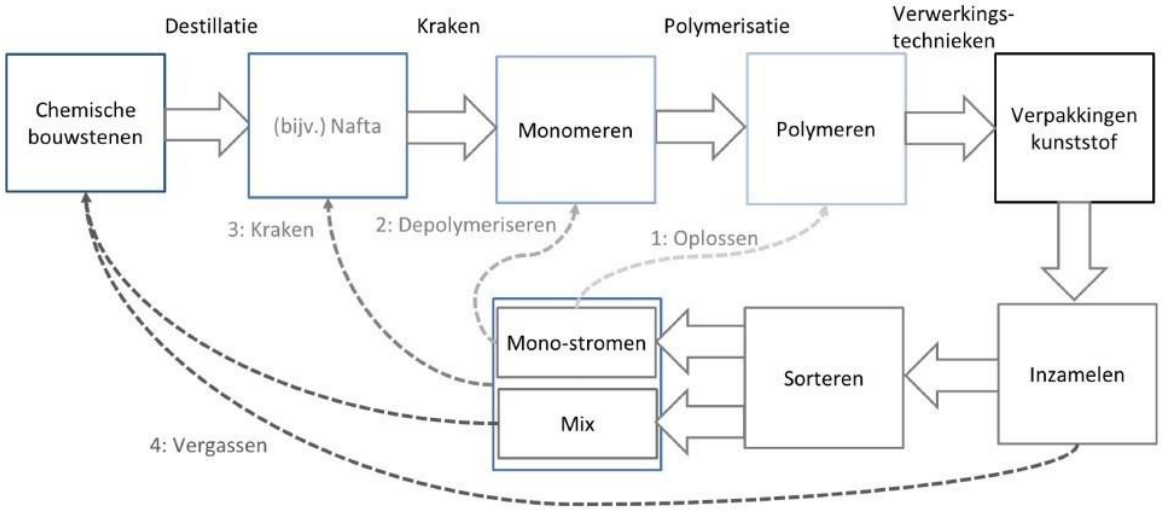
De meeste sorteercentra hanteren Near Infrared (NIR) technologie om materialen op type en kleur te sorteren. Kunststoffen die ingekleurd zijn met carbon black worden echter niet gedetecteerd en gaan verloren in het sorteerresidu. Er wordt geschat dat op heden in zo'n 1,5 tot 2 gewichts% van alle verpakkingen carbon black wordt gebruikt[14]. Er bestaan wel nieuwe oplossingen waardoor zwarte kunststoffen kunnen worden

[11] OECD, 2018, Improving markets for recycled plastics
[12] https://about.ikea.com/en/sustainability/a-world-without-waste/renewable-and-recycled-materials
[13] https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf
[14] OVAM, 2017, Discussiepaper - Knelpuntanalyse van de kunststofketen

uitgesorteerd met behulp van Mid Infrared (MIR) technologie[15], maar daarvoor zijn bijkomende investeringen nodig. Het aandeel zwarte kunststoffen is echter relatief beperkt en bovendien is de afzetmarkt voor recyclaat van zwarte kunststoffen klein omdat dit enkel voor zwarte toepassingen kan worden ingezet.

In de meeste interviews kwam chemische recyclage van kunststoffen terug als de technologische ontwikkeling met het grootste potentieel voor het komende decennium. Bij chemische recyclage wordt kunststof door middel van een chemisch proces teruggebracht naar zijn monomeer (bv bij polystyreen), naar oligomeren of naar nafta (bv bij PE en PP).

Chemische recyclage kan men opsplitsen in solvolyse technieken en chemo-thermische technieken. Bij solvolyse worden bepaalde kunststoffen (bv. PS) met specifieke reagentia (bv. $H_2O$, alcohol, glycol, $NH_3$, ) en katalysatoren in contact gebracht, waarna de polymeerketens teruggewonnen kunnen worden. Bij chemo-thermische technieken (bv. pyrolyse, kraken, vergassen) wordt de polymeerstructuur gedeeltelijk of volledig afgebroken tot de elementaire bouwstenen.




*Figuur 3: Varianten aan chemische recyclage, bron: Verkenning chemische recyclage -update 2019, CE Delft*

Na het depolymeriseren of pyrolyseren van thermoplastisch materiaal (bv PP, PE, PS, PVC) tot startmoleculen of elementaire bouwstenen moet er uiteraard een polymerisatieproces volgen waarbij nieuwe polymeren worden gevormd. Bij het opnieuw polymeriseren van vrij zuivere startmoleculen kan men de specifieke kenmerken wijzigen zoals moleculairgewicht, kristallisatiegraad, smeltgedrag, … De gevormde polymeren zijn niet noodzakelijk gelijk aan de polymeren in het gerecycleerde materiaal.

[15] Becker et al, 2017, Detection of Black Plastics in the Middle Infrared Spectrum (MIR) Using Photon Up-Conversion Technique for Polymer Recycling Purposes, MDPI

Het voordeel van chemische recyclage is dat het verkregen product opnieuw als grondstof kan worden gebruikt voor de productie van kunststoffen, wat hoogwaardige toepassingen toelaat. Daartegenover staat dat het een relatief energie-intensief proces is, dat ook een relatief hoge zuiverheid aan een bepaalde kunststofpolymeer vereist. Zo mag de inputstroom geen PET (neiging om te plakken) of PVC (vrijzetting van chloor geeft aanleiding tot corrosie) bevatten. Bepaalde onzuiverheden (bv. metaaldeeltjes) die aanwezig kunnen zijn in het gesorteerde kunststofmateriaal, gaan bij chemisch recyclage niet zozeer de kwaliteit van de bouwstenen beïnvloeden, maar wel het procesrendement. Om de efficiëntie van het proces te verbeteren zal chemische recyclage wellicht standaard voorafgegaan worden door een mechanische voorbehandeling. Hierbij wordt het materiaal dan voorgesorteerd, gezuiverd en verkleind.

Algemeen wordt chemische recyclage als een potentiële aanvulling op de mechanische recyclage van kunststoffen beschouwd. Kunststoffen kunnen niet oneindig mechanisch gerecycleerd worden doordat het moleculair gewicht afneemt bij elke recyclagecyclus[16]. Daarnaast heeft mechanische recyclage zijn beperkingen voor kunststoffen met bepaalde additieven (bv. broom en vlamvertragende stoffen), lijmresten, inktresten, omgevingsstof, productresten, etc[17]. Deze verontreinigingen kunnen wel via chemische recyclage worden verwijderd. Chemische recyclagetechnieken laten niet enkel toe om mengsels van thermoplasten en gepollueerde stromen te recycleren, maar ook om materialen te recycleren die mechanisch niet recycleerbaar zijn (bv. thermoharders, composieten, polymeerlegeringen, …).

De technologie van de chemische recyclage van kunststoffen zit nog in de pilootfase. Stapsgewijze implementatie in de industrie wordt eerder verwacht tegen 2030. De economische haalbaarheid om met chemische recyclage nagesorteerd materiaal te verwerken moet nog worden aangetoond[18]. Daarnaast moeten ook de milieu-effecten verder onderzocht worden, om een vergelijking met de andere verwerkingsprocessen (o.a. coïncineratie en verbranding) toe te laten.

[16] OVAM, 2017, Discussiepaper - Knelpuntanalyse van de kunststofketen
[17] Wageningen University & Research, 2019, Verkenning verwerkingsopties bedrijfsmatig gemengd kunststofverpakkingsafval
[18] De OESO gaf in 2018 aan dat de commerciële haalbarheid om chemische recyclage in te zetten voor de verwerking van huishoudelijk kunststofafval nog niet is aangetoond. Bron: OECD, 2018, Improving markets for recycled plastics

# 4 BEPALING RECYCLEERBAARHEID

Dit hoofdstuk gaat dieper in op de definitie van 'recycleerbaarheid'.

## 4.1 ONDERZOEKSVRAAG

De code van goede praktijk voor de inzameling van bedrijfsrestafval zal resultaatsverbintenissen opleggen die behaald moeten worden alvorens het bedrijfsrestafval naar verbranding mag worden afgevoerd. Deze resultaatsverbintenissen leggen vast hoeveel recycleerbare materialen nog in het restafval mogen zitten (zie 2.2).

Voor drie stromen wordt in de resultaatsverbintenissen expliciet verwezen naar de recycleerbaarheid van de materiaalstroom, namelijk voor harde kunststoffen, textielafval en papier en karton:

Per willekeurige partij van 10 m³ mag het bedrijfsrestafval dat afgevoerd wordt naar verbranding tot 1 januari 2023 volgende afvalstoffen bevatten:

- maximum 3 stukken recycleerbaar papier en karton met oppervlakte > 1m²
- maximum 3 stukken recycleerbaar textielafval met oppervlakte 1m²;
- maximum 3 stukken recycleerbare harde kunststoffen met een oppervlakte > 1m²;

Per willekeurige partij van 10 m³ mag het bedrijfsrestafval dat afgevoerd wordt naar verbranding vanaf 1 januari 2023 volgende afvalstoffen bevatten:

- maximum 3 stukken recycleerbaar papier en karton met oppervlakte > 0,5m²;
- maximum 3 stukken recycleerbaar textielafval met oppervlakte > 0,25m²;
- maximum recycleerbare harde kunststoffen met een oppervlakte > 0,5 m²;

Aangezien het begrip 'recycleerbaar(heid)' voor interpretatie vatbaar is, onderzochten we wat 'recycleerbaar' meer concreet betekent in het kader van de resultaatsverbintenissen.

## 4.2 LITERATUUR

In de literatuur zijn verschillende beschrijvingen van het begrip recycleerbaarheid beschikbaar. In 2018 lanceerden de Association of Plastic Recyclers (APR) en Plastics Recyclers Europe (PRE) een gemeenschappelijke definitie waarbij een product als recycleerbaar wordt beschouwd indien het voldoet aan volgende voorwaarden[19]:

- Het product moet bestaan uit kunststof die wordt ingezameld voor recyclage, die een marktwaarde heeft en/of ondersteund wordt door een wettelijk verplicht programma;

[19] https://plasticsrecycling.org/images/Press_Releases/Global_Recyclability_Definition_Release_APR_PRE_FINAL_July_12_2018.pdf

- Het product moet gesorteerd en geaggregeerd worden in gedefinieerde stromen voor recyclage, conform bepaalde specificaties;
- Het product kan worden verwerkt en teruggewonnen/gerecycleerd met commercieel beschikbare recyclageprocessen; en
- Het gerecycleerde plastic dient als grondstof voor de productie van nieuwe producten.

De ISO standard 18604:2013[20] definieert de materiaalrecyclage van verpakkingsafval als:

- Het verwerken van gebruikt verpakkingsmateriaal, door middel van een fabricageproces, tot een product, een onderdeel dat in een product is verwerkt, of een gerecycleerde grondstof;
- Uitgezonderd energieterugwinning en het gebruik van het product als brandstof. Het gerecycleerde plastic dient als grondstof voor de productie van nieuwe producten.

In een toelichting van de Ellen MacArthur Foundation op de definitie van materiaalrecyclage uit de ISO standard 18604:2013 zijn onder meer volgende zaken opgenomen[21]:

- Materiaalrecyclage heeft zowel betrekking op mechanische als chemische recyclageprocessen; en
- Het sluit expliciet technologieën uit die materialen verwerken tot brandstof of energie. Chemische recyclage is in lijn met een circulaire economie als de technologie wordt gebruikt om grondstoffen te creëren voor de productie van nieuwe materialen. Als dezelfde processen echter worden gebruikt voor plastics-to-energy of plastics-to-fuel toepassingen, kunnen deze activiteiten niet worden beschouwd als recyclage (volgens ISO), noch als onderdeel van een circulaire economie.

Wat de technische recycleerbaarheid betreft volstaat het niet dat de mogelijkheid tot recyclage is aangetoond in een labo-omgeving. Er moet een systeem voor inzameling, sortering, verwerking en recyclage bestaan dat de producten effectief recycleert en dat een voldoende hoge dekkingsgraad heeft ten opzichte van de omvang van de populatie. Dit wordt aangegeven met de term '*in practice and at scale*'.

## 4.3 DEFINITIE RECYCLEERBAARHEID

Deze studie focust op materiaalstromen die onder de verplichting tot selectieve bronsortering vallen, maar die niet selectief ingezameld zijn. Dit betekent dat er voor deze materialen in se een systeem voor inzameling, sortering, verwerking en recyclage voorhanden is. Deze materiaalstromen vallen onder de volgende wettelijke verplichtingen:

- De verplichting om deze materialen selectief aan de bron te sorteren; en
- De resultaatsverbintenissen (indien het materiaal niet aan de bron is gesorteerd).

[20] https://www.sis.se/api/document/preview/915738/
[21] https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/13319-Global-Commitment-Definitions.pdf

Op basis van de definitie van APR en PRE is het 'ontbreken' van een positieve marktwaarde niet voldoende om de materialen die deel uitmaken van deze studie als niet recycleerbaar te beschouwen gezien er een wettelijke verplichting is.

Op basis van het literatuuronderzoek, en rekening houdend met de context van de studie, definiëren wij de recycleerbaarheid van de betrokken materiaalstromen als volgt:

Een materiaal is recycleerbaar als aan elk van volgende voorwaarden voldaan is:

1. Het recyclaat kan als **grondstof** gebruikt worden voor de **productie** van **nieuwe producten**, voor **componenten** die een onderdeel vormen van een product of als **gerecycleerde grondstof**. Toepassingen waarbij het recyclaat voor energierecuperatie of brandstof wordt ingezet worden uitgesloten;
2. Er is een **systeem** voorhanden voor de **inzameling, sortering, verwerking en recyclage** van deze materiaalstroom '***in practice and at scale***'. De sortering en verwerking moet bijgevolg toelaten om recyclaat te bekomen dat de karakteristieken van virgin grondstoffen of van gedefinieerde stromen voor recyclage minstens benadert;
3. De materiaalstroom veroorzaakt **geen ernstige hinder in het recyclageproces**, wat wil zeggen dat bijmenging van deze stroom geen technische problemen in het recyclageproces of kwaliteitsverlies van het eindproduct veroorzaakt; en
4. Er bestaat een **afzetmarkt** voor de recyclaatstroom of er wordt verwacht dat deze zich ontwikkelt binnen de vooropgestelde tijdsduur.

Het doelbewust opmengen van materiaalstromen met als doel de recycleerbaarheid van het materiaal te beïnvloeden ontdoet de stroom niet van zijn recycleerbaar karakter. Een recycleerbare stroom mengen met een andere stroom om zo een niet-recycleerbaar mengsel te bekomen is met andere woorden niet toegelaten.

Op basis van de informatie uit de literatuurstudie, de interviews en de definitie die hier is bepaald, kan per stroom een inschatting gemaakt worden van de recycleerbaarheid. Hierbij zal recycleerbaarheid opgesplitst worden in technische en economische recycleerbaarheid. Voor de evaluatie van de technische recycleerbaarheid wordt gekeken naar de eerste drie voorwaarden van de definitie voor recycleerbaarheid. Voor de economische haalbaarheid wordt het bestaan van een afzetmarkt voor de recyclaatstroom geëvalueerd, de vierde voorwaarde van de definitie.

De recycleerbaarheid zal voor drie tijdstippen worden geëvalueerd: de huidige situatie en de verwachte situaties in 2023 en 2030. Naast evoluties in technologie en afzet kan de recycleerbaarheid ook beïnvloed worden door evoluties in de samenstelling van het bedrijfsrestafval zelf. Zo focust de code van goede praktijk voor de inzameling van bedrijfsrestafval in de eerste plaats op inspanningen om bedrijven zelf hun afval te doen sorteren en correct aan te bieden. Hierdoor zou de fractie verplicht selectief in te zamelen materiaal in het bedrijfsrestafval moeten afnemen.

Indien de beschikbare informatie dit toelaat, zullen kwaliteitseisen geïdentificeerd worden die differentiëren tussen hoogwaardige en laagwaardige toepassingen van het recyclaat.

## 4.4 RECYCLEERBAARHEID PAPIER EN KARTON

De sorteeranalyse van 2017 gaf aan dat de fractie recycleerbaar papier en karton met stukgrootte > 10 cm in afzetcontainers en rolcontainers respectievelijk 6,4% en 10,1% bedraagt. Rekening houdend met een gemiddelde fractie van 8%, bedraagt de hoeveelheid recycleerbaar papier en karton in het bedrijfsrestafval voor 2017 circa 70.000 ton. Het overgrote deel hiervan bestond uit karton. Meer dan 80% van het recycleerbaar papier en karton in het bedrijfsafval was proper. De overige 20% was door de opslagomstandigheden te vervuild geraakt om nog te recycleren.

Daarnaast bevat het bedrijfsrestafval ook materialen op basis van papier en karton die door hun aard niet recycleerbaar zijn en daarom ook niet onder de selectief in te zamelen papier- en kartonstroom vallen. Het gaat hier bijvoorbeeld over fotopapier, broodzakken met parafine, verbrand of verrot papier, behang en sanitair- en hygiënepapier, etc. De fracties maken geen deel uit van de scope van deze studie.

Voor de evaluatie van de technische en economische recycleerbaarheid bij nasortering uit het bedrijfsrestafval maken we een onderscheid tussen 'niet of licht verontreinigd', 'matig verontreinigd' en 'zwaar verontreinigd' papier- en kartonafval

- Niet of licht verontreinigd papier en karton benadert de kwaliteit van de standaardsoorten zoals opgelijst in de Europese EN643-norm;
- Matig verontreinigd papier en karton verwijst naar de stromen die:
  - Technisch kunnen nagesorteerd worden (bv. niet gedegradeerd onder invloed van vocht);
  - Die niet voldoen aan de criteria voor de standaardsoorten van de EN643 wat betreft samenstelling, percentage aan niet-papier componenten en/of percentage aan ongewenste materialen; en
  - Die niet in contact gekomen zijn met stoffen die verboden zijn volgens EN643[22]; en
- Zwaar verontreinigd papier en karton bevat een bijmenging van verboden materialen volgens de EN643-norm[22].

In onderstaande tabel zijn indicatief een reeks materialen opgelijst die zich potentieel in het bedrijfsrestafval bevinden. Op basis van de beschikbare informatie zijn deze opgedeeld in 'niet of licht', 'matig' en 'sterk verontreinigde stromen'.

[22] De EN643 definieert verboden materialen als "alle materialen die een gevaar vormen voor gezondheid, veiligheid en milieu, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar"

| Type stroom | Niet of licht verontreinigd | Matig verontreinigd | Zwaar verontreinigd |
|---|---|---|---|
| Papier | Papierbundels, oude kranten, tijdschriften etc. die voldoen aan de EN643-norm (max 1,5 % niet papier-componenten en 3 % ongewenste materialen) | Papieren documenten met een kunststoffen voor- en/of achterblad<br>Met voedselvlekken besmeurde zakken | Koolstofvrij kopieerpapier dat PCBs bevat (toepassing gestopt in jaren '80).<br>Papier verontreinigd met materialen die volgens EN643 verboden zijn, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar |
| Karton | Kartonnen verpakkingen etc. die voldoen aan de EN643-norm (max 1,5 % niet papier-componenten en 3 % ongewenste materialen) | Lege (pizza)dozen met voedselvlekken | Karton verontreinigd met materialen die volgens EN643 verboden zijn, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar |

### 4.4.1 Technische recycleerbaarheid

1. Niet of licht verontreinigd

Niet of licht verontreinigd papier en karton benadert de kwaliteit van de standaardsoorten zoals opgelijst in de Europese EN643-norm. De technische recycleerbaarheid van niet of licht verontreinigd papier en karton dat wordt nagesorteerd uit bedrijfsrestafval is hoog.

Volgens EN643 mag papier en karton dat nagesorteerd wordt uit restafval (de zogenaamde 'refuse collections') niet gebruikt worden voor de productie van papier. EN643 is echter geen wettelijke norm en technisch gezien is er geen reden om deze fracties niet in te zetten voor nieuw paper als ze aan de kwaliteitseisen voldoen. In de praktijk kan dit nagesorteerd materiaal mee verwerkt worden met het papier en karton dat aan de bron is gescheiden.

Vaak heeft het niet of licht verontreinigd papier en karton dat wordt nagesorteerd uit bedrijfsrestafval, een kwaliteit die in lijn is met de standaardsoort 'mixed ordinary grades'. Deze standaardsoort laat max 1,5% niet-papier componenten (zoals nietjes of kunststof) en max. 3% ongewenste materialen toe (zoals de niet-papier componenten en het papier dat niet geschikt is voor ontinkten of niet voldoet aan de EN-eisen, zie 3.3.). Dit geeft ook meteen de grenswaarden voor het begrip 'lichte verontreiniging' aan.

Een bijkomende voorwaarde om van 'lichte verontreiniging' te spreken, in het kader van deze studie, is de afwezigheid van een vochtgehalte dat de nasortering technisch in de weg staat. De EN643 legt weliswaar geen beperkingen op wat betreft het vochtgehalte van het aangeleverde papier en karton. Er is enkel vermeld dat een vochtgehalte van meer dan 10% moet gecompenseerd worden in het gewicht (bv. ophaling huishoudelijk papier en karton op een regenachtige dag). Voor de nasortering van papier en karton uit het bedrijfsrestafval

vormt vocht echter wel een probleem. Zo zal het vocht de vezelstructuur aantasten met degradatie tot gevolg waardoor grijptangen geen volledige stukken materiaal meer kunnen vastnemen. Bovendien schiet perslucht enkel gaten door het materiaal in plaats van het uit de gemengde afvalstroom te schieten. Stockage van vochtig papier en karton kan ook schimmelvorming veroorzaken.

De aanwezigheid van gelamineerd of gecoat papier en karton in de materiaalstroom vormen op zich geen probleem voor de recyclage. Gelamineerd of gecoat papier en karton zal immers in het verwerkingsproces uitgefilterd worden doordat het niet snel genoeg verpulpt. Finaal zal deze fractie meestal verbrand worden, veelal in een WKK installatie. Het bewust nasorteren van gelamineerd of gecoat papier en karton uit het bedrijfsrestafval biedt daarom geen toegevoegde waarde.

2. Matig verontreinigd

Onder matig verontreinigd papier en karton worden de stromen verstaan die:

1 Technisch kunnen nagesorteerd worden (bv. niet gedegradeerd onder invloed van vocht);
2 Die niet voldoen aan de criteria voor de standaardsoorten van de EN643 wat betreft samenstelling, percentage aan niet-papier componenten en/of percentage aan ongewenste materialen; en
3 Die niet in contact gekomen zijn met stoffen die verboden zijn volgens EN643 (zie 3.3).

Zoals beschreven onder 3.3 hebben de tolerantieniveaus die zijn opgenomen in de EN643 eerder een economische dan een technologische basis. Naarmate het aandeel van niet-papier componenten en ongewenste materialen verhoogt, zal in het recyclageproces steeds minder capaciteit overblijven voor de productie van papier en karton. De beschikbare informatie laat niet toe om eenduidig te bepalen waar de technologische limieten liggen, maar het zal vooral de economische recycleerbaarheid zijn die voor deze materiaalstroom de (afwezigheid van) toepassingen zal bepalen (zie verder).

3. Zwaar verontreinigd

Zoals beschreven onder 3.3 vermeldt EN643 naast de ongewenste, ook een reeks verboden materialen. Dit zijn materialen waarvan de bijmenging het recyclageproces ernstig hindert[23].

Zo zorgt de bijmenging met oliën (ook uit organische verontreiniging) en bitumen in de inputstroom tot kwaliteitsverlies in het eindproduct. Oliën en bitumen kunnen door hun oplosbaar karakter in het 'nat circuit' van het recyclageproces terechtkomen. Bitumen zetten zich dan tijdens het droogproces af en groeien aan tot partikels die breken. Olie geeft dan weer vlekjes op het papier. Papier of karton met dergelijke afwijkingen kan niet verzonden worden naar de klant die een onberispelijk product wil. Het is niet vanzelfsprekend om een controle uit te voeren op de aanwezigheid van deze stoorstoffen. Tegen de tijd dat de vervuiling op het eindproduct wordt opgemerkt, zijn de oliën en bitumen meestal reeds door het proces heen.

Papier en karton dat verboden materialen bevat, beschouwen we als zwaar verontreinigd. Hieronder valt ook papier en karton dat voedsel(resten) bevat. CEPI heeft wel verduidelijkt dat papier en karton dat enkel vlekken

[23] De EN643 definieert verboden materialen als "alle materialen die een gevaar vormen voor gezondheid, veiligheid en milieu, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar"

van voedsel bevat (bv. lege pizzadozen met olievlekken) hier niet onder valt[24]. De stromen die niet langer technisch nasorteerbaar zijn door de overvloedige verontreiniging met ongewenste materialen of vocht, beschouwen we eveneens als zwaar verontreinigd. De technische recycleerbaarheid van de stroom met zwaar verontreinigd papier en karton is bijgevolg zeer laag tot onbestaand.

4. Onderscheid tussen papier en karton

De tolerantiegraad voor verontreiniging ligt algemeen hoger bij recyclage tot karton- dan bij recyclage tot papier. Het gevolg hiervan is:

- Voor papierproductie is het belangrijk dat de kartonfractie zorgvuldig wordt uitgesorteerd. Karton heeft immers een bruine kleur wat zogenaamde 'stickies' kan achterlaten op nieuw papier. Doordat papier slechts een beperkte aandeel in de stroom aan papier en karton in het bedrijfsrestafval uitmaakt, zal het meer inspanning vergen om papier selectief uit te sorteren. Tot slot moet papier ontinkt worden in het verwerkingsproces.
- De kartonproductie ondervindt daarentegen weinig problemen van de aanwezigheid van papier en/of inkt in de inputstroom.

### 4.4.2 Economische recycleerbaarheid

Om de economische recycleerbaarheid van papier en karton te beoordelen, kijken we hoofdzakelijk naar het al dan niet bestaan van een afzetmarkt. De sorteeranalyse van OVAM in 2017 gaf aan dat meer dan 80% van het recycleerbaar papier/karton in het bedrijfsafval proper was. Een relatief zuivere stroom is essentieel voor de productie van hoogwaardige toepassingen, meerbepaald voor de productie van nieuw papier en karton.

Alternatieve toepassingen voor gerecycleerd papier- en kartonmateriaal komen amper voor. Zowat de enige bekende uitzondering is het gebruik van oud krantenpapier om papiervlokken voor isolatiedoeleinden te produceren. Aangezien het aandeel krantenpapier in het bedrijfsrestafval verwaarloosbaar is, vormt dit geen alternatieve toepassing voor de nagesorteerde stromen.

Omdat er voor papier en karton binnen de scope van deze studie geen alternatieve toepassingen voorhanden zijn, houden we bij de economische recycleerbaarheid enkel rekening met de recyclage tot nieuw papier en karton.

1. Niet of licht verontreinigd

De Europese papier- en kartonproducenten kopen voornamelijk aan volgens de EN643-standaard waardoor de vraag zich vooral richt op niet of licht verontreinigde materiaalstromen. Uit de beschikbare informatie blijkt dat er voor nagesorteerd materiaal dat aan de standaardsoorten voldoet, een afzetmarkt bestaat, al kan de marktprijs van de materialen wel sterk fluctueren.

[24] CEPI, 2018, European paper industry position on separate collection

2. Matig verontreinigd

Afnemers geven de voorkeur aan materiaal dat binnen de EN standaardsoorten valt. Enkel wanneer de vraag naar papier en karton tijdelijk groter is dan het aanbod aan de EN standaardsoorten zal gekeken worden naar matig verontreinigd materiaal. De papier- en kartonproducenten streven er immers steeds naar om hun productiecapaciteit optimaal te benutten. Een papiermachine schakel je niet zomaar even uit.

Sinds China de import van oud papier en karton beperkt, is er een overaanbod aan deze materiaalstromen op de Europese markt. Dit zet zeker de potentiële afzetmarkt onder druk voor materiaal dat niet aan de EN standaarden voldoet. Op basis van de beschikbare informatie is beschouwd dat er voor matig verontreinigd materiaal enkel een afzetmarkt aanwezig is op momenten dat vraag en aanbod in onevenwicht zijn. Het gaat hier niet over een structurele afzetmarkt.

3. Zwaar verontreinigd

Voor de zwaar verontreinigde stromen bestaat tot op heden geen toepassing en dus ook geen afzetmarkt.

### 4.4.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030

1. Evolutie in de technische haalbaarheid van papier- en kartonrecyclage

Er worden tegen 2023 en 2030 geen grote innovaties verwacht die een significante impact hebben op de technische recycleerbaarheid van papier en karton. Er zitten geen nieuwe technologieën voor sortering of verwerking in de pijplijn en er zijn geen alternatieve toepassingen geïdentificeerd met een groot marktpotentieel tegen 2030.

De trends inzake ‘digitalisering’ en ‘e-commerce’ zorgen voor een dalende vraag naar papier enerzijds (bv. minder fysieke kranten) en een toenemende vraag naar karton (bv. meer dozen of verpakkingen) anderzijds. De tolerantiegraad voor verontreiniging van karton ligt hoger dan deze van papier. Wanneer de vraag naar karton het aanbod zou overstijgen, kan overwogen worden om papier op te mengen in het karton. Dit zal de efficiëntie van het productieproces en de kwaliteit van de vezel wel negatief beïnvloeden.

Het ziet er naar uit dat de technische recycleerbaarheid voor papier en karton amper zal wijzigen tegen 2023 en 2030.

2. Evolutie in de economische recycleerbaarheid van papier- en kartonrecyclage

De herziene Europese richtlijn betreffende verpakking en verpakkingsafval stelt hoge doelstellingen voor de recyclage van papieren verpakkingen[25]: 75% tegen 2025 en 85% tegen 2030. Deze richtlijn heeft algemeen een positief effect op het marktaanbod. In België wordt echter reeds 93% van de papieren en kartonnen

[25] https://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/index_en.htm

verpakkingen gerecycleerd[26], waardoor de impact van de richtlijn op de Belgische markt voor recyclaat verwaarloosbaar is.

De EN643-norm zal binnenkort herbekeken worden maar de update zal geen hervorming van de tolerantieniveaus inhouden. Hierdoor zullen de standaardsoorten ongewijzigd blijven.

De Vlaamse overheid streeft ernaar om de bronsortering te verbeteren. Hierdoor zal de hoeveelheid nasorteerbaar en recycleerbaar papier en karton in het bedrijfsrestafval wellicht afnemen. Hoe beperkter de overblijvende fractie, hoe minder makkelijk wellicht een afzetmarkt kan gevonden worden voor het materiaal. De impact van een (ietwat) kleinere fractie op de economische recycleerbaarheid is vermoedelijk echter beperkt.

Op basis van de beschikbare informatie, lijkt de economische recycleerbaarheid voor papier en karton amper te wijzigen tegen 2023 en 2030.

### 4.4.4 Conclusies voor papier en karton nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval

Op basis van de beschikbare informatie is de recycleerbaarheid van papier en karton nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt geëvalueerd:

- Nagesorteerd papier en karton dat aan de kwaliteit van de EN643 standaardsoorten voldoet is economisch en technisch recycleerbaar op voorwaarde dat het niet gedegradeerd is onder invloed van vocht;
- Nagesorteerd papier en karton dat is verontreinigd met stoffen die verboden zijn door de EN643-norm[27], of dat gedegradeerd is onder invloed van vocht is technisch niet recycleerbaar. Daarnaast bestaan er op heden geen toepassingen, en dus ook geen afzetmarkt, voor deze stromen. Bronsortering geniet de voorkeur om deze fractie te beperken;
- Nagesorteerd papier en karton, dat matig verontreinigd is en niet tot de bovenstaande twee categorieën behoort, is technisch meestal recycleerbaar, maar binnen de huidige marktomstandigheden bestaat er geen structurele afzetmarkt; en
- Op basis van de beschikbare informatie wordt niet verwacht dat de technische en de economische recycleerbaarheid voor papier en karton significant zullen wijzigen tegen 2023 en 2030.

[26] https://statbel.fgov.be/nl/themas/leefmilieu/afval-en-vervuiling/verpakkingsafval
[27] De EN643 definieert verboden materialen als “alle materialen die een gevaar vormen voor gezondheid, veiligheid en milieu, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar”

## 4.5 RECYCLEERBAARHEID KUNSTSTOFFEN

De sorteeranalyse van 2017 gaf aan dat 11-15% van het bedrijfsrestafval uit kunststofmateriaal bestond. De meerderheid van het kunststofmateriaal bestond uit PE folies. Op het ogenblik van de sorteeranalyse was er nog geen verplichting om harde kunststoffen en folies selectief in te zamelen. Sinds 2018 is dit wel het geval. Vermoedelijk is de kunststoffractie in het huidige bedrijfsrestafval dan ook lager dan de aangegeven hoeveelheid uit 2017.

Deze studie focust op thermoplastische kunststoffen, namelijk PVC, PE, PP, PET en PS.

### 4.5.1 Technische recycleerbaarheid

Om de technische recycleerbaarheid te beoordelen, maken we een onderscheid tussen de mechanische en chemische recyclage.

Nagenoeg alle thermoplastische kunststoffen zijn mechanisch recycleerbaar op voorwaarde dat ze relatief proper zijn en uitgesorteerd op basis van chemische samenstelling. Hoe zuiverder de materiaalstroom, hoe hoger de kwaliteit van het uiteindelijke recyclaat.

Wanneer verschillende kunststofmaterialen samen uit het bedrijfsrestafval worden gehaald, moeten deze nog nagesorteerd worden om de vereiste zuiverheid te kunnen bekomen. Het uitsorteren van de verschillende kunststofmaterialen gebeurt standaard door (een combinatie van) volgende droge en/of natte scheidingstechnieken:

- Sorteren op basis van spectrometrische eigenschappen (NIR-reflectie, kleur, UV-reflectie, X-stralen, hyper spectraal analyse, …);
- Sorteren op basis van densiteit;
- Sorteren op basis van tribo-elektrostatische oplaadbaarheid; en
- Sorteren op basis van inverse magnetische densiteit.

Nasortering van kunststof verpakkingsmateriaal wordt bemoeilijkt wanneer de verpakkingen in elkaar worden gestoken. Dit leidt tot vervuiling van de stroom, doordat enkel de buitenste kunststof wordt gedetecteerd en geïdentificeerd. Een gelijkaardig probleem ontstaat bij samengestelde kunststoffen. Om optimale of heel specifieke eigenschappen te bekomen worden hierbij verschillende polymeren gecombineerd. Deze materialen zijn niet of zeer moeilijk te scheiden, waardoor ze niet voldoende gezuiverd kunnen worden voor de bestaande recyclageprocessen. Bijmenging met thermoplastische biopolymeren vormt een ander probleem. Deze composteerbare materialen moeten verwijderd worden uit de materiaalstroom om de kwaliteit van recyclaat te kunnen garanderen.

Het mechanisch recycleren van een gemengde kunststofstroom is moeilijk. De materialen moeten immers een gelijkaardig smeltgedrag hebben. PE smelt bijvoorbeeld op zeer lage temperatuur terwijl PET een zeer hoog smeltpunt heeft. Hierdoor kunnen ze niet samen verwerkt worden. PVC gaat daarentegen verbranden indien

het te lang aan hogere temperaturen wordt blootgesteld, wat kan zorgen voor corrosie op de verwerkingsinstallaties. Ook andere onzuiverheden zoals metaaldeeltjes of andere “niet smeltbare” materialen zorgen voor problemen. Indien de vervuiling relatief beperkt is (<5%), is deze via een smeltfiltratie te verwijderen.

Alle kunststoffen kunnen in principe ook chemisch gerecycleerd worden, al is dit voor PET en PVC een stuk moeilijker dan voor PE, PP en PS (zie 3.4). Bij chemische recyclage worden chemische verbindingen afgebroken tot eenvoudige chemische bouwstenen waarmee in een volgend proces nieuwe polymeren kunnen gemaakt worden. Omdat het nog niet gaat over technologieën ‘*in practice and at scale*’ wordt hieronder gefocust op mechanische recyclage. De verwachte evoluties van chemische recyclage zijn verder besproken onder 4.5.3.

Voor de evaluatie van de recycleerbaarheid bij nasortering uit het bedrijfsrestafval maken we een onderscheid tussen licht en sterk verontreinigd kunststofmateriaal. Hierbij kan de vervuiling zowel veroorzaak zijn door bijmenging met andere kunststofmaterialen als door bijmenging met andere stoffen, waarbij het eerste meestal de grootste uitdaging vormt voor verwerking en recyclage.

- Bij licht verontreinigd kunststofmateriaal is het mogelijk om via gekende technieken zoals wassen en scheiden (bv. via NIR) een materiaalzuiverheid van >95% te verkrijgen; en
- Bij zwaar verontreinigd kunststofmateriaal is het niet mogelijk om deze zuiverheid te bereiken.

In onderstaande tabel zijn per type kunststof indicatief een reeks stromen opgelijst die zich potentieel in het bedrijfsrestafval bevinden. Op basis van de beschikbare informatie zijn deze opgedeeld in licht en sterk verontreinigde stromen.

| Type kunststof | Licht verontreinigd | Sterk verontreinigd |
|---|---|---|
| PVC | (Uitgegraven) buizen die grotendeels van aarde en bouwafval zijn ontdaan | Buizen en ramen met grote hoeveelheden PU-schuim (montage-afdichting) |
| | Ramen | PVC behangpapier |
| | Schrootjes (planchettes), eventueel met resten van nietjes | |
| | Stukken rolluik | |
| PE | Voedselverpakkingen (schaaltjes, cups, …) | Verpakkingen die onder KGA vallen |
| | Verfemmer waarvan de randen nog verf bevat | Verfemmer met bodem uitgedroogde verf |
| | Buizen (bv. afvoer wastafel) | Buizen van chauffageleiding of waterleiding (buis in buis systeem) |
| | Stukken heldere folie | Folie met vervuiling van lijm, bitumen |
| | | Elektro laskoppelingen voor buizen |
| PP | Voedselverpakkingen (schaaltjes, cups, …) | Verpakkingen die onder KGA vallen |
| | Verfemmer waarvan de randen nog verf bevat | Verfemmers met bodem uitgedroogde verf |
| | Buizen (bv. afvoer wastafel) | Drainagebuis (nog voorzien van de cocos ommanteling) |
| | Tuinmeubelen | Elektro laskoppelingen voor buizen |
| | Video en DVD dozen | |
| PET | Flessen | Flessen die hergebruikt zijn voor andere toepassingen dan voeding |
| | Blister verpakkingen | |
| | Voedingsschaaltjes | |
| PS | Voedselverpakkingen (yoghurt potjes) | Kunststof badkuip of douchebak |
| | CD doosjes/Video cassettes | Behuizingen voor medische test kits |
| | Proper piepschuim | |
| | Kleerhangers | |

Hieronder is de technische recycleerbaarheid voor de verschillende kunststoftypes apart besproken:

PVC

Licht verontreinigd PVC is technisch recycleerbaar. Via een micronisatietechniek[28]is het mogelijk om materiaal aan te bieden voor recyclage op een manier dat de vervuiling geen problemen vormt voor de kwaliteit van het eindproduct. De vervuiling wordt hierbij herleid tot een soort vulstof.

Sterk verontreinigd PVC is technisch niet goed recycleerbaar. Een voorbeeld hiervan is zeildoek gemaakt uit een combinatie van PVC en polyester (bv. grondzeilen, vrachtwagenzeilen). De vervuiling heeft een negatieve impact op het gedrag van het recyclaat. PVC wordt dan een stuk brosser, wat niet aanvaardbaar is bij toepassingen zoals bijvoorbeeld buizen of ramen.

PE

Licht verontreinigd PE is technisch recycleerbaar op voorwaarde dat men de LDPE en HDPE stromen uit elkaar kan halen. Voor nagesorteerd HDPE zijn een aantal "boosters"[29] ontwikkeld die de kwaliteit van het recyclaat verbeteren. Op dit ogenblik zijn deze materialen nog slechts beperkt beschikbaar en duur.

Sterk verontreinigd PE is technisch niet recycleerbaar op mechanische wijze.

PP

PP is het materiaal met de grootste diversiteit van alle thermoplasten. Dit varieert van zeer laag vloeibare materialen dat gebruikt worden in folies en verpakkingen en goed vloeibare materialen die gebruikt worden in heel wat spuitgiettoepassingen (bv. huishoudartikelen, speelgoed en andere gebruiksvoorwerpen).

Een mengsel van verschillende PP materialen heeft een zeer onstabiel gedrag bij verwerking. Hierdoor is het zeer moeilijk om voor het recyclaat geschikte toepassingen te vinden, zelfs bij lichte verontreiniging. Bijkomend neemt PP zeer veel geuren op uit de omgeving, wat leidt tot geurproblemen bij recyclage.

PET

Licht verontreinigd (transparant) PET is op dit moment technisch recycleerbaar. Dit komt voornamelijk door het beperkte toepassingsgebied van PET[30]. Er zijn ook technieken beschikbaar waarbij PET, afkomstig van voedingstoepassing, na recyclage opnieuw voor voedingstoepassingen kunnen gebruikt worden.

Sterk verontreinigd PET en zwaar ingekleurd PET is technisch niet recycleerbaar op mechanische wijze.

[28] Micronisatie: techniek waarmee harde kunststoffen tot poeders verwerkt worden (in vele gevallen werkt men tussen 300 en 500µm)

[29] Boosters zijn producten met betere eigenschappen dan het virgin basismateriaal. Door toevoeging aan recyclaat bekomt men grondstoffen met vergelijkbare eigenschappen als virgin

[30] PET wordt toegepast als verpakking voor koolzuurhoudende dranken(PET fles) en als verpakking voor andere voeding (schaaltjes, blisterverpakking, …)

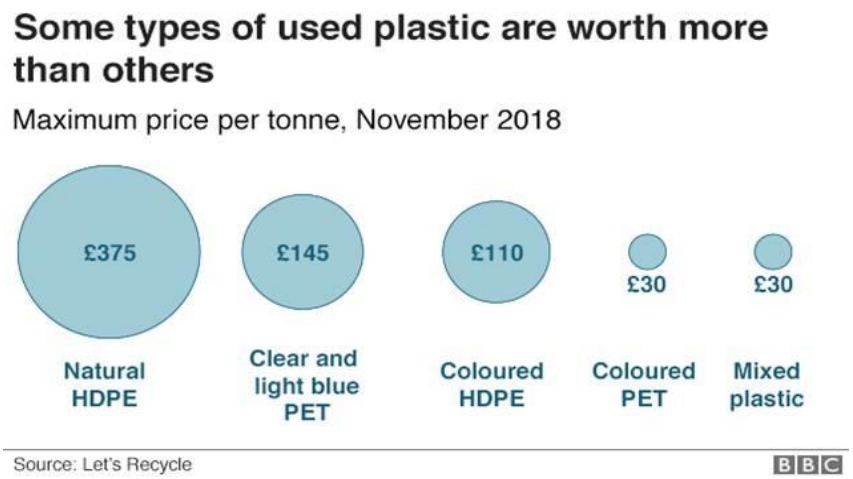
PS

De technische recycleerbaarheid verschilt sterk tussen EPS[31] en PS. Het licht verontreinigd EPS wordt op dit moment gemalen en gerecycleerd als additief in isolatiebeton. PS wordt zelden gerecycleerd, niet door gebrek aan mogelijkheden voor technische recyclage, maar door de hoge kwaliteitseisen voor het recyclaat. Zo wordt PS bijvoorbeeld vaak gebruikt voor transparante en witte toepassingen, die gevoelig zijn voor visuele vervuiling. Er zijn wel ontwikkelingen om gerecycleerd EPS en PS ook voor andere toepassingen geschikt te maken[32].

Recyclaat op basis van sterk verontreinigd PS vindt om dezelfde reden moeilijk toepassingen. Daarnaast is PS ook een bros materiaal, waardoor vervuiling aanleiding kan geven tot breuken.

### 4.5.2 Economische recycleerbaarheid

Er zijn grote verschillen in de waarde van gerecycleerde kunststoffen waardoor de interesse voor het verwerken en recycleren van bepaalde stromen beperkt is. Terwijl een mechanische recyclageplant van meer zuivere kunststofstromen minimaal 30.000 ton op jaarbasis verzet, is dit voor de mechanische recyclage van gemengde stromen pas rendabel vanaf minstens 100.000 ton op jaarbasis. Daarnaast heeft het recyclaat van een gemengde stroom een kleiner toepassingsgebied (bv. paaltjes, tuinbanken).




*Figuur 4: Maximumprijzen per ton voor verschillende gerecycleerde kunststoffen (cijfers november 2018)*

Zuivere recyclaatstromen kennen een grotere afzetmarkt en daaraan gelinkt een hogere prijs. De economische haalbaarheid van de gemengde stroom is daarentegen laag, ondermeer door:

[31] EPS: Expandend polystyrene (handelsnaam oa ISOMO)
[32] http://styrenics-circular-solutions.com/

- De koppeling van de recyclaatprijzen aan de prijzen van virgin polymeren en de lage prijzen voor virgin polymeren;
- Het feit dat mechanische recyclagetechnieken onvoldoende performant zijn om gemengde materiaalstromen te scheiden in meerdere fracties, waardoor de kwaliteit van veel recyclaten laag is;
- De mismatch tussen gerecycleerde kunststofmaterialen (vooral verpakking) en nieuwe producten (vooral niet verpakkingen) die in Europa geproduceerd worden;
- Ontbrekende samenwerking tussen recyclagebedrijven en productiebedrijven met betrekking tot de ontwikkeling van producten met recycled content.

Hieronder wordt de economische recycleerbaarheid per polymeer besproken:

PVC
Via micronisatie (zie technische recycleerbaarheid) kan licht verontreinigd PVC terug omgezet worden in een bruikbare grondstof. Micronisatie is een relatief goedkoop proces. Daarnaast is er op dit ogenblik een duidelijke afzetmarkt voor harde PVC met recycled content (buizen, vloertoepassingen,…). De recyclage van licht verontreinigd PVC is daarom economisch haalbaar.

De verwerking en recyclage van sterk verontreinigd PVC leidt tot hogere sorteerkosten en hogere onzuiverheden in de PVC matrix. Dit laatste heeft een negatieve invloed op het impactgedrag van het gerecycleerde materiaal. Daardoor zijn er slechts weinig geschikte toepassingen.

PE
Vanaf 1 januari 2021 moeten afvalzakken in Vlaanderen voor minstens 80% bestaan uit gerecycleerde kunststoffen, waarvan minstens de helft uit gerecycleerde postconsumer kunststoffen (Vlarema 5.3.12.1). Door deze verplichting is er een afzetmarkt voor licht verontreinigd PE materiaal en zijn de handelsprijzen voor dit materiaal gestegen.

Recyclage van sterk verontreinigd PE materiaal is op dit moment economisch niet interessant. Evoluties in chemische recyclage kunnen hier op termijn misschien helpen.

PP
Licht verontreinigd PP wordt op dit moment gerecycleerd, maar door de sterke verscheidenheid in PP materialen is het recyclaat, dat bekomen kan worden op basis van nagesorteerd materiaal uit het bedrijfsrestafval, niet geschikt voor dunwandige toepassingen. Doordat PP geuren opneemt is het toepassingsgebied voor recyclaat van verontreinigd PP beperkt.

Recyclaat afkomstig van sterk verontreinigd PP laat weinig toepassingen toe. De economische haalbaarheid van de recyclage van deze stroom is laag, gelet op de impact van de vervuiling op het rendement en de mogelijke nood aan een mechanische voorsortering.

PET
Licht verontreinigd helder PET is een gegeerd materiaal op de markt. Op bepaalde momenten is recycled PET zelfs duurder dan virgin doordat de voedingsindustrie de inzet van gerecycleerd PET gebruikt in zijn communicatie naar consumenten. PET is op dit moment ook de enige kunststof die terug kan ingezet worden voor voedingstoepassingen. Zodra het PET gekleurd is daalt de waarde van het recyclaat echter spectaculair, zelfs bij beperkte vervuiling.

Sterk verontreinigd PET en zwaar ingekleurd PET hebben een beperkte marktwaarde. Op termijn kan chemische recyclage een oplossing bieden, al zal de vervuiling een negatieve impact hebben op het technisch rendement van het chemisch recyclageproces.

PS
Licht verontreinigd EPS is economisch rendabel om te recycleren, maar alleen omdat het meestal gratis aangeboden wordt. Extra sorteerstappen zouden deze economische haalbaarheid teniet doen.

Licht verontreinigd EPS materiaal wordt soms, via compacteren en compounderen[33], terug omgezet in PS.

Recyclage van Sterk verontreinigd PS is op dit moment economisch niet interessant. Soms is EPS verontreinigd met broomhoudende brandvertragers die deels uit de matrix gehaald kunnen worden via een chemisch opzuiveringsproces. Dit proces slaagt er echter niet in om de teruggewonnen materialen volledig in overeenstemming met REACH te brengen.

### 4.5.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030

De concurrentie tussen kunststofrecyclaten en virgin polymeren zal in de komende 10 jaar niet onmiddellijk afnemen. Er gebeuren nog altijd (ook in België) belangrijke petrochemische investeringen om klassieke virgin polymeren te maken uit aardolie of schaliegas. Bij een aantal petrochemische bedrijven en polymeerproducenten is er wel een toenemende interesse voor recyclaten. Diverse redenen kunnen deze toenemende interesse verklaren:

- Recyclaten kunnen een interessante feedstock worden voor de productie van nieuwe polymeren; en
- Deze grote bedrijven willen betekenisvol blijven binnen de circulaire economie of kunnen op deze manier hun marktaandeel behouden (deze grote bedrijven hebben de kennis en het middelen om specifieke afzetmarkten te helpen creëren voor recyclaten).

Op basis van de beschikbare informatie zijn volgende evoluties verwacht voor de recyclage van kunststoffen:

1. Mechanische recyclage:

Er is een evolutie in de identificatietechnologie (multispectrale analyse, XRF, …), waardoor kunststofstromen sneller gedetecteerd en efficiënter gescheiden kunnen worden. Er worden technieken ontwikkeld die toelaten

[33] Compounderen zorgt voor de verdamping van het pentaan dat gebruikt wordt om PS te laten schuimen

om de “chemical content” van een polymeermatrix on-line te bepalen en om zwarte kunststoffen te scheiden op basis van hun chemische samenstelling.

Daarnaast worden “booster materialen” verder ontwikkeld, waarmee de degradatie van de gerecycleerde polymeren kan worden bijgewerkt. Hierdoor krijgen de gerecycleerde polymeren gelijkaardige eigenschappen dan virgin polymeren. Total en Borealis hebben al booster materialen ontwikkeld voor HDPE.

Er wordt ook verwacht dat de opzuiveringsprocessen die gekoppeld zijn aan het mechanisch recyclageproces verder zullen verbeteren en dat de automatisatie ervan zal toenemen.

2. Chemische recyclage:

Op dit moment is het economisch rendement van chemische recyclage onduidelijk en onzeker omwille van de volgende factoren:

- De lage aardolieprijzen;
- De hoge investeringskost;
- De beschikbaarheid van voldoende grote volumes kunststofmateriaal;
- De kosten voor de logistieke bevoorrading;
- De kosten voor energieverbruik; en
- Onduidelijkheid over de afname van bepaalde nevenstromen.

Polymeerrijk afval zal evenwel in de toekomst een belangrijke feedstock worden voor het produceren van nieuwe polymeren met identieke eigenschappen als de virgin polymeren die thans gemaakt worden met niet hernieuwbare fossiele grondstoffen. Dit kan door middel van chemische recyclage

Vanuit de chemische industrie is er een toenemende interesse naar de producten die afkomstig zijn uit solvolyse en naar de mogelijkheden om pyrolysegassen terug te voeren naar (stoom)kraakinstallaties. Deze feedstock op basis van polymeerafval moet dienen door de productie van nieuwe polymeren (circulaire polymeren) en de synthese van diverse chemische substanties. Op dit ogenblik is chemische recyclage nog steeds een batchproces, maar op termijn is verwacht dat pyrolyse en solvolyse continue processen worden.

Daarnaast gebeurt er onderzoek naar technieken om bepaalde storende componenten te verwijderen uit de recyclaten, al staat dit nog in de kinderschoenen. Hierbij wordt gefocust op het verwijderen van kleurstoffen, geabsorbeerde geuren en additieven die niet in overeenstemming zijn met REACH[34].

De ontwikkeling van de chemische recyclage wordt ondersteund door initiatieven zoals de Circular Plastics Alliance. Deze alliantie van publiek en private organisaties stelt zich als doel om tegen 2025 10 miljoen ton aan kunststoffen chemisch te recycleren.

Hieronder is de verwachte evolutie van de recycleerbaarheid voor de verschillende kunststoftypes apart besproken:

[34] REACH is een systeem voor registratie, evaluatie en toelating van chemische stoffen die in de Europese Unie geproduceerd of geïmporteerd worden.

PVC
Er worden verdere ontwikkelingen verwacht van scheidingstechnieken op basis van solventen. Deze laten toe om onzuiverheden uit het PVC materiaal te halen. De installatie van het Vinyloop project in Ferrara, die met dergelijke technologie werkte, is om economische redenen stilgelegd. Onder invloed van de stijgende vraag naar gerecycleerd PVC materiaal kan deze technologie mogelijk toch economisch haalbaar worden.

Vanuit CEN TC 249[35], de normeringscommissie voor kunststoffen, is er een voorstel gemaakt voor een genormaliseerde aanpak van "Controlled loop recycling of post-consumer (or post-use) PVC-U windows and doors" onder het voorstel van EPPA[36]. Dit initiatief kan de recyclage van PVC verder ondersteunen.

PE
Door de verdere ontwikkeling van "booster" materialen en de verder evoluerende scheidingstechnieken kan de technische recycleerbaarheid van PE toenemen. De impact op de economisch haalbaarheid is moeilijk in te schatten.

PP
De technische recycleerbaarheid van licht verontreinigd PP zal door de ontwikkeling van chemische recyclage wellicht toenemen, maar de impact op de economische haalbaarheid is onduidelijk.

PET
Het Nederlandse bedrijf Ioniqa is op dit moment een installatie aan het bouwen om zwarte PET te ontkleuren. Tot op heden was het enkel een "proefinstallatie", die niet echt economisch rendabel was. Het opschalen van de installatie tot ongeveer 25000 ton per jaar zou het proces wel economisch haalbaar maken.

De sterke evolutie naar chemische recyclage van PET biedt in de toekomst goede vooruitzichten

PS
Door de verdere ontwikkeling van de chemische opzuiveringstechnieken kan recyclaat afkomstig van broomhoudend PS in de toekomst mogelijk terug ingezet worden.

Er is een mogelijkheid dat verontreinigd PS, na een mechanische opzuiveringsstap, chemisch gerecycleerd wordt. PS kan hierbij op dezelfde manier verwerkt worden dan PE en PP[37].

Het zeer lage soortelijk gewicht van EPS blijft een groot nadeel voor de recyclage omwille van de hoge transportkosten. Compactering van het EPS materiaal voor transport is een mogelijke optie.

[35] CEN/TC249 https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0::::FSP_ORG_ID:6230&cs=17FC5DE6E1DFEDC2859B4C30DAA179DD1
[36] EPPA: https://www.eppa-profiles.eu/
[37] PE, PP en PS bestaan enkel uit koolstof en waterstof. PS is dus geen storende factor in de PE-PP solvolyse of pyrolyse

### 4.5.4 Conclusies voor kunststoffen nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval

Op basis van de beschikbare informatie is de recycleerbaarheid van kunststoffen nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt geëvalueerd:

- PVC, PE, PET en PS zijn technisch en economisch recycleerbaar op voorwaarde dat de stromen via gekende technieken kunnen opgezuiverd worden tot >95%;
- PP materiaal dat kan opgezuiverd worden tot >95% is technisch recycleerbaar, maar het recyclaat laat weinig toepassingen toe;
- Er wordt verwacht dat PP materiaal dat kan opgezuiverd worden tot >95% tegen 2030 technisch en economisch recycleerbaar zal zijn;
- PVC, PE, PP, PET en PS die niet kunnen opgezuiverd worden tot >95% zijn technisch niet recycleerbaar op mechanische wijze. Daarnaast zijn er weinig geschikte toepassingen voor het recyclaat; en
- Er wordt niet verwacht dat PVC, PP en PS stromen, die niet kunnen opgezuiverd worden tot >95%, in 2030 technisch recycleerbaar zouden zijn. Voor PE en PET is dit mogelijks wel het geval. De (snelheid van de) doorbraak van chemische recyclage zal hierbij bepalend zijn.

## 4.6 RECYCLEERBAARHEID TEXTIEL

De sorteeranalyse van 2017 gaf aan dat de fractie recycleerbaar textiel in afzetcontainers en rolcontainers niet meer dan 2-3% bedraagt. Het textielmateriaal in het bedrijfsrestafval is daarnaast heterogeen (vodden, poetslappen, textielverpakking, vloerbekleding, gebruiksartikelen,…).

Hieronder wordt de technische en economische recycleerbaarheid voor nagesorteerd textiel besproken.

### 4.6.1 Technische recycleerbaarheid

Het begrip 'textiel' dekt een brede en diverse verzameling aan producten. Kledij is de belangrijkste toepassing voor textiel (55%), gevolgd door interieurtextiel (25%) en technisch textiel (20%). De complexe samenstelling (natuurlijke, synthetische, geregenereerde cellulose vezels), de chemische inhoud (kleurstoffen, finishes, coatings, …) en de diverse structuren (weefsels, breisels, laminaten, tapijt, 3D-weefsels, …) van de vele textielproducten bemoeilijken recycleren van textiel, alsook het inzetten van de gerecycleerde vezels in nieuwe textielproducten.

Doordat veel textielproducten (geheel of gedeeltelijk) bestaan uit synthetische vezels kan men textiel niet alleen recycleren in nieuwe textieltoepassingen (textielpiste), maar ook in de productie van kunststoffen (polymeerpiste). Ook het chemische recycleren van textiel is hierbij mogelijk (zie 4.5).

Textiel dat is nagesorteerd uit bedrijfsrestafval kan verontreinigd zijn met bijvoorbeeld olie, chemische producten of stof, wat de recyclage sterk hindert. Voor thermoplastische recyclage (zie verder) vormt ook vocht een probleem.

Om de technische recycleerbaarheid te beoordelen, maken we een onderscheid tussen de textielpiste en de polymeerpiste. Voor het recycleren van het (nagesorteerd) textiel komen drie recyclagetechnieken in aanmerking: mechanische recyclage, thermoplastische recyclage en chemische recyclage.

1. Mechanische recyclage

Mechanische recyclage is de meest courante recyclagetechniek voor textiel. Hierbij wordt het textiel versneden en vervezeld tot een materiaal dat opnieuw kan versponnen worden. Deze techniek is toepasbaar op alle textielmaterialen waarvan de vezels enkel op mechanische wijze (door kaarden, spinnen, twijnen, vlechten, breien en weven) gebonden zijn. Deze techniek is niet toepasbaar bij gecoat, gelamineerd, geïmpregneerd en verontreinigd textiel omdat deze niet ontrafeld kunnen worden tot individuele vezels. De kleur van het vezelmateriaal kan in bepaalde zichtbare toepassingen storen, waardoor het vezelmateriaal met chemische middelen (oxidatieve of reductieve middelen) ontkleurd moet worden. Dit wordt in de praktijk weinig toegepast doordat de vezels bij het ontkleuren kunnen afbreken.

Textielmaterialen, waaruit geen verspinbare vezels kunnen gerecupereerd worden, moeten voorafgaand aan het mechanisch recyclageproces verwijderd worden. Aangezien nagesorteerd textiel zeer heterogeen is, heeft dit een negatief effect op de technische recycleerbaarheid van deze materiaalstroom.

2. Thermoplastische recyclage

Thermoplastische recyclage bestaat uit een combinatie van mechanische en thermische processen. Het recyclageproces bestaat uit volgende stappen:

1. Mechanisch verkleinen van het textielmateriaal tot zeer korte vezels en fluff; en
2. Compacteren van het fluffy materiaal tot doseerbare pellets en/of compounderen en granuleren tot grondstof voor extrusie of andere kunststofverwerkingsprocessen (zie kunststoffen).

Deze recyclagemethode kan enkel worden toegepast wanneer het textielmateriaal voldoende smeltbare polymeren bevat (bv. PP, PE,…), bij voorkeur in een monomateriaal samenstelling. Ook hier is de zuiverheid van de materiaalstroom essentieel voor de efficiëntie van het recyclageproces en de kwaliteit van het recyclaat. De aanwezigheid van vocht heeft een negatief effect op het thermoplastisch recyclageproces.

De beschikbare thermoplastische recyclageprocessen richten zich uitsluitend op de recyclage van kunststoffen uit niet-textiel toepassingen. Het verwerken van textiel met de bestaande technologie zal vooral in de eerste bewerkingsstappen (compacteren en thermogranuleren) praktische problemen opleveren, aangezien geshredderd textiel andere fysische eigenschappen heeft dan klassiek vermalen kunststoffen. Het bestaande machinepark is niet aangepast aan de recyclage van textiel.

3. Chemische recyclage

De derde piste is het chemisch recycleren van nagesorteerd textielmateriaal. Hierbij wordt het textielmateriaal via solvolyseprocessen gedeeltelijk of geheel afgebroken tot elementaire bouwstenen (moleculen, oligomeren of beperkte moleculaire ketens). Deze bouwstenen kunnen dan opnieuw chemisch opgewerkt worden tot hetzelfde of een ander polymeer, of tot geregenereerd materiaal (bv. viscose uit katoen). Deze chemische recyclageprocessen zijn in volle ontwikkeling en voor een aantal onder hen bestaan er werkende pilootinstallaties. Er zijn echter op dit ogenblik geen installaties beschikbaar '*in practice and at scale'*.

Om voldoende opbrengst te bekomen bij chemische recyclage moet de ingaande materiaalstroom momenteel tamelijk tot zeer homogeen zijn. De beschikbare technologieën zijn (nog) niet in staat om al te veel onzuiverheden of vervuiling te elimineren tijdens het recyclageproces. Beide criteria bemoeilijken de verwerking van nagesorteerd textielmateriaal met deze technologie.

### 4.6.2 Economische recycleerbaarheid

De verontreinigingsgraad van het textiel heeft een impact op de economische recycleerbaarheid. Textiel nagesorteerd uit bedrijfsrestafval is typisch niet proper en/of zuiver.

Uit de recente resultaten van het RETEX-project[38] is gebleken dat de mechanische en thermoplastische recyclage van textielmateriaal rendabel kan zijn voor homogene materiaalstromen. Voor het recyclaat zou ook een afzetmarkt bestaan. Enkel industriële afvalstromen of duidelijk geïdentificeerde stromen (bv uit industriële wasserijen) voldoen aan de basiseis voor homogeniteit. Nagesorteerd textiel, onafhankelijk van de verontreinigingsgraad, voldoet niet aan de standaarden waaraan afzet kan gevonden worden.

In Europa is de recyclage van textiel beperkt. De lage prijzen voor nieuwe textielproducten en de lage grondstofprijzen voor zowel virgin vezels als gerecupereerde vezels, maken dat de meeste sorteerstappen en recyclageprocessen voor afgedankt textiel, weinig of niet rendabel zijn.

Voor een beperkt aantal textielproducten, waarvan de samenstelling zeer goed gekend is en ook zeer ruim beschikbaar (bv. jeansstoffen, platlinnen, werkkledij), kan het economisch interessant zijn om op grote schaal te recycleren. De vezellengte na mechanische recyclage is hierbij een cruciale parameter. Op basis van de beschikbare informatie komen deze producten echter amper voor in het bedrijfsrestafval.

### 4.6.3 Verwachte evoluties tegen 2023 en 2030

Er worden tegen 2023 en 2030 geen nieuwe grootschalige technologieën voor mechanische recyclage van textiel verwacht, wel een verfijning van de bestaande technologieën. Het gebruik van mechanische recyclage zal voor homogene textielafvalstromen verder toenemen, vooral dankzij de beperkte investeringskosten en de relatief lage vereiste tonnages per jaar (10-20 kton/jaar). Daarenboven sluit mechanische recyclage van textiel naadloos aan bij de *flow* van de huidige textielindustrie (textiel naar textiel).

Belangrijke ontwikkelingen binnen het proces van mechanische recyclage richten zich op de verdere automatisatie van het sorteerproces en dit vooral op het niveau van de (vezel)samenstelling. Twee technieken zijn hierrond in ontwikkeling: SWIR scanner en Snapshot 'mosaic SWIR' camera. Deze snapshottechnologie wordt gezien als een alternatief voor de NIR-technologie. De snapshottechnologie kan het potentieel voor mechanische recyclage van nagesorteerd textiel verhogen, door de uitsortering te verbeteren.

De ontwikkelingen binnen de thermoplastische recyclage richten zich op de eliminatie van de compoundeerstap. Dit reduceert de kostprijs van het recyclageproces, wat de technologie financieel interessanter maakt. De abrasiebestendigheid (slijtvastheid) van de verschillende pistes vormt hierbij nog een hindernis.

[38] RETEX project - https://www.dotheretex.eu/

De grote hoeveelheden textielafval binnen Europa zijn niet alleen een potentiële bron voor de productie van textielrecyclaat, maar ook voor de synthese van nieuwe kunststofpolymeren. Door de chemische inhoud van veel textielproducten zal chemisch recyclage mogelijks op termijn de meest geschikte recyclagepiste worden.

### 4.6.4 Conclusies voor textiel nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval

Op basis van de beschikbare informatie is de recycleerbaarheid van textielmateriaal nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt geëvalueerd:

- Zowel verontreinigd als niet-verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal is momenteel technisch niet recycleerbaar. Daarnaast is er op heden geen afzetmarkt voor deze stroom; en
- Het is mogelijk dat niet-verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal tegen 2030 technisch recycleerbaar is, en dat dit in geval van chemische recyclage tegen 2030 ook economisch haalbaar wordt.

# 5 CONCLUSIES

De toekomstige Vlarema 8 wetgeving zal een reeks resultaatsverbintenissen opleggen waaraan bedrijfsrestafval, dat individueel wordt ingezameld, moet voldoen vooraleer het verbrand mag worden. Hoewel Vlaanderen bronsortering door bedrijven verder wil verbeteren, zal een deel van het bedrijfsrestafval wellicht een nasortering moeten ondergaan om de resultaatsverbintenissen te halen.

Nasortering van bedrijfsrestafval zal inspanningen vergen van de inzamelaar, afvalstoffenhandelaar of makelaar (IHM) en is enkel zinvol als het recyclaat naar een (bij voorkeur hoogwaardige) toepassing kan gaan. Voor papier en karton, harde kunststoffen en textielafval wordt in de resultaatsverbintenissen aangegeven dat enkel 'recycleerbaar' materiaal moet worden nagesorteerd. Dit begrip is echter voor interpretatie vatbaar. In deze studie onderzochten we wat 'recycleerbaar' meer concreet betekent in het kader van deze resultaatsverbintenissen.

De analyse die is uitgevoerd in deze studie is gebaseerd op informatie uit literatuur en uit 12 interviews met stakeholders. Recycleerbaarheid is hierbij als volgt gedefinieerd:

Een materiaal is recycleerbaar als het aan elk van volgende voorwaarden voldaan is:

4. Het recyclaat kan als **grondstof** gebruikt worden voor de **productie** van **nieuwe producten**, voor **componenten** die een onderdeel vormen van een product of als **gerecycleerde grondstof**. Toepassingen waarbij het recyclaat voor energierecuperatie of brandstof wordt ingezet worden uitgesloten;
5. Er is een **systeem** voorhanden voor de **inzameling, sortering, verwerking en recyclage** van deze materiaalstroom '***in practice and at scale'***. De sortering en verwerking moet bijgevolg toelaten om recyclaat te bekomen dat de karakteristieken van virgin grondstoffen of van gedefinieerde stromen voor recyclage minstens benadert;
6. De materiaalstroom veroorzaakt **geen ernstige hinder in het recyclageproces**, wat wil zeggen dat bijmenging van deze stroom geen technische problemen in het recyclageproces of kwaliteitsverlies van het eindproduct veroorzaakt; en
7. Er bestaat een **afzetmarkt** voor de recyclaatstroom of er wordt verwacht dat deze zich ontwikkelt binnen de vooropgestelde tijdsduur.

Het doelbewust opmengen van materiaalstromen met als doel de recycleerbaarheid van het materiaal te beïnvloeden ontdoet de stroom niet van zijn recycleerbaar karakter. Een recycleerbare stroom mengen met een andere stroom om zo een niet-recycleerbaar mengsel te bekomen is met andere woorden niet toegelaten.

De eerste drie voorwaarden zijn bij de analyse samengenomen onder technische recycleerbaarheid. Het vierde criterium wordt beschouwd als een essentiële voorwaarde voor de economische recycleerbaarheid. Bij de

analyse is de recycleerbaarheid voor drie tijdstippen geëvalueerd: de huidige situatie en de verwachte situaties in 2023 en 2030. Hieronder is de recycleerbaarheid per materiaalstroom besproken.

**Papier en karton:**

Voor de evaluatie van de technische en economische recycleerbaarheid maken we een onderscheid tussen 'niet of licht verontreinigd', 'matig verontreinigd' en 'zwaar verontreinigd' papier- en kartonafval:

- **Niet of licht verontreinigd** papier en karton benadert de kwaliteit van de standaardsoorten zoals opgelijst in de Europese EN643-norm;
- **Matig verontreinigd** papier en karton verwijst naar de stromen die:
  - Technisch kunnen nagesorteerd worden (bv. niet gedegradeerd onder invloed van vocht);
  - Die niet voldoen aan de criteria voor de standaardsoorten van de EN643 wat betreft samenstelling, percentage aan niet-papier componenten en/of percentage aan ongewenste materialen; en
  - Die niet in contact gekomen zijn met stoffen die verboden zijn volgens EN643; en
- **Zwaar verontreinigd** papier en karton is verontreinigd met materialen die volgens de EN643-norm verboden zijn (zie onderstaande tabel).

In onderstaande tabel zijn indicatief een reeks materialen opgelijst die zich potentieel in het bedrijfsrestafval bevinden. Op basis van de beschikbare informatie zijn deze opgedeeld in 'niet of licht', 'matig' en 'sterk verontreinigde stromen'.

| Type stroom | Niet of licht verontreinigd | Matig verontreinigd | Zwaar verontreinigd |
|---|---|---|---|
| Papier | Papierbundels, oude kranten, tijdschriften etc. die voldoen aan de EN643-norm (max 1,5 % niet papier-componenten en 3 % ongewenste materialen) | Papieren documenten met een kunststoffen voor- en/of achterblad<br>Met voedselvlekken besmeurde zakken | Koolstofvrij kopieerpapier dat PCBs bevat (toepassing gestopt in jaren '80).<br>Papier verontreinigd met materialen die volgens EN643 verboden zijn, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar |
| Karton | Kartonnen verpakkingen etc. die voldoen aan de EN643-norm (max 1,5 % niet papier-componenten en 3 % ongewenste materialen) | Lege kartonnen (pizza)dozen met voedselvlekken | Karton verontreinigd met materialen die volgens EN643 verboden zijn, zoals medisch afval, besmette persoonlijke hygiëneproducten, gevaarlijk afval, organisch afval inclusief levensmiddelen, bitumen, giftige poeders en vergelijkbaar |

Op basis van de beschikbare informatie wordt de recycleerbaarheid van papier en karton nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt ingeschat:

- Nagesorteerd niet of licht verontreinigd papier en karton is economisch en technisch recycleerbaar op voorwaarde dat het niet gedegradeerd is onder invloed van vocht;
- Nagesorteerd papier en karton dat zwaar verontreinigd is, of dat gedegradeerd is onder invloed van vocht, is technisch niet recycleerbaar. Daarnaast bestaan er op heden geen toepassingen, en dus ook geen afzetmarkt, voor deze stromen. Bronsortering geniet de voorkeur om deze fractie te beperken;
- Nagesorteerd papier en karton, dat matig verontreinigd is en niet tot de bovenstaande twee categorieën behoort, is technisch meestal recycleerbaar, maar binnen de huidige marktomstandigheden bestaat er geen structurele afzetmarkt; en
- Op basis van de beschikbare informatie wordt niet verwacht dat de technische en de economische recycleerbaarheid voor papier en karton significant zullen wijzigen tegen 2023 en 2030.

**Kunststoffen:**

Voor de evaluatie van de recycleerbaarheid bij nasortering uit het bedrijfsrestafval maken we een onderscheid tussen licht en sterk verontreinigd kunststofmateriaal. Hierbij kan de vervuiling zowel veroorzaak zijn door bijmenging met andere kunststofmaterialen als door bijmenging met andere stoffen, waarbij het eerste meestal de grootste uitdaging vormt voor verwerking en recyclage.

- Bij **licht verontreinigd** kunststofmateriaal is het mogelijk om via gekende technieken zoals wassen en scheiden (bv. via NIR) een materiaalzuiverheid van >95% te verkrijgen; en
- Bij **zwaar verontreinigd** kunststofmateriaal is het niet mogelijk om deze zuiverheid te bereiken.

In onderstaande tabel zijn per type kunststof indicatief een reeks stromen opgelijst die zich potentieel in het bedrijfsrestafval bevinden. Op basis van de beschikbare informatie zijn deze opgedeeld in licht en sterk verontreinigde stromen.

| Type kunststof | Licht verontreinigd | Sterk verontreinigd |
|---|---|---|
| PVC | (Uitgegraven) buizen die grotendeels van aarde en bouwafval zijn ontdaan | Buizen en ramen met grote hoeveelheden PU-schuim (montage-afdichting) |
| | Ramen | PVC behangpapier |
| | Schrootjes (planchettes), eventueel met resten van nietjes | |
| | Stukken rolluik | |
| PE | Voedselverpakkingen (schaaltjes, cups, …) | Verpakkingen die onder KGA vallen |
| | Verfemmer waarvan de randen nog verf bevat | Verfemmer met bodem uitgedroogde verf |
| | Buizen (bv. afvoer wastafel) | Buizen van chauffageleiding of waterleiding (buis in buis systeem) |
| | Stukken heldere folie | Folie met vervuiling van lijm, bitumen |
| | | Elektro laskoppelingen voor buizen |
| PP | Voedselverpakkingen (schaaltjes, cups, …) | Verpakkingen die onder KGA vallen |
| | Verfemmer waarvan de randen nog verf bevat | Verfemmers met bodem uitgedroogde verf |
| | Buizen (bv. afvoer wastafel) | Drainagebuis (nog voorzien van de cocos ommanteling) |
| | Tuinmeubelen | Elektro laskoppelingen voor buizen |
| | Video en DVD dozen | |
| PET | Flessen | Flessen die hergebruikt zijn voor andere toepassingen dan voeding |
| | Blister verpakkingen | |
| | Voedingsschaaltjes | |
| PS | Voedselverpakkingen (yoghurt potjes) | Kunststof badkuip of douchebak |
| | CD doosjes/Video cassettes | Behuizingen voor medische test kits |
| | Proper piepschuim | |
| | Kleerhangers | |

Op basis van de beschikbare informatie wordt de recycleerbaarheid van kunststoffen nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt ingeschat:

- Licht verontreinigde PVC, PE, PET en PS materialen zijn technisch en economisch recycleerbaar;
- Licht verontreinigd PP materiaal is technisch recycleerbaar, maar het recyclaat laat weinig toepassingen toe;
- Er wordt verwacht dat licht verontreinigd PP materiaal tegen 2030 technisch en economisch recycleerbaar zal zijn;
- Sterk verontreinigde PVC, PE, PP, PET en PS stromen zijn technisch niet recycleerbaar op mechanische wijze. Daarnaast zijn er weinig geschikte toepassingen voor het recyclaat; en
- Er wordt niet verwacht dat sterk verontreinigde PVC, PP en PS stromen in 2030 technisch recycleerbaar zouden zijn. Voor sterk verontreinigd PE en PET materiaal is dit mogelijks wel het geval. De (snelheid van de) doorbraak van chemische recyclage zal hierbij bepalend zijn.

**Textiel:**

Op basis van de beschikbare informatie wordt de recycleerbaarheid van textielmateriaal nagesorteerd vanuit het bedrijfsrestafval als volgt ingeschat:

- Zowel verontreinigd als niet-verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal is momenteel technisch niet recycleerbaar. Daarnaast is er op heden geen afzetmarkt voor deze stroom; en
- Het is mogelijk dat niet-verontreinigd nagesorteerd textielmateriaal tegen 2030 technisch recycleerbaar is, en dat dit in geval van chemische recyclage tegen 2030 ook economisch haalbaar wordt.

# 6 AANBEVELINGEN

Op basis van de vaststellingen en conclusies formuleert dit hoofdstuk enkele aanbevelingen:

**1. Richtlijnen**

Verschillende resultaatsverbintenissen uit de Code van goede praktijk verwijzen expliciet naar de recycleerbaarheid van bepaalde materialen, wat ruimte laat voor interpretatie. Deze studie heeft getracht om het begrip recycleerbaarheid, gebaseerd op technische en economische recycleerbaarheid, te vertalen naar de resultaatsverbintenissen. Integratie en verduidelijking van dit begrip in de (toepassing van de) regelgeving helpt om discussies op het terrein te vermijden.

**2. Actualisatie van de sorteeranalyse**

De laatste sorteeranalyse van het bedrijfsrestafval in Vlaanderen dateert van 2017. Op het moment van uitvoering van de sorteeranalyse moesten bedrijven 18 afvalstromen selectief laten inzamelen. In 2018 zijn daar de recycleerbare harde kunststoffen, geëxpandeerd polystyreen (EPS) en folies bij gekomen[39]. Vanaf 1 januari 2021 komen daar nog 3 nieuwe afvalstromen bij: keukenafval en etensresten, levensmiddelenafval (verpakte voedingswaren) en matrassen[40]. In eerste instantie is de verplichting voor keukenafval, etensresten en levensmiddelenafval van toepassing op bedrijven die behoren tot bepaalde sectoren en bedrijven die minstens eenmaal per week warme maaltijden serveren. Vanaf 31 december 2023 geldt deze verplichting voor alle bedrijven.

Gelet op de recente wijzigingen in de regelgeving is het aangewezen om een actualisatie van de sorteeranalyse uit te voeren. Dit zou toelaten om de sorteercijfers te updaten en de impact van het gevoerde beleid in te schatten.

**3. Controle en handhaving**

De toekomstige Vlarema 8 beoogt in de eerste plaats dat bedrijven hun afval sorteren en correct aanbieden. Ondanks de inspanningen van de Afdeling Handhaving en de lokale besturen, is de pakkans bij overtredingen op de bronsortering voor de afvalstoffenproducenten echter vrij beperkt. Voorliggende studie bevestigt opnieuw dat bronsortering cruciaal is om materialen te kunnen recycleren. De IHMs hebben de indruk dat zij verantwoordelijk worden gesteld voor de problemen die gecreëerd worden door afvalstoffenproducenten die de regelgeving niet respecteren. Een versterkte controle en handhaving op bronsortering bij de afvalproducenten (zowel klasse 1, 2 en 3 bedrijven) is dan ook aanbevolen. Daarnaast is er ook een rol voor de IHMs zelf weggelegd om hun klanten te informeren en te wijzen op eventuele sorteerfouten.

[39] Besluit van de Vlaamse regering van 22 december 2017 tot wijziging van diverse bepalingen van het besluit van de Vlaamse regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen – Vlarema 6

[40] Besluit van de Vlaamse regering van 22 maart 2019 tot wijziging van diverse bepalingen van het besluit van de Vlaamse regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen– Vlarema 7

Als nasortering van bedrijfsrestafval noodzakelijk is, zal dit grote inspanningen vragen van de IHM. Een gelijke toepassing (inclusief handhaving) van de regelgeving binnen de volledige afvalsector is dan ook belangrijk om concurrentievervalsing te vermijden.

**4. <u>Recycled content en uitgebreide producentenverantwoordelijkheid</u>**

Zoals besproken onder 3.3 worden gerecycleerde kunststoffen door de markt als substituten voor primaire kunststoffen beschouwd. Door het ontbreken van een aparte vraag naar gerecycleerde kunststoffen, is de prijs sterk gecorreleerd aan die van primaire kunststoffen. Bij lage grondstofprijzen wordt het gerecycleerde materiaal hierdoor uit de markt geprijsd.

Bijkomende initiatieven kunnen helpen om gerecycleerde grondstoffen te differentiëren van virgin grondstoffen en de marktvraag te bevorderen. Zo kijkt de Europese Commissie naar mogelijkheden om de markt van gerecycleerde grondstoffen te stimuleren door het opleggen van recycled content verplichtingen in een reeks toepassingen (verpakkingen, voertuigen, bouwmaterialen en batterijen)[41]. De invoering van recycled content standaarden is echter complex. De standaard moet immers in detail beschrijven hoe bepaalde materialen verrekend worden. Daarnaast vereist dit ook veel informatie over de betrokken productieprocessen. Procedures zullen apart moeten worden uitgewerkt voor elk betrokken product[42]. Algemeen is de consensus dat dit beter op Europees niveau wordt bekeken, al kan Vlaanderen deze Europese initiatieven natuurlijk wel ondersteunen.

(Lokale) overheden kunnen verplichtingen inzake recycled content opnemen in de bestekken voor overheidsaanbestedingen. Aanbestedingen kunnen een hefboom vormen om samenwerking binnen de waardeketen aan te moedigen, maar de impact is wellicht te beperkt om een ommekeer van de hele markt te realiseren.

Op Vlaams niveau kan Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid (UPV) met zogenaamde ‘modulated fees’ worden ingevoerd. Bij UPV draagt de producent die het product op de markt heeft geplaatst de verantwoordelijkheid voor de inzameling en verwerking van zijn producten die in de afvalfase zijn aanbeland. Hiervoor doen producenten veelal beroep op een beheersorganisatie, veelal op sectorniveau. De producent betaalt dan een bijdrage aan de beheerorganisatie die de verantwoordelijkheid overneemt. Het is mogelijk om de bijdrage van de producent te differentiëren (modulated fees), bijvoorbeeld in functie van de mate waarin zijn product recycled content bevat. Op die manier wordt de markt voor gerecycleerde grondstoffen ondersteund.

Beheersorganisaties kunnen ook een actieve rol spelen in het creëren van afzetmarkten voor bepaalde recyclaten. Dit kan bijvoorbeeld via het opzetten van proefprojecten.

[41] https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf
[42] Hoogmartens, R., Dubois, M., Van Passel, S., Recycled content als beleidsinstrument, Steunpunt duurzaam materialenbeheer

## 5. Kennis en informatie

Ondanks de vele initiatieven die de Vlaamse en lokale overheden reeds hebben genomen, blijkt uit de studie dat veel afvalstoffenproducenten nog kennis missen om hun afval correct aan de bron te scheiden. Aangezien bronsortering cruciaal is om recycleerbare materialen te recupereren, moet bijgevolg verder ingezet worden op informatieverstrekking.

Het afvalbeleid evolueert ook in de tijd. Zo hebben bepaalde bedrijven vanaf 1 januari 2021 de verplichting om bijkomende afvalstromen selectief aan de bron te scheiden: keukenafval en etensresten, levensmiddelenafval (verpakte voedingswaren) en matrassen. Begin 2021 gaat ook de Vlarema 8 van kracht, met nieuwe procedures en de resultaatsverbintenissen. Deze nieuwe verplichtingen zijn een opportuniteit om opnieuw communicatie op te zetten naar bedrijven over het belang van bronsortering.

Omdat de inzet van gerecycleerde grondstoffen meestal samenwerking tussen meerdere schakels van de waardeketen vereist, is het belangrijk dat kennis gedeeld wordt over de volledige keten. Recyclagebedrijven worden steeds meer betrokken bij de ontwikkeling van producten, maar dit is nog steeds geen standaard praktijk. Vlaanderen zou samenwerking tussen de verschillende schakels van de waardeketen bijkomend kunnen ondersteunen door het lanceren van specifieke Green Deals[43]. Een Green Deal is een lerend netwerk dat gericht is op vernieuwende samenwerkingen met als doel om op korte termijn duurzame acties te realiseren.

[43] Zie volgende website voor een overzicht van de green deals in Vlaanderen: https://omgeving.vlaanderen.be/green-deals

# 7 BIBLIOGRAFIE

Becker et al, 2017, Detection of Black Plastics in the Middle Infrared Spectrum (MIR) Using Photon Up-Conversion Technique for Polymer Recycling Purposes, MDPI

CEPI, 2018, European paper industry position on separate collection

CE Delft, 2019, *Verkenning chemische recyclage -update 2019*

Dubois, M., Christis, M., 2014, Verkennende analyse van het economisch belang van afvalbeheer, recyclage en de circulaire economie in Vlaanderen, Steunpunt duurzaam materialenbeheer

Hoogmartens, R., Dubois, M., Van Passel, S., Recycled content als beleidsinstrument, Steunpunt duurzaam materialenbeheer

OECD, 2018, Improving markets for recycled plastics

OVAM, 2017, Discussiepaper - Knelpuntanalyse van de kunststofketen

OVAM, 2018, Sorteeranalyse van bedrijfsrestafval ingezameld door private inzamelaars

OVAM, 2018, Huishoudelijk afval en gelijkaardig bedrijfsafval 2018 – Opvolging van de indicatoren in het uitvoeringsplan