



## **Perspectieven voor valorisatie van op vezels gebaseerde reststromen**

**27 juli 2022**

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

## Verantwoording

<b>Titel</b>	Perspectieven voor valorisatie van op vezels gebaseerde reststromen
<b>Opdrachtgever</b>	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
<b>Projectleider</b>	Jurgen Ooms
<b>Auteur(s)</b>	Kiki Kamphorst, Joanne van 't Zelfde, René Tankink
<b>Tweede lezer</b>	Jurgen Ooms, René Tankink
<b>Projectnummer</b>	1283120
<b>Aantal pagina's</b>	60
<b>Datum</b>	27 juli 2022
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

TAUW bv  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
T +31 57 06 99 91 1  
E info.deventer@tauw.com

## Inhoud

1	Inleiding .....	6
1.1	Aanleiding .....	6
1.2	Doel van het onderzoek .....	6
1.3	Scope .....	7
1.4	Leeswijzer .....	7
2	Oud papier en karton   huidige keten en rol in de circulaire economie .....	8
2.1	Papier en karton in de circulaire economie .....	8
2.2	Huidige keten van papier en karton .....	9
2.3	Kwaliteit van oud papier en karton .....	10
2.3.1	Gevolgen vervuiling.....	10
3	In gemengd afval aanwezige vezelstromen .....	13
3.1	Papier en karton in huishoudelijk restafval.....	13
3.1.1	Omvang papier en karton in huishoudelijk restafval .....	13
3.1.2	Huidige nascheiding en kwaliteit van OPK uit huishoudelijk afval .....	14
3.2	Papier en karton in HDO afval .....	15
3.2.1	Omvang papier en karton in HDO afval .....	16
3.2.2	Huidige nascheiding van OPK uit HDO afval .....	17
3.2.3	Kwaliteit van nagescheiden OPK uit HDO restafval .....	17
3.3	Papier en karton in bouw- en sloopafval .....	18
3.3.1	Omvang papier en karton in bouw- en sloopafval.....	18
3.3.2	Huidige nascheiding van OPK uit bouw- en sloopafval .....	19
3.3.3	Kwaliteit van papier en karton uit bouw- en sloopafval .....	19
3.4	Papier in grof huishoudelijk restafval .....	19
3.4.1	Omvang papier uit grof huishoudelijk restafval .....	20
3.4.2	Huidige nascheiding van OPK uit grof huishoudelijk restafval .....	20
3.4.3	Kwaliteit van het nagescheiden OPK uit grof huishoudelijk restafval .....	21
3.5	Cellulose uit rioolwater .....	21
3.5.1	Omvang papier in rioolwater .....	21
3.5.2	Nascheiding van papier uit rioolwater .....	22
3.5.3	Kwaliteit van het nagescheiden cellulose .....	23

3.6	Overzicht van de totale hoeveelheid OPK in gemengde reststromen.....	23
4	Longlist van verwerkingstechnieken.....	24
4.1	Vergisting naar groengas .....	24
4.2	Vergassing naar methanol .....	26
4.3	Pyrolyse naar olie (en mineralen) .....	28
4.4	Enzymatische hydrolyse naar suikers .....	29
4.5	Geconcentreerde zuur hydrolyse naar suikers .....	32
4.6	Verwerking van cellulose tot bouwmaterialen .....	32
4.7	Verwerking tot sanitatiepapier.....	35
4.8	Productie van textielvezels.....	35
5	Vergelijking van technieken.....	37
5.1	Toelichting multicriteria-analyse.....	37
5.2	Resultaten van de multicriteria-analyse .....	38
6	Matching van technieken met beschikbare stromen .....	42
7	Knelpunten en belemmeringen.....	44
7.1	Knelpunten en belemmeringen .....	44
7.2	Instrumenten .....	44
8	Conclusies en aanbevelingen.....	47
8.1	Samenvatting .....	47
8.2	Conclusies.....	48
8.3	Analyse .....	50
8.4	Aanbevelingen aan de overheid.....	53
8.4.1	Geef de gewenste richting aan .....	53
8.4.2	Stimuleer nascheiding van OPK .....	54
8.4.3	Stimuleer ontwikkeling van technologie .....	55
8.4.4	Stimuleer de afzetmarkt van producten gemaakt uit nagescheiden OPK.....	55
8.5	Aanbevelingen aan de markt .....	56
8.5.1	Stimuleren van nascheiden van OPK .....	56
8.5.2	Ontwikkelen van technologie .....	57
8.5.3	Ontwikkelen van de afzetmarkt.....	57
9	Bronnen.....	58
	Interviews.....	67

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

- Bijlage 1 Werkwijze
- Bijlage 2 Verschillende definities kwaliteit van OPK
- Bijlage 3 Samenvatting Interviews

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Het rapport ‘Verkenning naar het voorkomen van verbranding van recyclebare materialen in 2030’ van RHDHV heeft de mogelijkheden verkend om vanaf 2030 het verbranden van alle recyclebare afval te verbieden<sup>1</sup>. Uit het rapport blijkt dat in 2018 ongeveer 5.800 kiloton Nederlands afval werd verbrand en dat hiertussen nog materialen te vinden zijn die gesorteerd en gerecycled kunnen worden. Het rapport benoemt hierbij de stromen kunststof, papier, textiel, glas, metalen en bioafval. Het rapport concludeert dat een verbod op het verbranden van recyclebare materialen alleen uitvoerbaar is indien maatregelen worden genomen om te voorkomen dat recyclebare materialen in gemengde stromen ongescheiden bij afvalverbrandingsinstallaties worden aangeleverd<sup>2</sup>. Het rapport doet ook de aanbeveling om nieuwe recyclingtoepassingen voor nagescheiden papier te stimuleren.

In Nederland komt ongeveer 1 miljoen ton oud papier per jaar in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) terecht omdat het niet wordt bron of nagescheiden. Dit is meer dan 15 % van het afval dat in Nederlandse AVI's wordt verbrand. Hierdoor is het niet meer geschikt als grondstof voor de papierindustrie. Als deze hoeveelheid papier kan worden gebruikt als secundaire grondstof, dan is dit input voor de biobased economy en hoeft er minder materiaal te worden verbrand in AVI's. Dit rapport beschrijft de verkenning naar andere toepassingen voor papier en andere vezelstromen in het restafval, dat niet meer geschikt is voor toepassing in de papier/kartonproductie.

### 1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van de verkenning is het in beeld brengen van de recyclingmogelijkheden voor de op vezels gebaseerde reststromen, die niet (meer) geschikt zijn als vezelgrondstof voor nieuwe papier/kartonproductie. De volgende vragen worden beantwoord in dit onderzoek:

- Welke typen vezelgebaseerde reststromen zijn er? Per stroom wordt gekeken naar:
  - De omvang
  - De leveringszekerheid van de stroom
  - De prijs/kwaliteitverhouding
  - De hoeveelheid, aard en toepasbaarheid van niet-vezeldelen
  - De potentiële contaminatie
  - De inspanning die nodig is om de reststroom in de juiste kwaliteit in handen te krijgen (en of de mogelijkheden daartoe er (technisch) al zijn of nog moeten worden gerealiseerd)
- Wat zijn de toepassingen voor de geproduceerde secundaire grondstoffen?

---

<sup>1</sup> [Rapport Verkenning naar het voorkomen van verbranding van recyclebare materialen in 2030 | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

<sup>2</sup> [Verkenning naar het voorkomen van verbranding van recyclebare materialen | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

- Wat zijn kansrijke technieken om de op vezels gebaseerde reststromen te kunnen verwerken tot nieuwe grondstoffen?
- Wat is de potentie van deze afzetroute (in tonnen)?
- Hoe kan een nieuwe keten (of ketens) er uit gaan zien?
- Hoe kan worden uitgesloten dat materiaal na de betreffende toepassing bij een daarop volgende cyclus alsnog in een toepassing binnen de reguliere papiersector terecht komt?
- Waar zitten eventuele knelpunten? Wat is er nodig om de nieuwe keten te realiseren?
- Hoe zit het met kosten voor iedere nieuwe keten (indien mogelijk opgesplitst per stap)?
- Wat zou de impact kunnen zijn van een nieuwe keten op de bronscheiding van papier en karton? Welke verschuivingen zouden kunnen optreden in de markt?

### 1.3 Scope

De verkenning gaat in op vezels en papier verkregen uit scheidingsinstallaties van restafval en rioolwaterzuivering. Dit houdt specifiek in, nagescheiden papier uit bouw- en sloopafval, huishoudelijk restafval en kantoren, diensten en winkels (KWD) en cellulose uit een rioolwaterzuivering. Voor de valorisatie van dit nagescheiden papier is er een focus gelegd op technieken die:

- Niet verstorend werken op de huidige gescheiden inzamelingsstructuur en businesscase van de brongescheiden inzameling
- Waarvoor de technologie al in een ver gevorderd stadium is (TRL 6 - 9)
- Technieken die binnen drie tot vijf jaar tot realisatie kunnen komen

### 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 vindt u een beschrijving van de huidige keten van OPK en de rol daarvan in de circulaire economie. Hoofdstuk 3 geeft inzicht in aanwezigheid van papier in verschillende reststromen, hoe die nu worden nagescheiden en wat daar de kwaliteit van is. Hoofdstuk 4 geeft een longlist van verwerkingstechnieken voor nagescheiden papier. In hoofdstuk 5 wordt een vergelijking gemaakt van een selectie van verwerkingsmethoden. Met een multicriteria-analyse worden zij tegen elkaar afgewogen. In hoofdstuk 6 staan de matches tussen leveranciers en verwerkers die tijdens dit project zijn gemaakt, en de resultaten tot nu toe. Hoofdstuk 7 beschrijft de knelpunten en belemmeringen. Daar staat ook een overzicht van de instrumenten die door de overheid ingezet kunnen worden om de belemmeringen en knelpunten te verminderen. Deze instrumenten zijn in de Red Team sessie opgehaald. Hoofdstuk 8 geeft de conclusies en aanbevelingen. De gebruikte bronnen staan in hoofdstuk 9.

In dit rapport staat de manier van onderzoeken beschreven in bijlage 1.

## 2 Oud papier en karton | huidige keten en rol in de circulaire economie

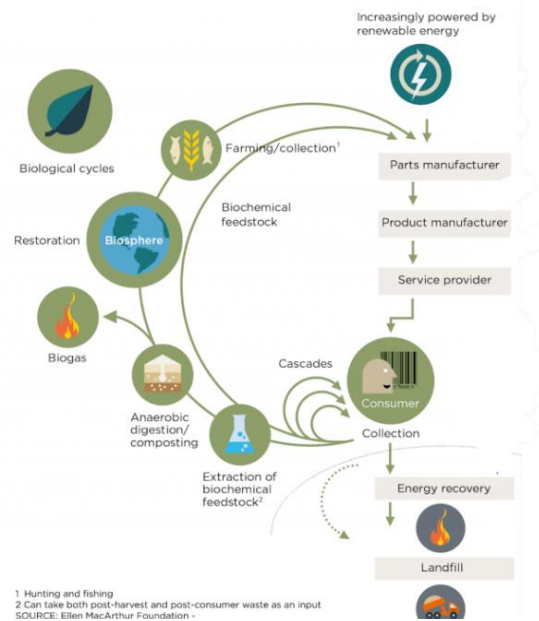
Dit hoofdstuk gaat in op de omvang en de kwaliteiten van de op vezel gebaseerde reststromen.

- Paragraaf 3.1. beschrijft beknopt de rol van papier in de circulaire economie
- Paragraaf 3.2. beschrijft beknopt de huidige papierketen
- Paragraaf 3.3 gaat in op de eigenschappen die de kwaliteit van OPK bepalen en de gevolgen die bepaalde typen vervuiling kunnen hebben

### 2.1 Papier en karton in de circulaire economie

Het doel van de circulaire economie is het beschermen van het natuurlijk kapitaal van de aarde. Natuurlijk kapitaal is de voorraad van alle natuurlijk bronnen waar we als mensheid gebruik van maken. Deze natuurlijke bronnen kunnen zowel abiotisch als biotisch zijn. Door de waarde van de door ons gebruikte materialen zo lang mogelijk te gebruiken, zijn er minder natuurlijke hulpbronnen nodig.

Oud papier en karton zijn nauw verweven met ons natuurlijk kapitaal, omdat papier van een biotische oorsprong is. Daarnaast is papier, mits de grondstoffen onder duurzaam beheer staan, een hernieuwbaar materiaal. Toch wordt de productie van papier in verbrand gebracht met diverse milieu-impact zoals landgebruik, ontbossing, luchtvervuiling en watergebruik<sup>3</sup>. De impact op watergebruik en landgebruik wordt verminderd wanneer de papiervezel meerdere malen wordt hergebruikt. Het hoogwaardig inzetten van de vezels, of onderdelen daarvan, is een wenselijk alternatief wanneer hergebruik van de vezels niet mogelijk blijkt. Hierbij is het van belang dat het hergebruik bijdraagt aan de bescherming van ons natuurlijk kapitaal.



Figuur 2.1 Visualisatie van de biotische cycle in de circulaire economie- Ellen MacArthur foundation

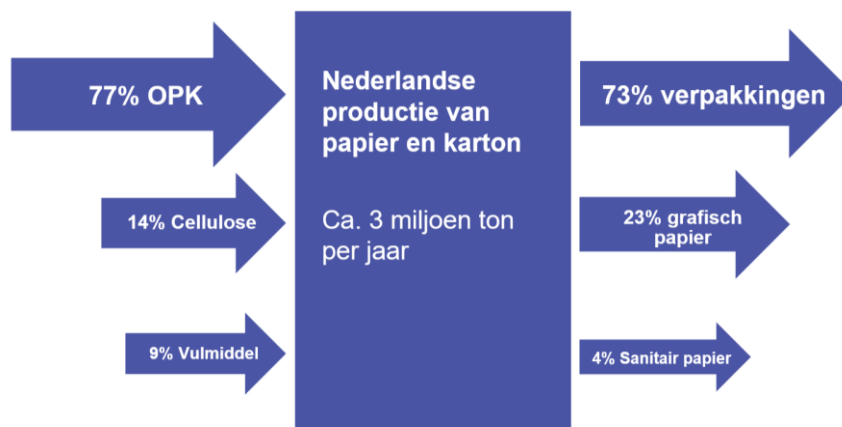
<sup>3</sup> [Papier: kringloop of nieuw? | Milieu Centraal](#)



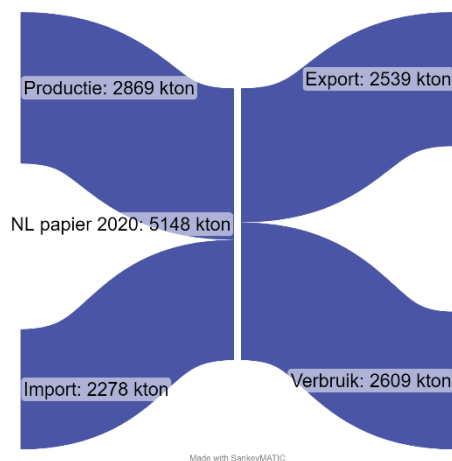
## 2.2 Huidige keten van papier en karton

### Productie

Jaarlijks wordt er in Nederland bijna 3 miljoen ton papier en karton geproduceerd. De grondstoffen voor papier en karton bestaan voor 77 % uit oud papier en karton (OPK). 14 % van de grondstoffen bestaat uit virgine cellulose en 9 % bestaat uit vulmiddelen. Van de 3 miljoen ton papier en karton bestaat 73 % uit verpakkingen, 23 % uit grafisch papier en voor 4 % uit sanitair papier.<sup>4</sup> Voor meer informatie over de productie van papier en karton in Nederland in relatie tot de recyclemarkt zie 'Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020'.



Figuur 2.2 Materiaalstromen papierproductie Nederland



Figuur 2.3 Afzet geproduceerd papier in Nederland (2020)

### Verkoop en import papier

In 2017 werd er in Nederland totaal 2 983 kton aan papier en karton verkocht. De Nederlandse papiermarkt is voor een grootgedeelte gericht op export. In 2017 werd in totaal 2 399, circa 80 %, kton papier uit Nederlandse productie geëxporteerd.<sup>5</sup> Nederland importeert ook papier. In 2020 werd 89 % van het in Nederland verbruikte papier geïmporteerd.<sup>6</sup> Figuur 3.3 geeft een overzicht van de papierstromen in 2020.

### Verkoop en import OPK

OPK wordt ingezet in de papier productie. Volgens Probos werd er in Nederland, in 2020, 2 665 kton OPK verbruikt. Dit staat tegenover een productie van 2 601 kton OPK, in ditzelfde jaar.

<sup>4</sup> [VNP Jaarverslag 2017.pdf](#)

<sup>5</sup> [Belangrijkste-exportlanden.pdf \(vnp.nl\)](#)

<sup>6</sup> [Papier & karton – Bos en Hout Cijfers](#)

Zoals beschreven in het rapport 'Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen' van TAUW, 2020 komt 72 % van het ingezette OPK in Nederlands uit het buitenland. Daarnaast wordt het grootste gedeelte van het Nederlandse OPK geëxporteerd naar het buitenland. Dit komt onder andere door een mismatch tussen de ingezamelde soorten afval in Nederland en de benodigde soorten OPK voor de papierproductie in Nederland. Oud papier en karton wordt voornamelijk aan de bron gescheiden. Daarnaast is er een aantal nascheidingsinstallaties die kleinere hoeveelheden papier uit andere afvalstromen sorteren. Er zijn signalen dat nagescheiden papier uit Nederland wordt verhandeld binnen de Europese grenzen. De bestemming van deze stromen is onbekend.

### 2.3 Kwaliteit van oud papier en karton

Om te begrijpen wat de uitdagingen zijn voor het gebruik van nagescheiden oud papier en karton (OPK) beschrijft deze paragraaf de kwaliteiten van papier en karton. Er bestaat geen eenduidige definitie voor de kwaliteit van OPK. Veelal gaat de term 'kwaliteit' in de papier industrie over de verschillende soorten van OPK (kranten papier, tijdschriften karton). De term kwaliteit in deze rapportage beschrijft het gemak waarop de papiervezel opnieuw ingezet kan worden.

Door dat er verschillende betekenissen zijn voor het woord kwaliteit zijn er veel normen, wetten en regels, die de verschillende kwaliteiten van papier beschrijven<sup>7</sup>. De relevante normen en regels staan beschreven in hoofdstuk 6.2.5 van het rapport 'Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020. In bijlage 2 is een kopie van dit hoofdstuk toegevoegd'.

Grofweg stellen deze wetten en regels dat een goede kwaliteit OPK een minimale hoeveelheid vervuiling bevat. Vervuiling kan onder andere bestaan uit vocht, ongewenste materialen en verboden materialen.

#### 2.3.1 Gevolgen vervuiling

Vervuiling van het OPK kan verschillende gevolgen hebben voor het OPK.

- De kwaliteit van de papier vezel kan worden aangetast waardoor de vezel niet hoogwaardig inzetbaar blijft.
- Sommige typen vervuilingen kunnen een gevaar voor de gebruiker van het eindproduct vormen. Dit gevolg is speciaal relevant voor voedselverpakkingen. Voedselverpakkingen mogen de voedselveiligheid niet in gevaar brengen
- Vanuit een economisch standpunt leveren vervuilingen geen bruikbare grondstoffen op, maar juist kosten voor het afvoeren, veel vervuilingen leveren per ton dus minder waarde

Alle bovenstaande vervuilingen hebben tot gevolg dat er meer handelingen nodig zijn om de papier vezels opnieuw in te zetten. Dit kan de businesscase van papieren karton producenten onder druk zetten. De tekst hier onder licht de belangrijkste soorten vervuiling toe.

---

<sup>7</sup> EN643 gaat voornamelijk over diverse papier soorten, De volgende wetten en regels gaan voornamelijk over kwaliteit als aanduiding van LAP3, EU verordening 2023/2006, CEPI Food contact guidelines, Normen rondom Import van papier (relevant voor China), Papiervezelconvenant

**Vocht**

De aanwezigheid van vocht heeft de volgende gevolgen voor de kwaliteit van papier.

- Vocht verzwakt het papier en verkort de vezels. Ook is de handling van nat papier veel lastiger
- Vocht geeft schimmels en andere organismen, een kans zich gemakkelijk te vermeerderen op het OPK
- Vocht stimuleert papierbroei. Door de microbiologische activiteit wordt het papier verhit. Wanneer de hitte niet weg kan, is het mogelijk dat het papier gaat branden<sup>8</sup> Dit kan een gevaar zijn voor de opslag van OPK, vooral omdat broei al binnen enkele uren kan optreden. Om deze reden mag OPK volgens de handhavingsrichtlijn van de ILT,<sup>9</sup> en het sectorplan 'Gescheiden ingezameld papier en karton' van het LAP niet meer dan 12 % vocht bevatten

**Verontreiniging met schadelijke micro-organismen.**

Vaak is de aanwezigheid van micro organismen gelinkt aan de aanwezigheid van vocht of ander vuil zoals etensresten en vuil afkomstig uit luiers. De aanwezigheid van micro-organismen heeft de volgende gevolgen voor de papierkwaliteit.

- Schimmels en bacteriën hebben het papier verzwakt of afgebroken<sup>10,11</sup>
- Er zijn extra stappen nodig om eventuele onaangename geur uit te wassen
- Sommige schimmels en bacteriën zijn schadelijk voor voedsel

**Aanwezigheid van andere materialen**

Vervuiling in OPK kan ook fysiek zijn. Dit houdt in dat het papier vermengd is met andere materialen dan papier. Dit kunnen productvreemde verontreinigingen zijn zoals etensresten, plastics, gipsresten of luiers. Dit zijn producten die niet in het papier horen. Nietjes, plakband en paperclips vallen ook binnen vervuiling, dit soort vervuiling heet producteigen vervuiling<sup>12</sup>. Dit heeft de volgende gevolgen:

- Er is extra sortering & monitoring nodig
- Andere materialen leveren geen waarde op voor de producent

**ZZS in papier en andere vezels**

Oud papier of andere vezels kunnen in aanraking gekomen zijn met Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). ZZS die met papier en karton worden geassocieerd zijn PAK, PFAS, MOSH/MOAH, en BPA<sup>13</sup>. Deze ZZS zijn in kleine gehalten aanwezig in het papier en zijn dus aanwezig in zowel brongescheiden- als nagescheiden papier.

---

<sup>8</sup> [Veel rook door brand bij papierverwerker Reparco in Nijmegen | Nijmegen e.o. | gelderlander.nl](#)

<sup>9</sup> [Staatscourant 2022, 9069 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen \(officielebekendmakingen.nl\)](#)

<sup>10</sup> [Mold and Paper — Carrabba Conservation](#)

<sup>11</sup> Verkenning kwaliteit deelstromen, gft-afval, papier, glas en textiel uit huishoudens, VANG HHA, 2018

<sup>12</sup> Verkenning kwaliteit deelstromen, gft-afval, papier, glas en textiel uit huishoudens, VANG HHA, 2018

<sup>13</sup> Wassenaar et al. (2017) Substances of very high concern and the transition to a circular economy, gepubliceerd door het RIVM

Daarnaast is er een mogelijkheid dat het papier of de vezels via een andere weg in contact gekomen zijn met ZZS. De cellulose uit rioolwater is bijvoorbeeld via het rioolwater in contact is geweest met mogelijk gevaarlijke stoffen zoals bijvoorbeeld medicijnresten. Het is onduidelijk wat de kans is dat het nagescheiden papier in contact is geweest met ZZS. Voor brongescheiden papier is duidelijker op welke stoffen moet worden geanalyseerd om een beeld te krijgen van de aanwezigheid van ZZS in het papier dan voor Nagescheiden papier. Dit heeft de volgende gevolgen

- Er moet uitgezocht worden welke ZZS mogelijk aanwezig zijn in nagescheiden papier
- Er is mogelijk extra monitoring op ZZS nodig op OPK uit nascheiding

### 3 In gemengd afval aanwezige vezelstromen

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de aanwezige vezelstromen, OPK en zeefgoed, in de huidige afvalstromen. Daarnaast geeft dit hoofdstuk inzicht in de kwaliteit van deze vezelstromen en de potentie van dit materiaal om als nieuwe grondstof te dienen.

#### 3.1 Papier en karton in huishoudelijk restafval

Deze paragraaf gaat in op papier en karton dat aanwezig is in huishoudelijk restafval.

In onderstaande tabel staat een beknopt overzicht van de kernpunten van dit hoofdstuk.

Percentage OPK in huishoudelijk restafval	Omvang stroom OPK in afvalstroom (2019)	Kwaliteit	Relevante vervuilingen
20 %	566 kton	Met de huidige installatie tussen 5 en 10 % vervuiling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocht</li> <li>• Micro organismen</li> <li>• Niet papier materialen</li> </ul>

##### 3.1.1 Omvang papier en karton in huishoudelijk restafval

In Nederland zien we de op het gebied van huishoudelijk restafval een duidelijke trend. De hoeveelheid huishoudelijk restafval neemt af. Echter het totaal huishoudelijk afval blijft grotendeels gelijk. In 2019 bestond de totale hoeveelheid huishoudelijk restafval (grof huishoudelijk afval wordt hierin niet meegenomen) uit 2.830 kton afval. De verwachting is dat de hoeveelheid afval in het jaar 2020 hoger ligt. Dit wordt in verband gebracht met de coronapandemie. Het CBS benoemt dat er in 2020 per huishouden ongeveer 7 kg meer huishoudelijk restafval is ingezameld.<sup>14</sup> Er is op het moment van schrijven nog geen inzicht op de totale hoeveelheid restafval in het jaar 2021. Van al het huishoudelijke afval bestaat tussen de 9,5 % en 12 % uit oud papier en karton (OPK). Dit is het percentage bron gescheiden ingezameld OPK. Dit is exclusief OPK dat in huishoudelijk restafval wordt aangetroffen.

Tabel 3.1 Vergelijking tussen totale hoeveelheid huishoudelijk restafval, Brongescheiden papier en karton en geschatte hoeveelheid OPK in huishoudelijk restafval, tussen de jaren 2010 en 2019. Bron [Statline: Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden](#)

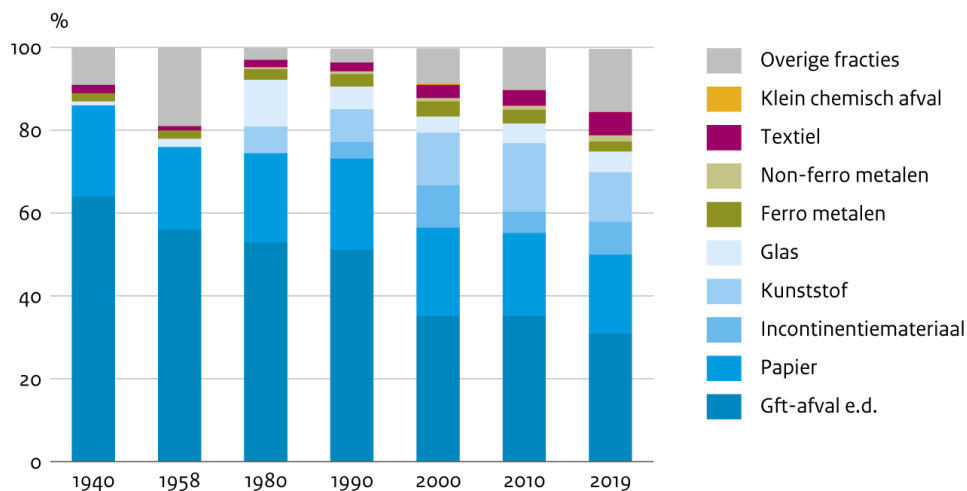
Jaartal	Huishoudelijk restafval ( in 1000 ton)	Brongescheiden papier en karton ( in 1000 ton)	Geschatte hoeveelheid OPK in huishoudelijk restafval ( in 1000 ton)
2015	3 383	904	677
2016	3 221	896	644
2017	3 057	879	611

<sup>14</sup> [Grootste toename huishoudelijk afval in bijna 25 jaar \(cbs.nl\)](#)

Jaartal	Huishoudelijk restafval ( in 1000 ton)	Brongescheiden papier en karton ( in 1000 ton)	Geschatte hoeveelheid OPK in huishoudelijk restafval ( in 1000 ton)
2018	2 941	854	588
2019	2 830	837	566

Het percentage papier dat aangetroffen wordt in huishoudelijk restafval schommelt al over een lange periode rond de 20 %.<sup>15</sup> Dit is ook zichtbaar in figuur 3.1. Wanneer er uitgegaan wordt van 2 830 kton huishoudelijk restafval (huishoudelijk restafval 2019 zie tabel 3.1), betekent dit dat in het Nederlandse huishoudelijke restafval 566 kton oud papier en karton aanwezig is. Volgens het compendium voor de leefomgeving CLO bestaat deze fractie uit papierverpakkingen en drankenkartons, maar ook uit niet-recyclebaar papier, zoals hygiëne papier.

### Samenstelling huishoudelijk restafval



Bron: CBS; Rijkswaterstaat

CBS/mrt21  
www.clo.nl/nl01q118

Figuur 3.1 Samenstelling huishoudelijk restafval. Bron: CLO

### 3.1.2 Huidige nascheiding en kwaliteit van OPK uit huishoudelijk afval

Er zijn in Nederland momenteel twee partijen die papier en karton scheiden uit huishoudelijk restafval. Dit zijn Omrin (locatie Oudehaske/Heereveen) en AEB in Amsterdam. Beide partijen passen een andere scheidingstechniek toe. Hieronder wordt per nascheider de techniek, de kwantiteit en de kwaliteit beknopt beschreven.

#### AEB Amsterdam

In Amsterdam wordt het huishoudelijk restafval gescheiden in een nascheidingsinstallatie die gericht is op het uitsorteren van kunststof verpakkingen. De installatie kan verschillende materialen herkennen met behulp van NIR-apparaten en die uit de restafvalstroom blazen.

<sup>15</sup> [Samenstelling van huishoudelijk restafval, 1940-2019 | Compendium voor de Leefomgeving \(clo.nl\)](#)

Papier en karton kan ook op deze manier worden nagescheiden. Per jaar kan de AEB in Amsterdam rond de 10 kton papier en karton nasorteren. De balen van het nagesorteerde papier hebben een zuiverheid van tussen de 90 en 95 %. Dit betekent dat er voor de 10 % tot 5 % aan andere materialen in de fractie aanwezig is (in gewichtsprocenten). Er is een onbekend percentage vocht in de papierfractie aanwezig. Momenteel wordt dit papier niet uitgesorteerd maar in de eigen verbrandingsoven van AEB verbrand, omdat in de praktijk de afzet van nagescheiden papier lastig blijkt.

### **Omrin**

Bij Omrin wordt het huishoudelijk restafval eveneens nagescheiden. In deze installatie worden metalen, verpakkingen (kunststoffen en drankkartons), mineralen en de organisch natte fractie (ONF) gescheiden. Deze laatste fractie wordt vergist waarbij groengas wordt geproduceerd. Het resterende digestaat wordt verbrand. De resterende restafval fractie wordt verbrand in de REC in Harlingen. Recentelijk heeft Omrin de scheidingsinstallatie uitgebreid met een Dano-trommel. In deze trommel wordt de RDF fractie 80 - 200 mm uit de scheidingsinstallatie, verder gescheiden. In de Dano-trommel vindt door 'schuren van het afval door rotatie van de trommel' verkleining van het organisch materiaal (denk aan papier en karton maar ook luiers en dergelijke). Aan de eind van de trommel wordt dit verkleinde materiaal afgezeefd en vervolgens ontdaan van de minerale fractie (steentjes, glas en dergelijke). De nog resterende fractie gaat naar de vergister voor groengas productie. De groengras productie vindt plaats in de eigen installatie van Omrin. Door de inzet van de Dano-trommel wordt circa 10 % van de totale hoeveelheid ingaande materiaal van de scheidingsinstallatie, meer afgescheiden. Dit reduceert de hoeveelheid restafval dat afgevoerd moet worden naar de REC. In hoofdstuk 4 gaan we nader in op dit proces. Het proces zal de komende tijd worden geoptimaliseerd (onder andere kan er waarschijnlijk nog meer folie worden afgescheiden door dit proces).

Omrin geeft aan dat het nagesorteerde papier in een te vergisten fractie terecht komt. Hierdoor kan Omrin niet nauwkeurig aangeven hoeveel papier er op jaarbasis wordt nagescheiden of wat de precieze kwaliteit van deze papierfractie is. Omrin neemt aan dat door de Dano-trommel en de aanwezigheid van ander afval de papierfractie sterk vervuild is met andere materialen afkomstig uit huisvuil. Deze organische fractie, inclusief papier wordt daarom door Omrin zelf verwerkt in de vergister.

### **3.2 Papier en karton in HDO afval**

Deze paragraaf gaat in op papier en karton afval van Handel, diensten en Overheidsinstanties (HDO). In deze rapportage is aangenomen dat deze stroom qua samenstelling vergelijkbaar is met het kantoor, winkels en diensten (KWD) afval<sup>16</sup>. Eerst staat de omvang van papier en karton in KWD afval beschreven. Daarna, wordt er kort in gegaan op mogelijkheden tot nascheiding van papier en karton uit het KWD afval. Een beknopte samenvatting van deze paragraaf staat in de onderstaande tabel.

---

<sup>16</sup> Beide termen HDO en KWD hebben veel overlap, en worden soms uitgewisseld. Dit is zichtbaar in het artikel [Kantoor-, winkel- en dienstenafval - Afval Circulair](#) en [blg-930052.pdf \(officielebekendmakingen.nl\)](#)

Percentage OPK in KWD afval	Omvang stroom OPK in afvalstroom (2016)	Kwaliteit	Relevante vervuilingen
17 %	418 kton Nu mogelijk enkele kilotonnen per jaar uitgesorteerd.	Onbekend, dit wordt nu niet structureel uitgesorteerd. Naar verwachting gelijk aan brongescheiden OPK.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocht (Alleen in specifieke sectoren, niet altijd relevant)</li> <li>• Micro-organismen (Alleen relevant voor specifieke bedrijfssectoren, niet altijd relevant)</li> <li>• Papier-eigen vervuilingen bij droge inzameling</li> <li>• Niet papier- eigen vervuilingen bij niet droge inzamel routes</li> </ul>

### 3.2.1 Omvang papier en karton in HDO afval

Er is geen eenduidig beeld over de hoeveelheden en percentages vezel gebaseerde reststromen die momenteel in HDO afval aanwezig is. Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd die een indicatie geven van de hoeveelheden OPK in HDO afval. Geen van de gevonden onderzoeken is representatief voor de hele HDO afvalstroom.

#### Percentage OPK in afvalstroom

De hoeveelheid papier die in restafval in uit de KWD sector Nederland wordt aangetroffen ligt tussen de 2 % en 25 % aldus stichting Stimular. Dit concludeert Stimular na het uitvoeren van meerdere afvalsorteeranalyses uit verschillende sectoren<sup>17</sup>. De percentages OPK in het restafval verschillen per soort kantoor, winkel of dienstenbedrijf. Gebaseerd op de studie van stichting Stimular en een eigen enquête schat RHDV in dat het percentage papier in restafval van bedrijfsafval ongeveer 17 % is. In de toekomst wordt verwacht dat dit percentage gelijk zal blijven<sup>18</sup>. In dit rapport wordt de schatting van RHDV overgenomen omdat nauwkeurigere cijfers ontbreken en het beeld bestaat dat er geen grote verschillen bestaan tussen papier- en karton in KWD afval en in huishoudelijk restafval.

<sup>17</sup>

[Onderzoek afval KWD-sector - VANG Buitenshuis](#)

<sup>18</sup> Prognose volume en samenstelling bedrijfsafval , 2021 – Royal Haskoning DHV



### Hoeveelheid OPK in afvalstroom

In 2016 is er in de Handel, diensten en overheid (HDO) sector totaal 5 762 kton aan bedrijfsafvalstoffen ingezameld. Hiervan is 2 459 kton ingezet energierugwinning<sup>19</sup>. In dit rapport is de aanname dat dit allemaal restafval is. Gebaseerd op de aanname dat er in deze gemengde fractie nog 17 % papier aanwezig is, betekent dit in dat er in 2016<sup>20</sup> ongeveer 418 kton OPK in bedrijfsafval aanwezig was. In tabel 3.2 staat een overzicht van de hoeveelheid papier die via bronscheiding is ingezameld en de geschatte hoeveelheid papier dat aanwezig is in HDO afval.

Tabel 3 2 Overzicht Bron gescheiden papier en papier, gemengd bedrijfsafval en geschatte fractie papier in bedrijfsafval

Jaartal	Totaal restafval uit bedrijfsafval sector (kton)	Schatting fractie papier in gemengd bedrijfsafval(17%) (kton)
2013	2 277	387
2014	2 299	391
2015	2 368	403
2016	2 459	418

### 3.2.2 Huidige nascheiding van OPK uit HDO afval

Er zijn enkele partijen op de markt die papier en karton nascheiden uit HDO afval. Dit gebeurt voornamelijk handmatig over een lopende band. Deze manier van nascheiding is alleen mogelijk wanneer het HDO afval droog wordt ingezameld. Het is niet duidelijk hoeveel papier er jaarlijks wordt nagescheiden uit HDO afval. Op basis van ervaringen met de afvalmarkt schatten de onderzoekers dat deze materiaalstroom relatief klein is. Denk aan enkele kilotonnen per jaar.

### 3.2.3 Kwaliteit van nagescheiden OPK uit HDO restafval

De kwaliteit van droog ingezameld OPK uit HDO afval komt overeen met de kwaliteit van OPK uit bouw- en sloopafval<sup>21</sup>. Dit betekent dat er relatief weinig vervuiling is (< 5 %) en dat het materiaal droog is (< 10 % vocht). Technisch gezien zou het ingezet kunnen worden in de papierproductie.

In het verleden is er geëxperimenteerd met het nagescheiden papier uit HDO afval dat niet droog, maar vermengd met swill en GFT, was ingezameld. De partij die hiermee experimenteerde concludeerde dat het papier dat in HDO afval aanwezig was, te nat en te vervuild was voor nascheiding. De eisen van de kwaliteit van dit papier was te vergelijken met de kwaliteit van papier uit huishoudelijk restafval<sup>22</sup>.

<sup>19</sup> Nederlands afval in cijfers, gegevens 2006-2016, 2020. Gepubliceerd door RWS

<sup>20</sup> De meest recente cijfers komen uit dit jaar

<sup>21</sup> Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020

<sup>22</sup> Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020

### 3.3 Papier en karton in bouw- en sloopafval

Deze paragraaf gaat in op papier en karton afval in bouw en sloop afval (BSA). Eerst wordt de omvang van papier en karton in BSA afval beschreven. Daarna wordt er kort in gegaan op mogelijkheden tot nascheiding van papier en karton uit het BSA afval.

Een beknopte samenvatting van deze paragraaf staat in de onderstaande tabel

Percentage OPK in BSA	Hoeveelheid OPK aanwezig in BSA	Kwaliteit	Relevante vervuilingen
1 %	30 kton Nu waarschijnlijk enkele kilotonnen per jaar nagescheiden	Vervuiling < 5 %. Relatief droog na sorteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vocht (als het heeft geregend)</li> <li>Niet papier-eigen vervuilingen.</li> </ul>

#### 3.3.1 Omvang papier en karton in bouw- en sloopafval

Het papier en karton dat aanwezig is in bouw- en sloopafval (BSA) is voornamelijk afkomstig van verpakkingsmateriaal van bouwproducten<sup>23,24</sup>.

Er zijn geen eenduidige cijfers over de hoeveelheid OPK die aanwezig is in BSA. Stichting Stimular geeft aan dat 10 % van het totaal volume aan BSA bestaat uit verpakkingsmaterialen. Dit is inclusief plastic verpakkingsmateriaal, maar exclusief pallets afval. Uit het onderzoek dat TAUW in 2020 heeft gedaan blijkt dat er tussen de 0 en 2 % papier in bouw- en sloopafval aanwezig is. In deze rapportage gaan we uit van een gemiddelde van 1 %. Dit lage percentage kan worden verklaard door dat afvalinzamelaars afval sortering op de bouwplaats stimuleren, schoon papier en karton worden op de bouwplaats dan ook relatief vaak gescheiden ingezameld<sup>25</sup>. Daarnaast is papier en karton een relatief licht materiaal in vergelijking met veel (steenachtige) bouwmaterialen, er moet dus qua volume wel heel veel papier en karton aanwezig zijn om een groter (massa)percentage te halen. De hoeveelheid BSA afval is de afgelopen jaren relatief stabiel is gebleven<sup>26</sup>. De verwachting is dat dit de komende jaren zal toenemen, vooral vanwege de grootschalige woningbouwplannen.

<sup>23</sup> [Afspraken met leveranciers over verpakkingen van bouwmaterialen - Stimular - De werkplaats voor duurzaam ondernemen](#)

<sup>24</sup> [Acceptatievoorwaarden-Milieu-Service-Nederland-mei-2021.pdf \(milieuservicenederland.nl\)](#)

<sup>25</sup> [Afvalplan voor bouwprojecten - Stimular - De werkplaats voor duurzaam ondernemen, Bouwmateriaal, sloopafval en puin | Milieu Centraal](#)

<sup>26</sup> Productie en verwerking van afval uit doelgroep Bouw sinds 2006. Bron: Nederlands afval in cijfers, gegevens 2006-2016 (pagina 36), gepubliceerd door Rijkswaterstaat in 2020

Gemiddeld wordt er 3 000 kton BSA afval gemengd ingezameld<sup>27</sup>. Gebaseerd op de aanname dat in deze fractie 1 % OPK aanwezig is, is er ongeveer 30 kton papier in gemengd bouw- en sloopafval aanwezig.

### 3.3.2 Huidige nascheiding van OPK uit bouw- en sloopafval

De verwachting is dat de vrijkomende stroom nagesorteerd OPK uit bouw- en sloopafval relatief klein is. Waarschijnlijk in de orde van enkele kilotonnen/jaar. Het is onduidelijk of OPK afval structureel uit BSA afval wordt nagescheiden. De verwachting is dat dit grotendeels afhankelijk is van de op dat moment geldende papieren prijzen. Als een extra persoon aan de sorteerband meer dan zijn salaris van de band raapt dan wordt er gesorteerd, als dat niet het geval is dan wordt er niet gesorteerd.

### 3.3.3 Kwaliteit van papier en karton uit bouw- en sloopafval

Het onderzoek van TAUW uit 2020<sup>28</sup> stelt dat de fractie nagescheiden OPK een verontreinigingsgraad van 2,5 tot 5 % heeft. Het vochtpercentage is laag (< 10 %) na het nascheiden. Nat OPK blijft in de regel achter op de sorteerband. Het nagescheiden OPK uit BSA is vaak vervuild met gips, cement en bouwstof. OPK wordt uit de residu fractie van BSA handmatig nagescheiden. In een enkel geval wordt het papier gescheiden met een NIR-scheider.

## 3.4 Papier in grof huishoudelijk restafval

Deze paragraaf gaat in op papier en karton afval uit grof huishoudelijk restafval (GHRA). Eerst wordt de omvang van papier en karton in GHRA afval beschreven. Daarna wordt er kort in gegaan op mogelijkheden tot nascheiding van papier en karton uit het GRA afval. Een beknopte samenvatting van deze paragraaf staat in de onderstaande tabel

Percentage OPK in huishoudelijk restafval	Hoeveelheid OPK aanwezig in huishoudelijk restafval in 2019	Kwaliteit	Relevante vervuilingen
3 %	16 kton  Nu misschien enkele kilotonnen teruggewonnen.	< 5 % vervuiling < 10 % vocht na sorteren. Minder stof/cement dan OPK uit BSA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocht</li> <li>• Niet papier eigen vervuilingen.</li> </ul>

<sup>27</sup> 'Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020'

<sup>28</sup> 'Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen van TAUW, 2020'

### 3.4.1 Omvang papier uit grof huishoudelijk restafval

Er is ook papier en karton in grof huishoudelijk restafval (GHRA) aanwezig. Sorteertanalyses van de gemeente Amsterdam<sup>29</sup> en de gemeente Brielle<sup>30</sup> noemen een percentage van 6 % karton en papier dat aanwezig is in het GHRA. Dit komt ongeveer overeen met de schattingen van een partij die GHRA nasorteert en die voor dit onderzoek is geïnterviewd. Deze partij noemde een percentage van 5 %.

In 2014 heeft TAUW, in opdracht van RWS, een sorteertanalyse bij verschillende partijen uitgevoerd. In deze sorteertanalyse zijn percentages van 0,4 tot 1,2 % OPK in GHRA aangetroffen. Dit verschil is waarschijnlijk te verklaren doordat de sorteertanalyses in dat onderzoek zich hebben gericht op grof huishoudelijk restafval van milieustraten die veel scheidingsmogelijkheden op de milieustraten hadden gecombineerd met een goede aansturing van de gebruikers op de milieustraat zelf. Daarnaast is het van belang dat sorteertanalyses vaak een momentopname zijn. Per monster kan de samenstelling verschillen. Daarom houden we in dit rapport een gemiddelde van de bovenstaande resultaten aan. We gaan ervan uit dat er gemiddeld 3 % OPK in GHRA aanwezig is.

In Nederland is er in 2018 op jaarbasis 525 kton GHRA ingezameld<sup>31</sup>. Gebaseerd op de aanname dat hier ongeveer 3 % papier en karton in aanwezig is, was er in 2018 iets minder dan 16 kton OPK in GHRA aanwezig.

### 3.4.2 Huidige nascheiding van OPK uit grof huishoudelijk restafval

#### Manier van scheiden

Oud papier en karton verwijderen uit de stroom GHRA gebeurt door handmatige scheiding of door scheiding met behulp van NIR technologie. Nascheiding gebeurt in sorteertinstallaties die ook geschikt zijn voor bouw en sloopafval.

#### Omvang van de stroom

Er zijn geen aanwijzingen dat de nasortering van GHRA leidt tot grote stroom nagesorteerd OPK. Ook hier is de verwachting dat dit afhangt van de prijzen van OPK. Als die hoog liggen dan wordt het interessant om papier af te scheiden. Als de prijzen laag zijn dan is het niet de moeite waard om een extra sorteerder aan de lijn te zetten. Of de NIR apparatuur voor OPK aan wordt gezet hangt ook af van de opbrengsten van andere uit te sorteren materialen. Als die een hoge prijs hebben dan worden die er uit gehaald en blijft papier zitten.

---

<sup>29</sup> Afvalketen in Beeld. Grondstoffen uit Amsterdam, oktober 2015

<sup>30</sup> Sorteertanalyse grof huishoudelijk restafval 2014, In opdracht van gemeente Brielle

<sup>31</sup> [Afvalmonitor - Landelijk niveau 2018 - Nederland \(databank.nl\)](http://afvalmonitor.nl)

### **GHRA direct naar AVI**

Een percentage van al het GHRA wordt direct naar een AVI gebracht waar het GRHA wordt omgezet in energie. Dit gebeurt alleen wanneer de het GRHA afkomstig is van een milieustraat die voldoet aan de eisen zoals omschreven in de Activiteitenregeling milieubeheer paragraaf 3.8.1. Omdat er op deze milieustraten al veel sorteerstappen hebben plaatsgevonden is de schatting dat de hoeveelheid OPK deze GHRA stroom relatief klein is, in de orde van 1 %.

#### **3.4.3 Kwaliteit van het nagescheiden OPK uit grof huishoudelijk restafval**

Het is onbekend wat de kwaliteit van dit OPK is, maar de schattingen zijn dat de kwaliteit van dit papier hoger ligt dan de kwaliteit van papier en karton uit bouw en sloop afval. De verwachting is dat het papier uit GHRA minder vervuild is doordat het papier minder in contact komt met stoffen als cement en bouwstof.

### **3.5 Cellulose uit rioolwater**

Deze paragraaf gaat in op cellulose uit rioolwater. Eerst wordt de omvang van cellulose in rioolwater afval beschreven. Daarna wordt er kort in gegaan op mogelijkheden tot nascheiding van de cellulose uit het rioolwater. Een beknopte samenvatting van deze paragraaf staat in de onderstaande tabel

Percentage cellulose in rioolwater	Hoeveelheid cellulose aanwezig in rioolwater	Kwaliteit van nagescheiden cellulose	Relevante vervuilingen
3 %	150 kton  Nu ~3 kton/jaar teruggewonnen	Na het scheiden moet het cellulose meestal een droog- en ontsmettingsbehandeling ondergaan om geschikt te zijn voor toepassing.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocht</li> <li>• Micro-organismen</li> <li>• Product vreemde vervuiling</li> <li>• ZZS</li> </ul>

#### **3.5.1 Omvang papier in rioolwater**

In Nederland wordt per jaar zo'n 180 000 ton toiletpapier doorgespoeld. Dit toiletpapier bestaat onder andere uit cellulosevezels. De Nederlandse waterschappen hebben de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar het terugwinnen van dit materiaal. Cellulose wordt teruggewonnen door het zeven van het afvalwater dat voor behandeling op een zuiveringsinrichting wordt aangevoerd. Door het middel van fijnzeven kan het zeefgoed, dat voor 50 tot 80 % bestaat uit cellulosevezels, worden teruggewonnen<sup>32</sup>. Momenteel wordt het fijnzeefgoed, wat geproduceerd wordt door 'full-scale' praktijkinstallaties met name ingezet als energiebron in verbranding. Daarnaast wordt het materiaal ingezet als afdruipremmer van asfalt<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Verkenning naar mogelijkheden voor verwaardig van zeefgoed. STOWA (2012). 2012-07

<sup>33</sup> [Wereldprimeur: hergebruik toiletpapier voor wegenaanleg - Jansma Drachten](#)

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

Zeefgoed is niet meer herkenbaar als wc-papier. Zeefgoed bestaat naast cellulose uit grovere materialen zoals: stukjes hout, etensresten, haren en zand<sup>34</sup>. Zeefgoed is grotendeels een homogeen materiaal met een constante kwaliteit en samenstelling. Zie ook figuur 3.3.

De cellulosefactie bestaat uit relatief lange cellulosevezels, echter aan deze cellulose hechten zich veel micro-organismen, waaronder ook voor mensen schadelijke soorten.

Als fijnzeven op al het Nederlandse rioolwater toegepast worden kan er jaarlijks 150 kton droge stof aan zeefgoed geproduceerd aldus STOWA. De productie van zeefgoed is redelijk constant en er worden geen seizoensgebonden afhankelijkheden verwacht.



*Figuur 3.3 Zeefgoed: Bron Influent fijnzeven in Rwzi's. STOWA (2010)*

### 3.5.2 Nascheiding van papier uit rioolwater

Zeefgoed wordt momenteel in Nederland op experimentele basis geproduceerd. Het STOWA heeft diverse rapporten over onderzoeken met zeefgoed gepubliceerd. In 2016 tot 2018 bij de zuiveringsinstallatie Zuidoostbeemster van hoogheemraadschap Hollandse Noorderkwartier het Cellu2PLA project gestart. Binnen dit project werd het zeefgoed opgewerkt tot het bioplastische polymelkzuur beter bekend als PLA<sup>35</sup>. Hoewel het project vele voordelen had bleek het cellulose vooralsnog niet goed geschikt op PLA van te produceren<sup>36</sup>.

In een onderzoek dat startte in 2016 en loopt tot 2022 is er in samenwerking met Bluemats Technology BV, Meri Environmental Solutions GmbH, Waterschap Zuiderzeeland en Wetterskip Fryslân, onderzoek gedaan naar het zeefrendement doormiddel van technologie uit de papier industrie.<sup>37</sup> Er zijn nog geen resultaten over dit onderzoek gepubliceerd.

In 2021 werd er gemeld dat er op slechts 7 van de 350 Rwzi's fijnzeven zijn geplaatst waarop zeefgoed kan worden gewonnen.<sup>38</sup> Er is nog niet bekend hoeveel zeefgoed er in deze Rwzi's is nagescheiden. Gebaseerd op de aanname dat 350 Rwzi's kunnen 150 kton zeefgoed kunnen produceren en elke RWZI evenveel zeefgoed produceert zouden 7 Rwzi's op jaarbasis 3 kton zeefgoed kunnen produceren.

---

<sup>34</sup> Verkenning naar mogelijkheden voor verwaardig van zeefgoed. STOWA (2012). 2012-07

<sup>35</sup> [Cellu2PLA: van cellulose in afvalwater naar grondstof voor bioafbraakbaar plastic | STOWA](#)

<sup>36</sup> [Monitoring CELLU2PLA : het winnen van cellulose uit rioolwater voor de productie van bioplastisch | Hydrotheek \(wur.nl\)](#)

<sup>37</sup> [Fijnzeven met papierindustrie technologie | STOWA](#)

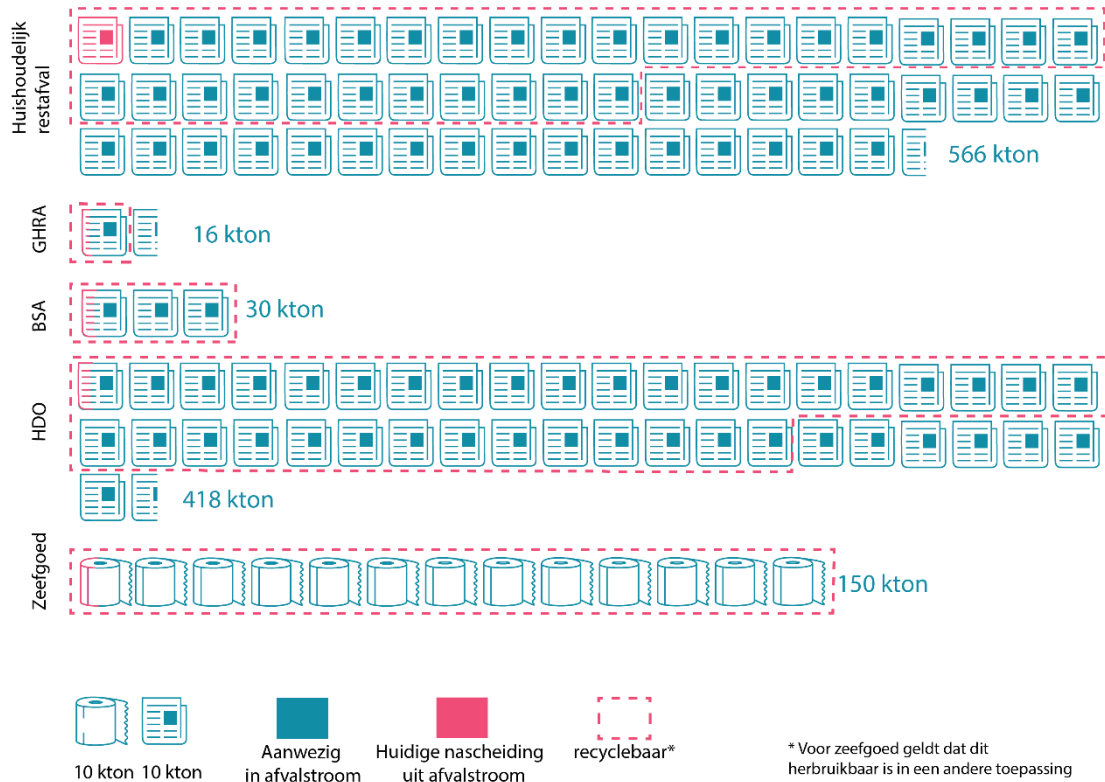
<sup>38</sup> [Cellulose uit afvalwater, de weg van cellulose \(winnovatie.nl\)](#)

### 3.5.3 Kwaliteit van het nagescheiden cellulose

Het ruwe nagescheiden cellulose is niet direct geschikt voor de meeste toepassingen. Minimaal zal er een droogstap moeten worden uitgevoerd om het nagescheiden cellulose geschikt te maken. Wanneer in de toepassing kans bestaat op contact met mensen dan zal het materiaal ook moeten worden gedecontamineerd om van de micro-organismen af te geraken. Daarnaast zijn er mogelijk sporen van medicijnen aanwezig. Afhankelijk van de toepassing en de eisen die daaraan gesteld worden zal hiervoor ook een reinigungsstap moeten worden toegepast. Dit betekent meestal een behandeling met peroxiden of een zuur. Toepassing als bouwstof (afdruipremmer) stelt minder eisen en heeft dus minder behandeling nodig.

### 3.6 Overzicht van de totale hoeveelheid OPK in gemengde reststromen

De volumes die in de voorgaande paragrafen zijn genoemd zijn samengevat in figuur 3.4. De hoeveelheden OPK die aanwezig zijn in de verschillende gemengde afvalstromen zijn grafisch weergegeven in het blauw. De hoeveelheden die werkelijk worden nagescheiden zijn veel kleiner en staan in rood weergegeven. Voor grof huishoudelijk restafval (GHRA), bouw- en sloofafval (BSA) en kantoor, winkel en dienstenafval (KWD) is de werkelijk nagescheiden hoeveelheid onbekend. Wat vaststaat is dat die werkelijke hoeveelheid is groter dan nul. Naar schatting gaat het om enkele kilotonnen per jaar.



Figuur 3.4 Nagescheiden papier in afvalstromen

## 4 Longlist van verwerkingstechnieken

Dit hoofdstuk gaat in op mogelijke verwerkingstechnieken voor nagescheiden papier en andere secundaire vezels. Er is gekeken naar technieken die een TRL hebben van zes of hoger, en dus bewezen technieken zijn. De route waarbij nagescheiden papier weer ingezet wordt in de papier industrie waarbij vervuiling in papier of karton bestemd voor verpakkingen kan ontstaan is uitgesloten.

Niet alle technieken hebben zuivere papier en karton stromen nodig. In dat geval zal de business case hoogst waarschijnlijk beter zijn als het papier en karton in een mengsel van andere materialen wordt afgescheiden. Dit is een andere insteek dan papier en karton als een zo zuiver mogelijke stroom afscheiden. Bij afscheiden van een bredere fractie dan alleen OPK wordt een groter deel van de materialen afgebogen van de AVI, maar zal mogelijk een minder hoogwaardige verwerking worden toegepast dan bij zuiverdere stromen. Als materialen worden afgebogen van de AVI en later wordt er alsnog een brandstof van gemaakt dan is het zinvol om te onderzoeken of er wel milieuwinst wordt behaald.

Gebaseerd op deze randvoorwaarden zijn de onderstaande technieken onderzocht:

- Vergisting naar groengas
- Vergassing naar methanol
- Pyrolyse naar olie
- Enzymatische hydrolyse tot suiker
- Geconcentreerde zuur hydrolyse naar suikers
- Verwerking van cellulose tot bouwmaterialen:
  - Panelen
  - Isolatiemateriaal
  - Afdruipremmer
- Verwerking tot sanitair papier
- Verwerking tot textielvezels

De volgende paragrafen lichten de technieken toe en geven voorbeelden van bedrijven die de techniek toepassen. Waar informatie is verzameld via interviews is die hier ook deels opgenomen. Nog meer achterliggende informatie staat in bijlage 3 waarin een uitwerking is opgenomen van de interviews.

### 4.1 Vergisting naar groengas

Een bestaande route voor de verwerking van nagescheiden papier is vergisting naar groengas. Nagescheiden papier, als onderdeel van het organische deel van restafval, wordt in dit geval vergist. Twee bedrijven die deze techniek toepassen worden hieronder beschreven. Op dit moment wordt het groene gas ingezet als brandstof. Het wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en/of warmte of als brandstof voor voertuigen. Dit is omdat de business case voor gebruik als brandstof heel goed is. Toepassing als brandstof wordt nu gestimuleerd via SDE+ subsidie. En groen gas dat wordt ingezet als vervoersbrandstof telt mee als duurzame brandstof onder de Renewable Energy Directive, dus daar is een goede markt voor.



Groen gas kan ook worden ingezet als grondstof voor de chemische industrie. De hogere kosten van groen gas ten opzichte van gewoon aardgas worden in de chemische industrie echter niet vergoed, waardoor het financieel aantrekkelijker is om groen gas richting brandstof te verkopen.

### **Omrin**

Omrin haalt met behulp van een Dano-trommel papier, luiers en ander organisch afval uit restafval. De Dano-trommel heeft een diameter van 4 meter en is 32 meter lang<sup>39,40</sup>. De trommel draait langzaam rond waardoor het restafval selectief wordt verkleind. Omrin scheidt dus geen OPK als aparte fractie. Het OPK in het restafval komt in een organische fractie terecht en is door vermenging met andere stoffen niet meer als zodanig herkenbaar. Na de trommel wordt de verkleinde fijne fractie, afgezeefd en geschikt gemaakt voor vergisting. Met de vergistingsinstallatie wordt groengas geproduceerd. De Dano-trommel wordt momenteel nog getest om de werking te optimaliseren. In Nederland is Omrin de enige partij die deze verwerkingsmethode toepast.

Als restproduct van vergisting ontstaat digestaat. Digestaat van Omrin volgt indien genoeg capaciteit de route van slibverwerking. Indien niet genoeg capaciteit aanwezig is komt het voor dat een deel digestaat gestort wordt.

### **Ørsted**

Ørsted heeft een technologie ontwikkelt (REnescience) waarin huishoudelijk afval wordt gesorteerd in drie afvalstromen. In Northwich staat de eerste fabriek waar de technologie wordt toegepast. In Kopenhagen staan een pilotfabriek. Er zijn plannen geweest om een dergelijke installatie te realiseren in Eindhoven, maar die is uiteindelijk niet gerealiseerd.

In een grote draaiende trommel (op temperatuur) worden water en enzymen toegevoegd aan het huishoudelijk afval. Door het toevoegen van de enzymen wordt het organische materiaal gescheiden van de andere afvalstromen. Na de draaiende reactor worden drie stromen afgescheiden:

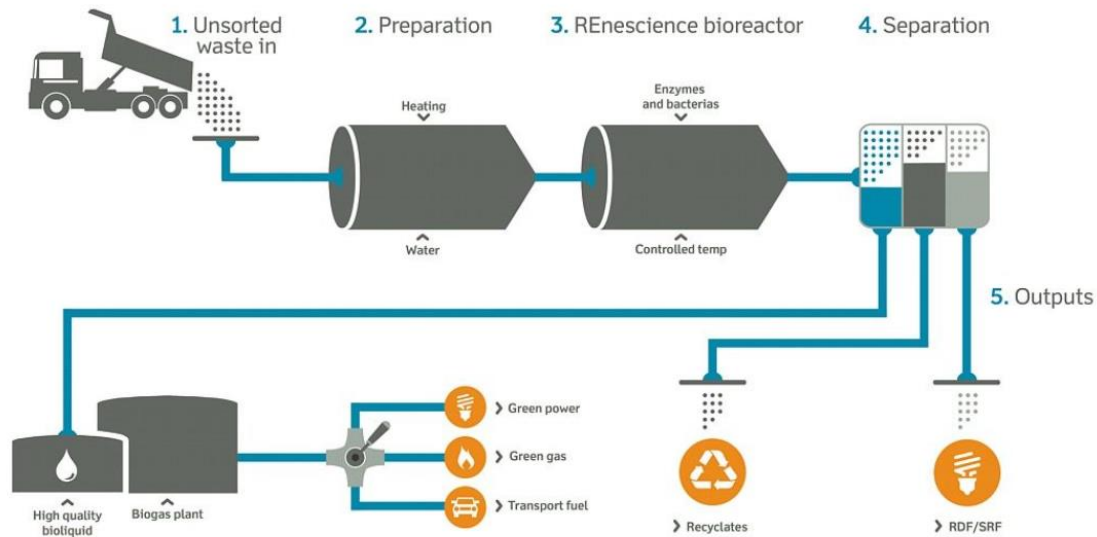
- Recyclebaar materiaal
- RDF/restafval ter verbranding
- Een vloeibare organische reststroom (bioliquid genaamd) voor het vergistingsproces

De vloeibare organische reststroom, met daarin de papierfractie, wordt in een vergister omgezet in groengas. In figuur 4.1 wordt het proces van Ørsted grafisch weergegeven.

---

<sup>39</sup> [Omrin gaat biogas maken van luiers uit huishoudelijk afval | Omrin - Samen halen we alles eruit](#)

<sup>40</sup> Gesprek met Omrin



*Figuur 4.1 RENescience technologie toegepast door Ørsted*

Het is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papiersector terecht komt.

## 4.2 Vergassing naar methanol

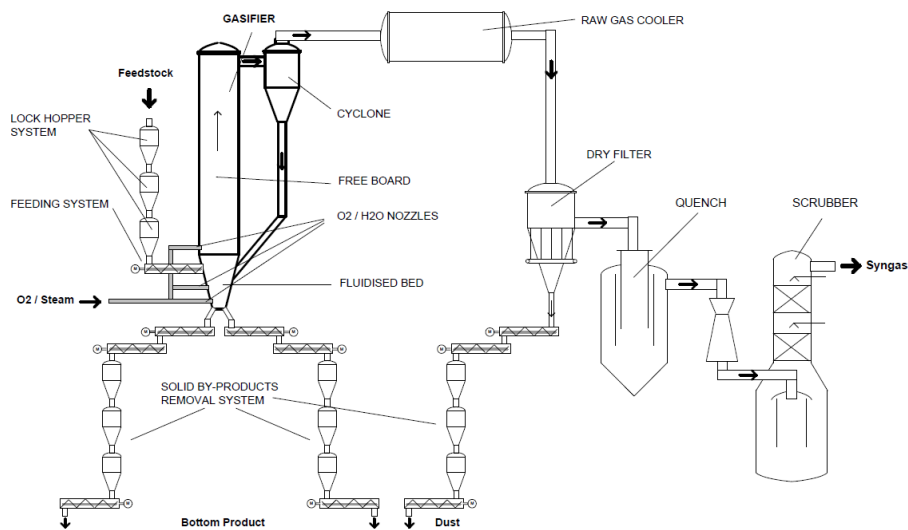
Een mogelijkheid om het nagescheiden papier te verwerken is het toe te voegen aan de feedstockpellets welke vergast worden voor de productie van diverse eindproducten (zoals basis chemicaliën). De High Temperature Winkler Gasification (HTW) Technologie is een geavanceerde vergassingstechnologie voor de verwerking die oorspronkelijk toegepast is bij de vergassing van bruinkool. (in onder andere Duitsland). Later is de techniek ook geschikt gemaakt voor het vergassen van biomassa. HTW is een technologie die dateert uit 1920, en is ontwikkeld door het Duitse bedrijf Rheinbraun AG. In 2019 heeft GIDARA-Energy de technologie overgenomen van ThyssenKrupp en heeft deze doorontwikkeld voor het verwerken van biomassa uit niet-recyclebaar afval.

### GIDARA-Energy

Een voordeel van de technologie is de mogelijkheid om diverse biomassa stromen te kunnen verwerken zoals hout, RDF en huishoudelijk afval. Tijdens het vergassingsproces wordt zuurstof en water (als stoom) toegevoegd aan het proces. Onder druk en hoge temperaturen reageert zuurstof met de pellets waardoor koolstofmonoxide en waterstof ontstaat. Dit gasmengsel wordt synthese gas of syngas genoemd. Als bijproduct van het vergassingsproces ontstaat er bodemas.

In figuur 4.2 wordt het proces van GIDARA-Energy schematisch weergegeven. Als grondstofstromen kunnen hout afval, slib, papier, RDF, huishoudelijk afval en landbouwafval het proces in. Momenteel wordt er geëxperimenteerd met niet-recyclebaar afvalhout, papier en plastic.

Deze worden verwerkt tot pellets die als input worden gebruikt voor het vergassingsproces. Gidara geeft aan papier nodig te hebben voor de verlijming van de pellets. Er moet een substantieel deel papier worden toegevoegd aan de pellets. Gidara geeft aan gedroogd materiaal te gebruiken voor de pellets, maar beschikt hierbij in haar eigen proces over een droogproces. Het vochtgehalte van nagescheiden papier wordt om deze reden niet als belemmering gezien. Het product van de vergassing, syngas, kan gebruikt worden voor het maken van diverse chemicaliën.



*Figuur 4.2 Procesopstelling High Temperature Winkler Gasification Technologie*

Bij het proces komt ook een geconcentreerde stroom CO<sub>2</sub> vrij dat afgevangen wordt en verkocht aan tuinders. GIDARA Energy heeft in de zomer van 2021 aangekondigd te gaan starten met het bouwen van een fabriek in de haven van Amsterdam. De fabriek gaat biomassa uit niet recyclebaar afval vergassen en omzetten in syngas. Het syngas wordt vervolgens omgezet in methanol. De verwachting is dat de installatie in 2024 operationeel is. De fabriek gaat Advanced Methanol Amsterdam heten, oftewel AMA. De verwachting is dat het jaarlijks 180 kiloton biomassa verkregen uit reststromen (zoals resthout) verwerkt wordt, en er 90 kiloton hernieuwbare methanol geproduceerd gaat worden.

In Darmstadt (Duitsland) heeft de TU van Darmstadt een WTH pilot plant staan. Hier wordt het vergassingsproces toegepast op verschillende grondstoffen.

Zoals aangegeven in figuur 4.2 komt er een reststroom vrij uit het proces. GIDARA Energie heeft aangegeven dat er as van de oorspronkelijke biomassa overblijft als residu. De mogelijkheden voor het residu zijn afhankelijk van de input biomassa en de eisen van het land. In Finland waar schone biomassa wordt gebruikt wordt de as gebruikt als bodemverbeteraar. In Nederland moet het gestort worden.

Het is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papiersector terecht komt.

### 4.3 Pyrolyse naar olie (en mineralen)

Papier en karton kunnen via (fast) pyrolyse omgezet worden in oliën en mineralen. Bij pyrolyse wordt materiaal in een zuurstofarme omgeving verhit waarbij de organische fractie omgezet wordt naar pyrolyse gas en daarna olie. Het niet-organische deel (mineralen, metalen) blijft onaangetast en kan teruggewonnen worden. Twee verschillende bedrijven passen pyrolyse toe met als feedstock biomassa en bio-olie als eindproduct. Hieronder worden de twee bedrijven kort beschreven.

#### BTG

In Europa maken drie fabrieken gebruik van het BTG bioliquids fast pyrolysis bio-oil proces. Deze fabrieken zetten biomassa om in bio-olie. Alle drie de installaties werken momenteel met houtzaagsel als inputstroom. Gedurende het proces wordt biomassa eerst gedroogd tot 5 % vocht. Vervolgens wordt in de reactor biomassa gemixt en verhit met heet zand, in afwezigheid van zuurstof. Vervolgens wordt het zand en houtskool gescheiden van de pyrolyse dampen. De dampen worden gecondenseerd, wat resulteert in fast pyrolysis olie. De volgende fabrieken maken gebruik van dit proces:

- Empyro Hengelo. De fabriek is operationeel sinds 2015. Sinds 2019 is de fabriek in handen van Twence
- Green Fuel Nordic, Lieksa in Finland. De fabriek is operationeel sinds 2020
- Pyrocell in Gavle, Zweden. Pyrocell is een joint venture van houtbedrijf Setra en het olie concern Preem. De bouw van de fabriek is in 2020 gestart, en is in 2021 in productie gegaan. De plant gaat 25 000 ton bio-olie per jaar maken

Van bio-olie kunnen diverse eindproducten gemaakt worden. Bio-olie wordt momenteel voornamelijk verwerkt tot biobrandstof. Binnen de EU is dit momenteel financieel aantrekkelijk omdat er een markt voor biogene brandstoffen is gecreëerd onder de Renewable Energy Directive. Bio-olie bestaat uit veel componenten, waaronder waardevolle. Met extractie kunnen die worden gewonnen uit de bio-olie. Dit gebeurt voor zover kon worden achterhaald nog niet.

Uit het gesprek met BTG blijkt dat het hoge asgehalte van papier een nadelig is voor toepassing in fast pyrolyse installaties voor bio-olie/brandstof. Het hoge asgehalte zorgt ervoor dat er slechte kwaliteit olie wordt geproduceerd.

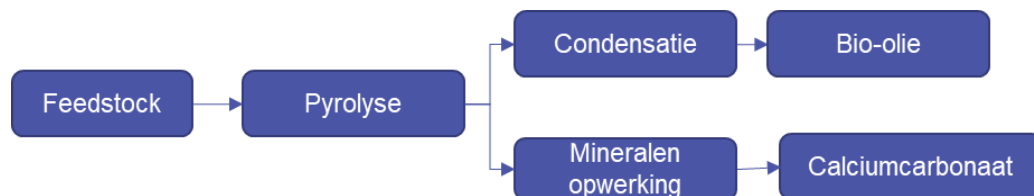
Als restproducten ontstaat bij het proces een klein beetje gas. BTG gebruikt het gas intern voor het verwarmen van het proces. Naast de bio-olie fractie uit pyrolyse ontstaat er een vaste fractie (niet organisch). De vaste fractie wordt intern verbrand waarbij asresten overblijven. De asresten worden gestort of als vulstof toegepast. De toepassing van de asresten is afhankelijk van het inputmateriaal.

#### Alucha

Alucha heeft in samenwerking met de Universiteit Twente en industriële partner Essity een methode ontwikkeld om met behulp van pyrolyse papierslib om te zetten in herbruikbare oliën en mineralen/metalen.

Momenteel verwerkt Alucha paperslib wat vrijkomt bij tissuebedrijven en wat niet meer geaccepteerd wordt door de papierindustrie vanwege de te korte vezellengte en aanwezigheid van veel organisch materiaal. Met behulp van pyrolyse wordt uit dit paperslib de organische stoffen omgezet in olie en de niet-organische stoffen (de mineralen) worden herbruikbare mineralen. Paperslib bevat op droge basis 55 tot 70 % mineralen, waarvan voornamelijk calciumcarbonaat. De olie wordt nu nog gebruikt als brandstof, maar het uiteindelijke doel is om ook dit verder om te kunnen zetten naar chemicaliën. De teruggewonnen calciumcarbonaat wordt voornamelijk als vulstof geleverd aan de verfindustrie. Andere mogelijke toepassingen zijn de papier, cement, rubber en plasticindustrie.

In figuur 4.3 is het proces schematisch weergegeven.



*Figuur 4.3 Alucha proces*

Op dit moment heeft Alucha een pilotplant staan bij Essity. De pilotplant kan 100 kg droog paperslib per uur verwerken. Dit levert 50 tot 60 kg teruggewonnen mineralen. De teruggewonnen mineralen worden nu via een optimalisatieproces op kleur (wit) gebracht. Alucha experimenteert ook met verschillende soorten slib, zoals rijstvlies, digestaat, pillenstrips, slib, tandpastatubes, olijpitten, kunstgrassen en composietmaterialen.

Er zijn plannen om het proces op te schalen naar een commerciële plant die uiteindelijk 28 kton/jaar paperslib kan verwerken. De commerciële plant zal naar verwachting in 2023, 14 kton paperslib per jaar verwerken.

Net zoals BTG heeft Alucha dezelfde restproducten; de organische fractie wordt afgezet en omgezet in olie. De niet-organische fractie worden opgewerkt door Alucha naar een vulstof. Het gas wat bij het proces vrijkomt wordt gebruikt voor het productieproces.

Het is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papiersector terecht komt (met uitzondering van de mineralen afkomstig van het papier).

#### 4.4 Enzymatische hydrolyse naar suikers

Om richting een biobased economie te verschuiven wordt er steeds vaker gekeken naar biomassa als grondstof voor de productie van biochemicaliën. Een biobased economie kan bijdragen aan een circulaire economie door geen gebruik te maken van fossiele, schaarse en niet duurzaam geproduceerde grondstoffen. Om chemicaliën te produceren uit papier zijn processen nodig die het materiaal afbreken tot kleinere moleculen. Cellulosevezels kunnen biologisch, (bio)chemisch of fysisch worden afgebroken.

In veel gevallen worden cellulosevezels eerst afgebroken tot de suikermoleculen waaruit ze is opgebouwd. De suikermoleculen kunnen vervolgens omgezet worden in nuttige basis chemicaliën (azijnzuur, melkzuur, ethanol, PLA, et cetera).

Twee voorbeelden van bedrijven die biomassa stromen biologisch omzetten in suikermoleculen worden hieronder beschreven.

### **Renasci**

Renasci heeft in Oostende in België een recyclingplant staan die sinds Q1 van 2021 operationeel is. Als input materiaal gaat er refuse derived fuel (RDF) in. Een volledig geautomatiseerde sorteerlijn scheidt de gemengde afvalstromen in verschillende fracties (kunststoffen, papier en karton, organische stoffen, metalen, niet-recyclebare stromen). De kunststoffen worden verder gescheiden in verschillende categorieën. De harde kunststoffen, zoals HDPE en PP, kunnen mechanisch worden gerecycleerd voor diverse toepassingen. Daarnaast haalt Renasci 'niet-recycleerbare' kunststoffen uit het afval die vaak bestaan uit meerlaagse materialen. Door hun grote oppervlakte zijn deze materialen meestal erg vuil. Deze stroom gaat de Plastic to Chemicals installatie in waar er brandstof of nafta van gemaakt wordt. Daarnaast komen er de niet-recyclebare stromen, organisch materiaal en restafval vrij. De organische fractie gaat de Hydro Thermal Carbon (HTC) installatie in waar biochar als brandstof wordt gemaakt. Renasci onderzoekt het proces om met een bioreactor de OPK fractie en eventueel een deel van de organische reststromen om te zetten in suikers. De suikeroplossing zal met warmte worden geconcentreerd zodat deze stabiel wordt (circa 60 % ds). Deze suikerfractie wil Renasci verkopen aan marktpartijen die de suikeroplossing fermenteren naar uiteindelijk basischemicaliën. Renasci is op pilotschaal bezig met een bioreactor waarbij OPK en de organische reststroom met enzymatisch hydrolyse wordt omgezet in suikers. Hierbij wordt getest met OFMSW (de organische fractie uit MSW/RDF) en OPK (bron gescheiden papier en karton). Het proces van Renasci is zelf steriliserend. Het proces werkt op een lage pH waardoor de microbiologische verontreinigingen in nagescheiden papier geen probleem zullen zijn. Met fermentatie is het gelukt om bio-ethanol te produceren<sup>41</sup>. Momenteel produceert Renasci suikers op een kleine schaal. Het bedrijf heeft al honderden kilo's aan suikers gemaakt<sup>42</sup>. Ze zijn voornemens het proces fors te gaan opschalen.

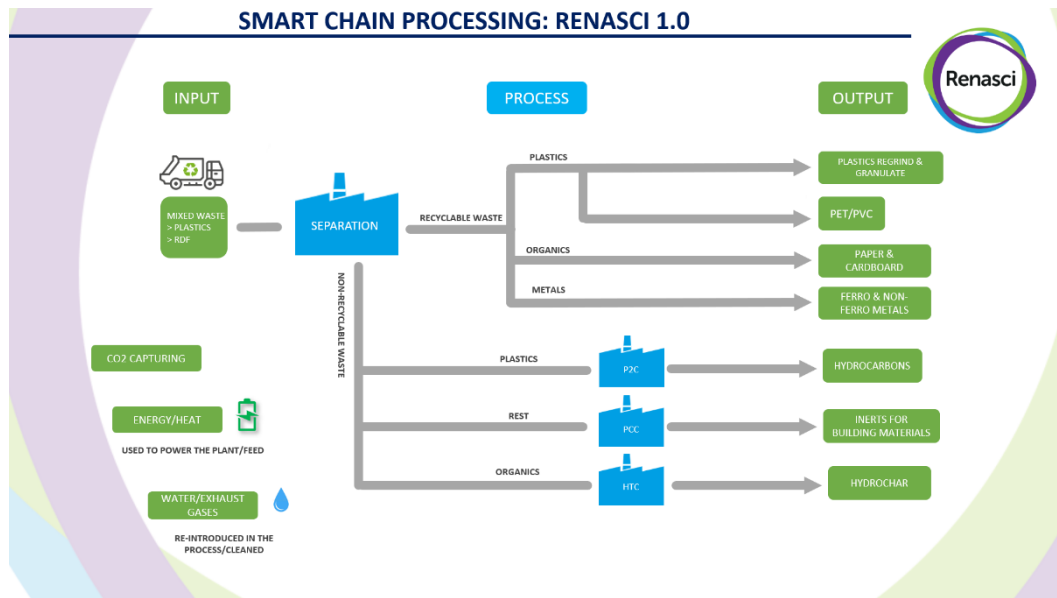
Renasci heeft aangegeven dat ongeveer 50 % van de oorspronkelijke massa (input materiaal) overblijft als residu. Dit is biomassa wat overblijft na de versuikering. Dit materiaal wordt omgezet naar biogas of biokool afhankelijk van de energiebehoefte. Daarnaast komt er een zoutstroom vrij, welke na concentratie verkocht wordt als product.

Figuur 4.4 op de volgende pagina geeft een schematische weergave van het scheidingsproces.

---

<sup>41</sup> [Biofuels from municipal solid waste](#)

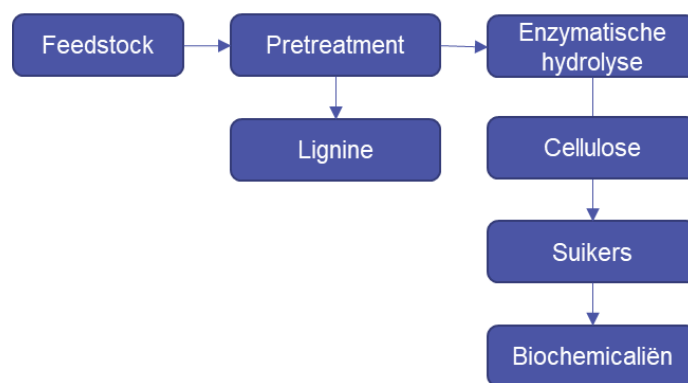
<sup>42</sup> Gesprek met Renasci



Figuur 4.4 Schematische weergave van het Renasci proces (bron website van Renasci)

### Borregaard

Borregaard heeft een proces ontwikkeld, het BALI proces. Hiermee kan Borregaard cellulose en lignine produceren. Uit cellulose kunnen weer suikers en ethanol geproduceerd worden. Inputmateriaal voor dit proces is biomassa. In het proces wordt biomassa in een voorbehandeling behandeld met sulfiet. Hierdoor kan lignine gemakkelijk gescheiden worden van cellulose pulp. Vervolgens worden enzymen toegevoegd (cellulase) die de cellulose pulp afbreken. De niet afgebroken delen (vaste residu) worden na hydrolyse afgescheiden van de zogeheten hydrolysaat (vloeibare stroom). De vloeibare stroom (olie) wordt gebruikt voor de productie van bio-ethanol, bioplastics en biochemicalïen.



Figuur 4.5 BALI proces

Het is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papierverwerking terecht komt.

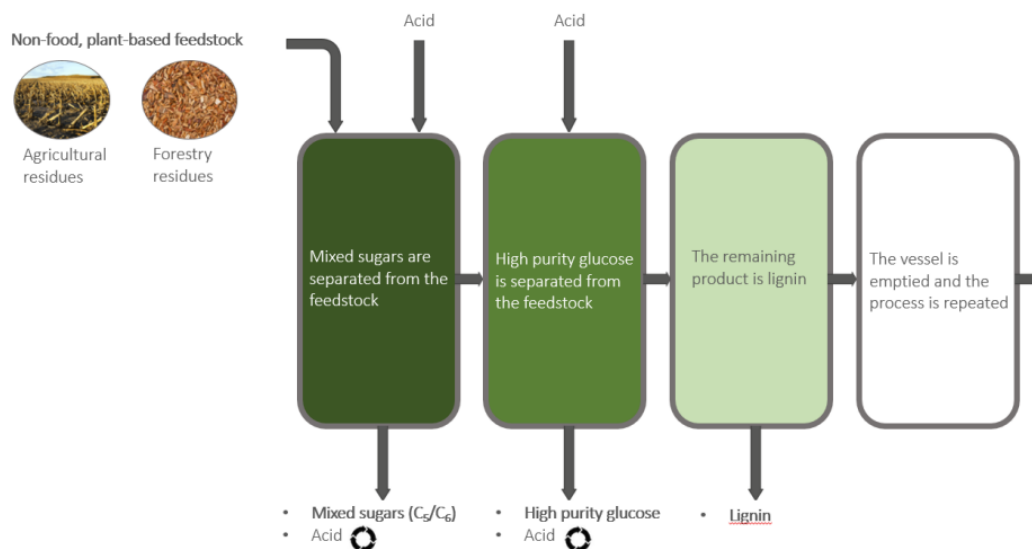
#### 4.5 Geconcentreerde zuur hydrolyse naar suikers

Naast enzymatische hydrolyse van organische stromen naar suikers kan dit ook gedaan worden met geconcentreerde zuren. Avantium gevestigd in Nederland is een partij die deze techniek toepast.

##### Avantium

In Delfzijl heeft Avantium een proeffabriek staan waar houtsnippers met behulp van zoutzuur worden omgezet in suikers. De techniek die wordt toegepast heet de 'Dawn Technology'. Met deze techniek scheiden zij drie stromen af: gemengde C5 en C6 suikers (30 %), zuivere glucose (40 %) en lignine (30 %). Met de gemengde suikers kan Avantium ook ethanol en azijnzuur produceren.

Glucose kan ook worden omzetten in biochemicalïën als melkzuur en FDCA (chemische bouwsteen voor harsen en polymeren). Naast houtsnippers is het doel om biomassa dat is afgekeurd voor voedsel in te zetten.



Figuur 4.6 Schematische weergave van Dawn technologie van Avantium<sup>43</sup>

Het is onduidelijk of Avantium nagescheiden papier kan toevoegen als feedstock voor de Dawn Technologie. Bij toepassen van nagescheiden OPK is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papierverwerking terecht komt.

#### 4.6 Verwerking van cellulose tot bouwmaterialen

Het inzetten van biomassa kan een duurzaam alternatief zijn voor grondstoffen die ingezet worden in de bouw. Drie voorbeelden die worden toegelicht is de verwerking van cellulose (uit papier) tot panelen, afdruiptremmer en isolatiemateriaal.

<sup>43</sup> [About-DAWN-Technology.pdf \(avantium.com\)](#)



## ECOR

ECOR maakt composiet panelen die gemaakt worden van diverse grondstoffen gebaseerd op cellulose. ECOR heeft een specifiek proces ontwikkeld waarbij alleen temperatuur en druk wordt gebruikt. Voor de productie van panelen is geen lijm of bindmiddel nodig. Er wordt wel altijd een deel papier gebruikt, dat zorgt voor de binding. ECOR kan twee soorten stromen verwerken:

- Papier en karton en
- Agrostromen, zoals gras, schillen en stengels

In de voorbereiding van het proces wordt de ingaande stroom eerst voorbereid voordat het verpulpt wordt. Het materiaal wordt geshredderd om het op lengte te brengen en bij agro-stromen moeten de eiwitten verwijderd worden. ECOR heeft tot nu toe geen 100 % agropanelen geproduceerd. Er is vraag naar de panelen, daarom zal ECOR de productie opschalen naar een lijn van 80 platen per uur. De panelen zijn (nog) niet waterbestendig en zal daarom voornamelijk in binnen toepassingen worden toegepast (plafond, vloeren, meubels). Als input materiaal gebruikt ECOR momenteel brongescheiden OPK papier voor hun panelen. Op voorhand schat ECOR in dat het vochtgehalte van nagescheiden papier geen probleem zal zijn. Wel is de homogeniteit van de stroom belangrijk en papier wat gecoat is met plastic of aluminium kan niet (goed) worden verwerkt. Volgens ECOR kunnen stickers en papier met lijmen tot circa 20 % kunnen worden ingezet in de pulper.

In figuur 4.7 wordt het proces schematisch weergegeven.



*Figuur 4.7 Schematische weergave van ECOR proces. In de voorbereiding wordt input materiaal geshredderd en bij agro-stromen worden de eiwitten verwijderd. Vervolgens wordt de feedstock met water gemengd in de pulper. In de volgende stap wordt er ontwaterd en in een hete pers worden de panelen afgebakken*

Bij het proces kunnen de volgende residuen ontstaan:

- Vervuiling als nietjes, tape en folie uit het OPK. Deze worden verwijderd omdat ze niet geschikt zijn voor de pulpinstallatie
- Papierreststroom als de deeltjesgrootte te groot is. Deze reststroom is minder dan 1 % van de inputstroom. Dit probleem valt te overkomen door langer te pulpen
- Bij agrostromen kunnen de deeltjes ook te groot zijn. Deze worden afgescheiden in het proces. Deze reststroom is minder dan 1 % van de inputstroom

De reststromen worden afgevoerd naar een erkende verwerker die het residu verbrand met energierugwinning.

Aan het einde van het leven van de ECOR platen kunnen de platen weer worden gerecycled tot nieuwe ECOR platen. Het materiaal komt niet meer in de oud papier keten.

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

### **IsoFloc**

Isofloc maakt van krantenpapier cellulosevlokken die gebruikt worden als isolatiemateriaal in woningen. IsoFloc zet momenteel OPK van de-inking kwaliteit in. De losse cellulosevlokken worden op locatie in constructies als vloeren en muren geblazen. Naast de isolatie van warmte kan het ook toegepast worden voor isolatie van geluid.

Tijdens de productie wordt aan versnipperde krantenpapier additieven toegevoegd. De componenten worden in een vernalingsproces mechanisch met elkaar verbonden en vermengd. Bij het vezelverwerkingsproces verkrijgen de papiervezels een driedimensionale structuur. Het cellulosevlokkenmengsel wordt stofvrij gemaakt en in zakken verpakt. Om cellulosevlokken beter bestand te maken tegen zowel schimmels en ongedierte als brand wordt boorzuur en borax toegevoegd.

Voor de toepassing als isolatiemateriaal dient het inputmateriaal idealiter schoon en geurvrij te zijn. Indien het materiaal te veel verontreinigd is, kan dit ook worden terug gezien in het product. Isofloc past momenteel OPK toe van de-inking kwaliteit (zo min mogelijk karton). Ook het vochtgehalte is erg belangrijk voor isolatiemateriaal. Het moet een droge stofgehalte hebben van minimaal 85 %. Isofloc heeft geen ervaring met het inzetten van nagescheiden papier en naar verwachting dient het nagescheiden papier een eenvoudige voorbehandelingsstap te ondergaan voordat het gebruikt kan worden door IsoFloc.

Tijdens de productie van IsoFloc uit de-inking OPK blijft er nauwelijks een residu over. Al het papier wordt omgezet in IsoFloc. In theorie kunnen de papiervlokken na gebruik weer uit een spouw worden gezogen en opnieuw worden gebruikt. In praktijk gebeurt dit niet. Het boorzuur dat wordt toegevoegd is mogelijk reprotoxisch en zal in de toekomst niet meer mogen worden gebruikt. Hierdoor wordt hergebruik ook lastig. Toepassing in gerecycled papier is onwaarschijnlijk.

### **Recell**

Cellvation (bedrijf opgezet door KNN Cellulose en CirTec)<sup>44</sup> heeft binnen het horizon 2020 project een proces ontwikkeld dat WC papier uit afvalwater (roostergoed en zeefgoed) filtert en bewerkt tot een hoogwaardige cellulose grondstof. De grondstof wordt op de markt gebracht onder de naam Recell®. Een toepassingsgebied voor dit materiaal is als afdruipremmer in asfalt. Een afdruipremmer wordt gebruikt om het uitvloeien van bitumen in asfalt tijdens de bouw te vertragen. Dit waarborgt de homogeniteit van een asfalt mix. De toepassing is echter wel beperkt tot de bovenlaag van een aantal types asfalt. Er is een afzetmarkt van 15 000 ton per jaar voor zeefgoedcellulose in asfalt (van der Kooij, Wetterskip Fryslan). Er staat een demonstratieplant bij de waterzuiveringsinstallatie in Geestmerambacht (Noord-Holland). Er wordt daar 200 kilo cellulose uit zeefgoed per dag geproduceerd (ongeveer 70 ton per jaar). Er zijn plannen om op te schalen naar 600 - 700 ton product per jaar. De geproduceerde cellulose concurreert momenteel met primair cellulose in prijs en kwaliteit<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> [Cellvation - Sewage Treatment Plant Service \(cell-vation.com\)](http://cell-vation.com)

<sup>45</sup> Gesprek met ReCell

In dit proces wordt papier uit zeefgoed en roostergoed uit afvalwater opgewerkt tot cellulose. Doordat het materiaal uit afvalwater komt, is onderzoek op aanwezigheid van pathogenen, medicijnresten, zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) en zware metalen relevant.

De teruggewonnen cellulose wordt door Recell op de markt gebracht, onder de namen Recell Infra (onder andere asfalt), Recell Compose (productie van bio-composieten) en Recell Chem (productie van suikers). De Recell Infra toepassing als afdruiptremmer is het verst in ontwikkeling. De route Recell Chem, gaat met een vergelijkbare methode als Renasci. Via enzymatische hydrolyse wordt zeefgoed omgezet in suikers. Recell heeft momenteel op de locatie Zernike Advanced Processing (ZAP)- faciliteit te Groningen een pilot installatie met TRL 6.

Het is uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papierverwerking terecht komt.

#### **4.7 Verwerking tot sanitatiepapier**

Een mogelijke route welke niet verder is onderzocht vanwege een te lage TRL is het inzetten van nagescheiden papier als sanitair papier. Een groot bedrijf dat sanitair papier produceert zet papieren afvalstromen in als grondstof voor het tissuepapier. In het productieproces worden onder andere oud papier, kartonnen koffiebekers, flessenlabels en gebruikte handdoekpapier ingezet. Een Duitse fabriek die sanitair papier maakt heeft in samenwerking met een Waterschap proeven gedaan waarbij zeefgoed wordt ingezet als sanitair papier. Het zeefgoed was echter te nat, waardoor schimmelvorming ontstond. De proeven met zeefgoed worden opnieuw uitgevoerd, maar nu met gedroogd zeefmateriaal. Tevens is het zeefgoed chemisch gehygiëniseerd. Het zeefgoed uit Nederland wordt geleverd aan een fabriek in Duitsland waar de proeven worden uitgevoerd.

Het is niet uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papiersector terecht komt.

#### **4.8 Productie van textielvezels**

Een andere mogelijke route die niet verder is onderzocht is de productie van cellulosevezels uit textiel en houtstromen. Ook OPK kan als grondstof dienen. De ontwikkelingen om textielvezels te produceren uit cellulose van papier en karton bevinden zich nog niet op TRL 6. De productie van textielvezels uit cellulose van papier is enkel op labschaal bewezen<sup>46</sup>.

Hieronder een korte opsomming van bedrijven die uit cellulose houdende afvalstromen textiel garen maken.

---

<sup>46</sup> Upcycling of wastepaper and cardboard to textiles. Ma et al. (2015). *Green Chemistry*.

**Lenzing**

Lenzing uit Oostenrijk maakt cellulose vezels uit houderige stromen voor de textielindustrie. Lenzing verkoopt hun product onder de naam Lyocell (en ook Tencel)<sup>47</sup>. Hout wordt geshredderd en met behulp van chemicaliën opgelost in een houtpulp. Een vloeibare, kleverige cellulose wordt verhit en verkleind met behulp van amine oxide. Na een filter proces wordt cellulose door een spinproces omgezet in een lange en dunne vezels. Deze vezels worden gewassen, gedroogd en gesmeerd. Momenteel wordt Lyocell voornamelijk geproduceerd uit eucalyptus bomen.

**Renewcell**

Renewcell lost gebruikt katoen en andere cellulose vezels op en zet ze om in een nieuwe biologische afbreekbare grondstof, namelijk Circulose pulp. Ook Renewcell maakt gebruik van een chemisch proces waarin vezels met hoge cellulosegehaltes worden opgelost in een chemische vloeistof. De Circulose pulp wordt gebruikt door klanten van Renewcell om biologisch afbreekbare viscose, lyocelltextiel, acetaat en andere soorten vezels van te maken. Renewcell heeft een productieplant in Sundsvall (Zweden) staan die 60 000 m<sup>3</sup> ton Circulose gaat produceren.

**Infinited Fiber**

Het Finse bedrijf Infinited Fiber heeft ook een technologie om uit cellulose houdende afval textielvezels te produceren. Infinited Fiber heeft momenteel een pilot installatie waar voornamelijk textiel afval chemische wordt omgezet in katoenachtige vezels. Infinited Fiber geeft aan ook papier en karton te kunnen inzetten<sup>48</sup>. Dit is echter alleen op laboratoriumschaal gedemonstreerd.

**loncell**

Het Finse bedrijf loncell produceert textielvezels van hout en gerecycled materialen. Zij maken ook gebruik van een chemisch productieproces, maar maken gebruik van niet schadelijke chemicaliën. loncell beschikt nog niet over een pilot / of demonstratie plant.

**Spinnova**

Spinnova maken gebruik van een mechanisch proces om textielvezels te produceren. Als inputmateriaal maken ze gebruik van hout. Spinnova beschikt momenteel over een pilot plant.

Deze route is niet verder onderzocht omdat de techniek zich momenteel niet bevindt op TRL 6. Momenteel wordt de techniek vooral toegepast op textielafvalstromen, en nog niet op papier. Het is wel uitgesloten dat met de betreffende verwerkingsroute nagescheiden papier in de reguliere papiersector terechtkomt.

---

<sup>47</sup> [Lyocell, de eco-vriendelijke vezel - Voor- en nadelen](#)

<sup>48</sup> [Fibre innovation from Finland may change textile industry - thisisFINLAND](#)

## 5 Vergelijking van technieken

Om meer informatie over de technieken uit het vorige hoofdstuk te verkrijgen is contact opgenomen met de bedrijven achter de technieken. Helaas heeft niet ieder bedrijf een reactie gegeven. Soms was de reactie ook dat er geen focus is op het verwerken van OPK. Deze technieken zijn niet verder onderzocht. Acht bedrijven hebben wel gereageerd en bleken bereid om een interview te geven over de technologie. De volgende bedrijven waren bereid kennis te delen over de gebruikte technologieën:

- Alucha (terugwinning van vulmiddelen)
- BTG (Pyrolyse)
- ECOR (Productie platen)
- GIDARA (Productie methanol)
- IsoFloc (Productie isolatiemateriaal)
- Recell (winning cellulose en verwerking tot bouw materiaal, chemicaliën via suiker en biocomposieten)
- Renasci (Productie suikerconcentraat)
- Omrin (Productie groen gas)

In bijlage 3 staat nog meer achtergrondinformatie over technieken zoals ze door deze bedrijven worden toegepast.

### 5.1 Toelichting multicriteria-analyse

De verschillende technieken zijn met elkaar vergeleken om te achterhalen op welke manier de verwerking van nagescheiden OPK of andere op vezel gebaseerde stromen kan worden verwerkt. Hiervoor is een multicriteria-analyse (MCA) toegepast. Een MCA is een beslissingsanalyse die aan meerdere criteria een waarde toekent en aan de hand hiervan een rangschikking of beoordeling toekent. Een multicriteria-analyse is toegepast om te analyseren welke verwerkingstechniek het meest kansrijk is voor de verwerking van nagescheiden papier. De multicriteria analyse is alleen toegepast op de verwerkingstechnieken die op de vorige bladzijde zijn opgesomd. De overige technieken zijn buiten beschouwing gelaten vanwege een tekort aan gegevens, of omdat de technieken nog niet ver genoeg zijn ontwikkeld.

De interviews en de samenvattende tabel (bijlage 1) is gebruikt als input voor de multicriteria-analyse. Hierbij is er gekeken naar de volgende criteria:

- **Technische haalbaarheid:** mate waarin nagescheiden papier/vezels direct, zonder dure voorbehandelingsstappen, ingezet kan worden voor de verwerkingsroute
- **Economisch perspectief:** mate waarin het inzetten van nagescheiden papier/vezels in een positieve business case resulteert
- **Afzet potentie:** mate waarin de beschikbare hoeveelheid aansluit bij de marktvraag van de betreffende afzetroute. Indien de hoeveelheid afzet laag is voor een bepaalde verwerkingsroute dan is deze negatief beoordeeld

- **Realisatietermijn:** termijn waarin een commerciële schaal te realiseren is. Er is onderscheid gemaakt in de volgende realisatietermijnen:
  - Korte termijn: draaiende of < 1 jaar
  - Middellange termijn: 1 tot met 5 jaar
  - Lange termijn: >5 jaar
- **Afvalhiërarchie:** mate waarin de eindproducten scoren op de afvalhiërarchie<sup>49</sup>. De afvalhiërarchie is gehanteerd uit het LAP3; waarbij de onderstaande hiërarchie is aangehouden:
  - A. Preventie
  - B. Voorbereiding voor hergebruik
  - C1. Recycling van het oorspronkelijke materiaal in een gelijke of vergelijkbare toepassing
  - C2. Recycling van oorspronkelijke materiaal in een niet gelijke of vergelijkbare toepassing en/of chemische recycling via basischemicaliën
  - D. Andere nuttige toepassing, waaronder energierugwinning en verwerking van materiaal tot brandstof
  - E1. Verbranden als vorm van verwijdering
  - E2. Storten of lozen

Bij de beoordeling van de criteria is er gebruik gemaakt van drie kleuren:

- Rood: scoort slecht of negatief
- Oranje: scoort redelijk
- Groen: scoort goed of positief

Voor de beoordeling van het criterium realisatietermijn is de volgende (kleur) indeling aangehouden:

- Korte termijn: Groen
- Middellange termijn: Oranje
- Lange termijn: Rood

Voor de beoordeling van het criterium afvalhiërarchie is de volgende (kleur) indeling aangehouden:

- A & B: Groen
- C1: Geel
- C2: Oranje
- D: Rood

## 5.2 Resultaten van de multicriteria-analyse

Tabel 5.1 geeft het resultaat van de multicriteria-analyse weer. Onder de tabel worden de gemaakte keuzes onderbouwd.

---

<sup>49</sup>Afvalhiërarchie zoals omschreven in: [A4 Algemene uitgangspunten en algemeen beleid - LAP3](#)

*Tabel 5.1 Multicriteria analyse*

	Technische haalbaarheid	Economisch perspectief	Afzet potentie	Realisatietermijn	Afvalhiërarchie	Eindscore
<b>Alucha</b>	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Mogelijk
<b>BTG</b>	Red	Red	Red	Red	Red	Negatief
<b>ECOR</b>	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Positief
<b>GIDARA</b>	Green	Green	Green	Yellow	Red	Positief
<b>IsoFloc</b>	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Mogelijk
<b>Recell</b>	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Mogelijk
<b>Renasci</b>	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Positief
<b>Omrin</b>	Green	Green	Green	Green	Red	Positief

- Alucha produceert met hun proces pyrolyse-olie en mineralen. Voor Alucha is een hoog percentage mineralen een belangrijk kwaliteitseis voor hun proces. Papierslib bevat op droge basis 55-70 % mineralen<sup>50</sup>. Op basis hiervan geeft Alucha aan dat een positieve business case mogelijk is. De afzetmogelijkheden voor de mineralen heeft Alucha geregeld, echter de bio-olie afzetmogelijkheden worden nog onderzocht. Naast de aanwezigheid van mineralen is de homogeniteit van het input materiaal belangrijk. Alucha heeft geen ervaring met nagescheiden papier. Het proces dient aangepast te worden om nagescheiden papier in te zetten. De technische haalbaarheid is om deze reden als redelijk beoordeeld. Het is ook onduidelijk welk effect nagescheiden papier heeft op de kwaliteit van de eindproducten. Het economische perspectief en afzetmogelijkheden bij het inzetten van nagescheiden papier zijn als redelijk ingeschat, maar dit is nog niet uitgebreid onderzocht. Voor nagescheiden papier zal er niet binnen 5 jaar een commerciële plant draaien
- BTG heeft de ervaring dat het hoge asgehalte van OPK zorgt voor een slechte kwaliteit olie. De mogelijke afzet van deze olie en het economisch perspectief zijn hiermee ook slecht beoordeeld. Ook de aanwezigheid van natrium en kalium in papier zijn niet goed voor de katalysator in raffinaderijen gebruikt worden om de bio-olie verder op te werken. De bio-olie die BTG momenteel produceert, wordt ingezet als biobrandstof, een route die zich onderaan de afvalhiërarchie bevindt. Om die reden is deze negatief beoordeeld. Binnen vijf jaar zal nagescheiden papier niet commercieel door BTG verwerkt worden
- ECOR voert momenteel experimenten uit met brongescheiden OPK en dat functioneert goed. ECOR heeft geen ervaring met nagescheiden papier, maar verwacht wel binnen 1 jaar

<sup>50</sup> [Nieuw lid Alucha recyclet de mineralen uit papierslib | Polymer Science Park](#)

gebruik te kunnen maken van nagescheiden papier. De geproduceerde panelen zijn breed toepasbaar en daarom zal het inzetten van nagescheiden papier ook resulteren in een positieve business case. ECOR is een industriële plant aan het opstarten die tot 80 panelen per uur gaat produceren. Dit is het voorstadium voor een definitieve commerciële installatie. ECOR is positief beoordeeld op de afvalhiërarchie omdat het panelen maakt welke zij ook weer terug kunnen nemen en hergebruiken

- **Gidara** gebruikt het nagescheiden papier om de pellets te verlijmen tot stevige korrels. Omdat het nagescheiden papier wordt opgemengd met ander materiaal voor het vormen van pellets is de technische haalbaarheid als positief beoordeeld. **Gidara** gaat als eindproduct methanol produceren. Methanol is een van de belangrijke basischemicaliën. Door de subsidiering van biobrandstoffen wordt naar verwachting de route naar biobrandstof gevolgd. **Gidara** verwacht in 2024 een commerciële plant draaiende te hebben
- **Isofloc** geeft aan opzoek te zijn naar alternatieve grondstoffen vanwege de hoge prijzen voor papier momenteel. Nagescheiden OPK wordt door **IsoFloc** gezien als optie. Vanwege de benodigde voorbewerkingen is de technische haalbaarheid als redelijk beoordeeld. Het is onduidelijk welk effect het nagescheiden papier zal hebben op de kwaliteit van het eindproduct waardoor het economisch perspectief als redelijk is beoordeeld. Door onduidelijkheid over het economisch perspectief in combinatie met dat de afzetroute naar isolatiemateriaal een beperkte markt is, is de afzet als negatief beoordeeld. **Isofloc** draait momenteel al jaren op commerciële basis, maar niet op nagescheiden papier als input materiaal. Indien een voorbehandeling wordt ondergaan en wordt getest bij **Isofloc** wordt een realisatietermijn binnen vijf jaar gewacht. Cellulosevlokken kunnen bij intacte holle ruimtes en niet vervuild materiaal, weggezogen worden voor hergebruik. In het gesprek werd aangegeven dat ze nog geen ervaring hebben met het terugnemen en hergebruiken van hun isolatiemateriaal. **Isofloc** scoort daarom redelijk op de afvalhiërarchie
- **Recell Infra** past momenteel een opwerkstap toe voor het toepassen van zeefgoed. In de opwerking wordt het zeefmateriaal onder andere gewassen en gedroogd. **Recell Infra** heeft geen ervaring met nagescheiden papier. Nagescheiden papier zal ook een voorbewerking nodig hebben welke nog ontwikkeld moet worden. Het is onduidelijk welk effect het nagescheiden papier zal hebben op de kwaliteit van het eindproduct waardoor het economisch perspectief als redelijk is beoordeeld. Als toepassing (afzetmarkt) is gekeken naar de toepassing als afdruipremmer in asfalt. Dit is echter een beperkte markt en is daarom als negatief beoordeeld. Momenteel is **Recell** aan het opschalen door bij meerdere waterschappen een installatie te plaatsen. Binnen vijf jaar wordt geen commerciële plant verwacht die nagescheiden papier kan verwerken



- Renasci heeft al geëxperimenteerd met verwerken van oud papier en karton waarbij het lukt om hier suikers uit te maken. Voordeel van de suikerroute is dat het papier nat kan worden aangeleverd. Nevenvervuiling en homogeniteit zijn wel belangrijk voor het proces. Renasci sorteert in haar integrale sorteerproces zelf OPK uit het restafval. Waar eerst de verwachting was dat dit zo vervuild zou zijn dat er alleen biocarbon van zou kunnen worden gemaakt, bleek dat dit nagescheiden OPK schoon genoeg was voor omzetting naar suikers. Renasci is voornemens om nagescheiden papier en karton uit hun eigen sorteerinstallatie en van andere partijen in te zetten. Momenteel maakt Renasci de afweging of zij opschaaft naar een demonstratie- of naar een pilotplant. Binnen vijf jaar wordt een commerciële plant verwacht. Naar verwachting kan de business case uit bij een gatefee van EUR 0 of met iets toebetaling voor nagescheiden papier en karton.  
Renasci is voornemens om suikers te produceren welke omgezet worden in biochemicalïën. Om deze reden scoort Renasci als redelijk op de afvalhiërarchie
- Omrin verwerkt momenteel op commerciële schaal huishoudelijk afval, waarbij de natte organische fractie en de fijne fractie uit de Dano-trommel worden vergist tot groengas. Het proces van Omrin is een integraal proces waarbij verschillende fracties worden afgescheiden waarna het residu naar een verbrandingsinstallatie wordt gestuurd. OPK wordt in dit proces niet als apart gescheiden fractie nagesorteerd maar komt vrij in de Danotrommel samen met andere materialen. Omrin kiest de verwerkingsroute naar groengas omdat dit aantrekkelijk is vanwege de subsidie op groengas. Omrin staat open om nieuwe verwerkingsroutes te verkennen voor de fijne fractie uit de Dano-trommel. Omrin wint energie uit materialen welke deels wordt ingezet als brandstof en deels wordt ingezet in het aardgasnet. Dit is een route die zich onderaan de afvalhiërarchie bevindt

## 6 Matching van technieken met beschikbare stromen

Uit de multicriteria-analyse blijken de verwerkingstechnieken van ECOR, Gidara, Renasci en Omrin het meest kansrijk voor de verwerking van nagescheiden papier. Deze partijen zijn gedurende het project gekoppeld aan partijen waar nagescheiden papier vrijkomt. In tabel 6.1 zijn de gekoppelde partijen samengevat. Onder de tabel wordt omschreven waarom de partijen zijn gekoppeld.

Tabel 6.1 Gekoppelde partijen

	AEB <i>Nagescheiden papier uit huishoudelijk afval</i>	Omrin <i>Fijne fractie uit Dano- trommel</i>	Recell <i>Zeefgoed van waterzuiveringen</i>
<b>Gidara</b> <i>Vergassing naar methanol</i>	X		
<b>ECOR</b> <i>Verwerking tot biobased panelen</i>	X		
<b>Renasci</b> <i>Enzymatische hydrolyse naar suikers</i>		X	X
<b>Isofloc</b> <i>Verwerking tot isolatiemateriaal</i>			X

### AEB en Gidara

Het huishoudelijk nagescheiden papier van AEB is gekoppeld aan Gidara. Gidara kan het papier verwerken in hun pellets. Gidara zal het nagescheiden papier van AEB eerst moeten drogen. Er zal onderzocht moeten worden in welke verhouding nagescheiden papier kan toegevoegd worden in de pellets. Logistiek gezien zal het inzetten van het materiaal van AEB bij Gidara ook interessant zijn aangezien beide partijen in Amsterdam zijn gevestigd.

*Tijdens het project heeft Gidara een bigbag met nagescheiden papier opgehaald bij AEB. Gidara zal het nagescheiden papier verwerken in de pellets (op testinstallatie).*

### AEB en ECOR

AEB is ook gekoppeld aan ECOR. ECOR gaf tijdens het gesprek aan interesse te hebben in alternatieve papier stromen. In hun panelen zit altijd een minimale hoeveelheid papier verwerkt. Zoals aangegeven is vochtigheid van het papier geen probleem mits het papier snel de pulper van ECOR in gaat. Maar er zal er onderzocht moeten worden of de samentelling (plastic et cetera) van nagescheiden papier geen belemmering vormt.

*Tijdens het project heeft ECOR aan AEB laten weten zich nog in een opstartfase te bevinden en het aantal variabelen (aan de grondstoffenkant) die invloed op de processtabiliteit kunnen hebben te beperken. ECOR neemt in een latere fase weer contact op met AEB.*

**Omrin en Renasci**

Omrin houdt uit de Dano-trommel een fijne fractie over welke onder andere uit papier bestaat maar ook organisch materiaal en bijvoorbeeld luiers. Dit materiaal kan ingezet worden als inputmateriaal voor de bioreactor van Renasci.

*Renasci heeft Omrin benaderd om uit te zoeken of er raakvlakken zijn voor een samenwerking.*

**Recell en Renasci**

Recell heeft aangegeven dat de afzetmarkt van zeefgoed als afdruipremmer beperkt is. Recell onderzoekt daarom zelf ook de afzetroute naar biochemicalïen en biocomposieten. Aangezien Renasci op het gebied van omzetten van papier naar suikers voorloopt, zijn Renasci en Recell gematched.

*Renasci heeft Recell benaderd om uit te zoeken of zij roostergoed als feedstock kunnen gebruiken.*

**Recell en IsoFloc**

Zoals eerder aangegeven is IsoFloc opzoek naar alternatieve input stromen vanwege de hoge prijzen voor papier. Momenteel gebruikt Isofloc de-inking OPK. Gezien de aanwezigheid van karton in nagescheiden huishoudelijk papier is IsoFloc niet gekoppeld aan AEB of Omrin. IsoFloc is gematcht met Recell. Mogelijk kan het zeefgoed na de voorbehandeling van Recell ingezet worden bij IsoFloc. IsoFloc vraagt wel een droogstofgehalte van minimaal 85%. Dit betekent dan Recell het materiaal goed gedroogd zal moeten aanleveren. Een mogelijk knelpunt is dat IsoFloc in Zwitserland is gevestigd waardoor licht materiaal met een groot volume over een lange afstand getransporteerd zal moeten worden.

*Isofloc heeft Recell benaderd en gevraagd of zij een testsample kunnen aanleveren.*

## 7 Knelpunten en belemmeringen

In een RED Team sessie zijn alle geïnterviewde partijen nog eens uitgenodigd. Bij hen zijn knelpunten en belemmeringen opgehaald. Daarnaast is er gekeken naar mogelijke instrumenten die de overheid kan inzetten om de ketensamenwerking plaats te laten vinden en hoogwaardige verwerking van nagescheiden papier te versnellen.

### 7.1 Knelpunten en belemmeringen

Knelpunten en belemmeringen die tijdens de sessie naar voren kwamen:

- **Specificaties zijn (nog) niet duidelijk of sluiten niet aan bij de grondstof.**  
Hiermee wordt bedoeld dat de specificaties die verwerkers/producenten stellen aan de input grondstoffen van een techniek niet altijd duidelijk zijn en/of niet aansluiten bij de specificaties van nagescheiden papier zoals het momenteel vrijkomt. Als gevolg hiervan sluit de input (nagescheiden papier) nog niet aan bij de behoefte van afnemers
- **Er is onvoldoende kennis van elkaars laatste ontwikkelingen.**  
Verwerkers waar nagescheiden papier vrij komt en partijen die momenteel OPK inzetten zijn niet op de hoogte van de laatste ontwikkelingen
- **Toepassingen voor nagescheiden papier staan nog in de kinderschoenen.** De technieken voor het verwerken van nagescheiden papier zijn nog in ontwikkeling
- **Voor partijen die nagescheiden papier uit reststromen kunnen halen is er sprake van onzekerheid over de afzet.** Onzekerheid over de afzet van het materiaal zorgt ervoor dat het financieel niet aantrekkelijk is om papier na te scheiden
- **Er is behoefte aan een ketenpartner die nagescheiden papier kan opwerken naar de gewenste kwaliteit.** Er werd wel aangegeven dat het logisch zou zijn als de partij waar het nagescheiden papier vrijkomt, het ook opwerkt. Renasci en Recell zijn beiden partijen die mogelijk een voorbewerking kunnen doen

### 7.2 Instrumenten

Tijdens de sessie is gevraagd naar instrumenten die de overheid in kan zetten om nascheiden van OPK en de verwerking van nagescheiden OPK te stimuleren. De volgende instrumenten die de overheid in kan zetten zijn benoemd door de deelnemers van de sessie (in willekeurige volgorde):

- **Gebruik maken van LCA's om verschillende technieken te vergelijken voordat er richting wordt gegeven in het LAP**

LCA's worden gebruikt om inzicht te krijgen in de milieu impact van verwerkingstechnieken. Momenteel is het al gebruikelijk voor de overheid om LCA's in te zetten om richting te geven aan het LAP. Hoewel LCA's inzicht geven in de milieu impact is het niet altijd leidend in beleidvorming. Recycling of hergebruik van reststoffen kan mogelijk een hogere impact hebben dan het simpel weg te verbranden.

- **Overheid als launching customer**

Voor het toepassen van nagescheiden papier kunnen overheidspartijen optreden als launching customer. De overheid kan zo door het inzetten van producten (met nagescheiden papier) de ontwikkeling en toepassingen van nagescheiden papier uitdragen en stimuleren.

Een mogelijk voordeel is dat het interessanter wordt voor nascheiders van o.a. huishoudelijk afval om papier eruit te sorteren. De verwachting is namelijk dat als de overheid als launching customer optreedt de afzetmarkt voor nagescheiden papier toeneemt en dus voor nascheiders financieel aantrekkelijk wordt.

- **Een innovatieagenda laten opnemen in UPV van papier**

Voor papier en karton bestaat een overeenkomst over het afdragen van een afvalbeheerbijdrage. Deze is algemeen verbindend verklaard (Avv). Er bestaat er geen wettelijk verplichte producentenverantwoordelijkheid voor papier en karton maar wel een Avv. Momenteel maakt een innovatieagenda geen onderdeel uit van de Avv. De doelstellingen worden momenteel gehaald waardoor er geen stimulans is om dit verder te verbeteren. Door een innovatieagenda op te nemen kan innovatie gestimuleerd worden.

- **Sneller helderheid over einde-afval status**

Momenteel ligt de beoordeling van een einde-afval status bij diverse bevoegd gezagen. Het rechtsoordeel eind-afval is niet meer centraal geregeld. De ervaring is dat het verkrijgen van een beoordeling veel tijd kost en dat de beoordeling bij verschillende bevoegd gezagen anders is. Sneller helderheid over een einde-afval status aanvraag zal bedrijven helpen in hun innovatietraject en stimuleren om gebruik te maken van afval als grondstof. Bij voorbaat wetende dat je een lastig en traag traject ingaat kan ervoor zorgen dat partijen afhaken om gebruik te maken van nagescheiden papier als grondstof.

- **Minimum standaard wijzigen naar verplichting tot nascheiden van papier uit huishoudelijk afval of KWD afval**

In LAP kan de minimumstandaard voor huishoudelijk afval aangepast worden naar verplichte nascheiding van papier. Dit betekent dat voordat restafval van huishoudens of uit de KWD sector naar een verbrandingsinstallatie mag worden gestuurd dat dit verplicht nagescheiden moet worden. Dit is bijvoorbeeld ook het geval bij gemengd bouw een sloopafval. Voor die laatste stroom is de minimum standaard voor vergunningverlening (sectorplan 28):

*Sorteren of anderszins verwerken met als doel zoveel mogelijk monostromen af te scheiden die geschikt zijn voor recycling, met als beperking dat het overblijvende residu nog minimaal verbrand moet kunnen worden. De monostromen die minimaal moeten worden afgescheiden (voor zover aanwezig) zijn: alle componenten als genoemd in art. 4.1 van de Regeling Bouwbesluit 2012, alsook steenachtig materiaal, hout, kunststof, metaal, zeefzand, alsook als gevaarlijk aangeduide afvalstoffen anders dan bedoeld in hoofdstuk 17 van de afvalstoffenlijst uit de Regeling Europese afvalstoffenlijst. Aan de vergunning van sorteerbebedrijven worden hiertoe voorschriften verbonden.*

Voor huishoudelijk restafval en restafval van de KWD sector zou een vergelijkbare minimum standaard kunnen worden opgesteld. Een voordeel van dit instrument is dat papier nagescheiden wordt en een nieuwe toepassing kan krijgen. Een bijkomend bijeffect kan zijn dat papier slechter aan de bron wordt gescheiden, omdat mensen het beeld krijgen dat het er aan de achterkant toch al uitgehaald wordt. Hierdoor komt er netto wellicht meer OPK beschikbaar maar is het wel van slechtere kwaliteit.

- **Maximum percentage recyclebaar materiaal dat verbrand wordt in een AVI**

Een aanvullende verplichte acceptatie eis van een AVI kan zijn dat ze maximaal X percentage recyclebaar materiaal accepteren. In lijn met het vorige instrument kan dit betekenen van AVI's een sorteerlijn moeten plaatsen om te kunnen voldoen aan deze eis. Als gevolg hiervan wordt papier uit de diverse geleverde stromen bij AVI's nagescheiden. Een bijkomend nadeel is dat de eindverwerkers uiteindelijk het probleem 'aan de achterkant' moeten oplossen. Terwijl het papier wat nog in huishoudelijk afval zit veelal te maken met productontwerp (producten bestaande uit diverse materialen). Dit instrument maakt het einde van de keten verantwoordelijk voor wat eindelijk voorin de keten opgelost kan worden.

- **Samengestelde producten via CMP ontmoedigen**

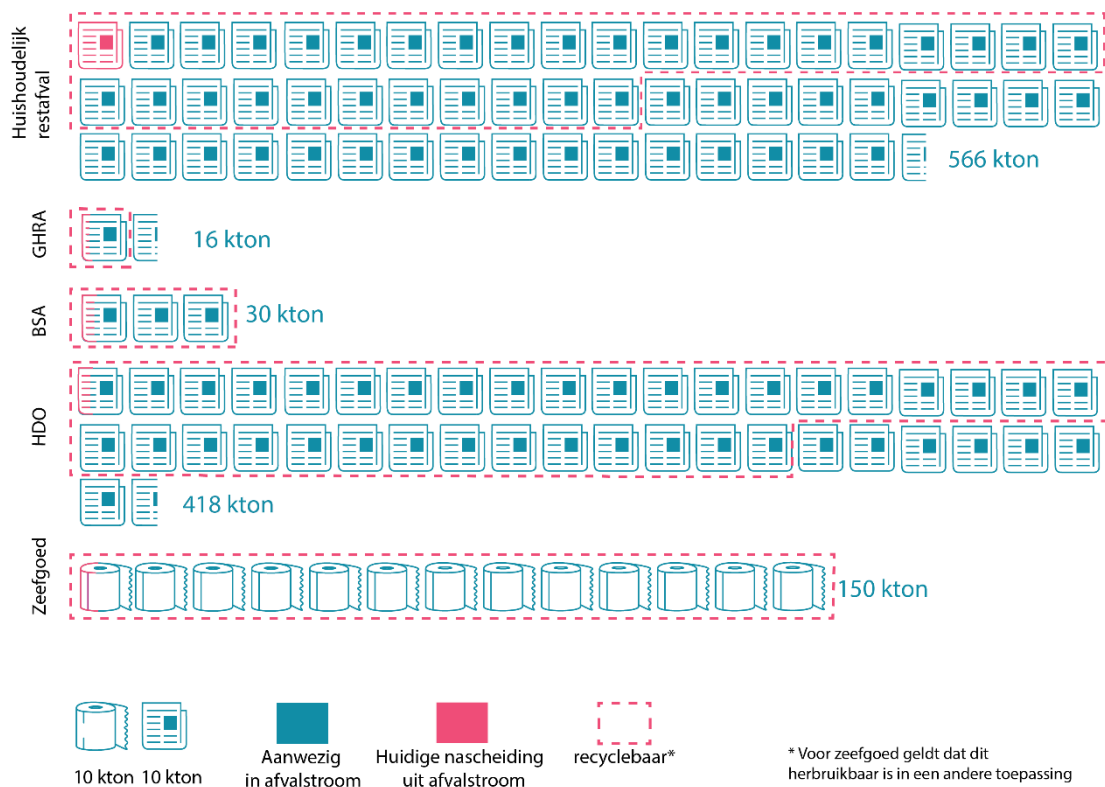
Het CMP kan samengestelde producten of verbindingstechnieken ontmoedigen. In het CMP kan een paragraaf gewijd worden aan design for reuse/recycling. Bij het ontwerp van producten kan geadviseerd worden om bepaalde toevoegingen te vermijden, of bepaalde verbindingen/verlijmingen te vermijden. Daarnaast kan in het CMP gestimuleerd worden om voor producten een 'recyclabilitytest' te laten uitvoeren. Met behulp van zo'n test kan beoordeeld worden op het product goed recyclebaar is, binnen de processen die gangbaar zijn in Europa. Op dit moment is er waarschijnlijk geen wettelijke basis om via het LAP eisen te stellen aan producten die op de markt komen. Daarom zou dit een informerende paragraaf worden.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Samenvatting

In Nederland komt ongeveer 1 miljoen ton oud papier per jaar in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) terecht omdat het niet wordt bron of nagescheiden. Dit is meer dan 15 % van het afval dat in Nederlandse AVI's wordt verbrand. Hierdoor is het niet meer geschikt als grondstof voor de papierindustrie. Als deze hoeveelheid papier kan worden gebruikt als secundaire grondstof, dan is dit input voor de biobased economy en hoeft er minder materiaal te worden verbrand in AVI's. In dit rapport is een verkenning uitgevoerd naar andere toepassingen voor papier en andere vezelstromen in het restafval, dat niet meer geschikt is voor toepassing in de papier/kartonproductie.

In de verkenning is gekeken naar vezels en papier verkregen uit scheidingsinstallaties van restafval en rioolwaterzuivering. Dit houdt specifiek in, nagescheiden papier uit bouw- en sloopafval, huishoudelijk restafval en kantoren, diensten en winkels (KWD) en cellulose uit een rioolwaterzuivering. In het eerste deel van het onderzoek is gekeken naar de samenstelling en hoeveelheden nagescheiden papier in de zojuist omschreven sectoren. In figuur XX zijn de hoeveelheden papier in reststromen weergegeven. In het blauw is aangegeven hoeveel papier in de desbetreffende stroom voorkomt. In het roze staat aangegeven hoeveel en momenteel wordt nagescheiden.



In het tweede deel van het onderzoek is gekeken naar de valorisatie van dit nagescheiden papier en is er een focus gelegd op technieken die:

- Niet verstorend werken op de huidige gescheiden inzamelingsstructuur en businesscase van de brongescheiden inzameling
- Waarvoor de technologie al in een ver gevorderd stadium is (TRL 6 - 9)
- Technieken die binnen drie tot vijf jaar tot realisatie kunnen komen

Een lijst van technieken zijn in deze verkenning geanalyseerd. Deze staan opgesomd in hoofdstuk 4 van deze verkenning. Om de verschillende technieken met elkaar te vergelijken is een multicriteria-analyse (MCA) toegepast. Een MCA is een beslissingsanalyse die aan meerdere criteria een waarde toekent en aan de hand hiervan een rangschikking of beoordeling toekent. De multicriteria-analyse is enkel uitgevoerd op de technieken waarvoor partijen zijn geïnterviewd omdat alleen bij die partijen voldoende informatie beschikbaar was. Technieken van partijen die niet mee wilden of konden werken aan een interview zijn ingedeeld als niet kansrijk omdat er geen focus op het gebruik van nagescheiden papier ligt. In totaal zijn er 8 partijen geïnterviewd. Vervolgens kwam aan de hand van de MCA, een drietal partijen naar voren waar het inzetten van nagescheiden papier kansrijk is.

Ter afsluiting van het onderzoek is een RED teamsessie georganiseerd. De geïnterviewde partijen zijn digitaal samengebracht waarbij knelpunten, belemmeringen en mogelijk instrumenten ter stimulering van ketensamenwerking besproken zijn.

In de volgende paragrafen beschrijven de conclusies, een analyse en aanbevelingen voortkomend uit dit onderzoek.

## 8.2 Conclusies

Uit het onderzoek zijn de volgende conclusies naar voren gekomen:

- Er wordt maar een klein deel van het papier in reststromen nagescheiden. Naar schatting is ongeveer 1 000 kiloton papier aanwezig in reststromen die naar een verbrandingsinstallatie gaan. Daarvan worden slechts enkele tientallen kilotonnen via nascheiding afgebogen van de AVI
- Omdat er nog geen bestaande markt is, is er weinig inzicht in de kwaliteit van het papier in de reststromen en over de kwaliteitseisen die verwerkers stellen aan nagescheiden papier. Dit moet zich nog ontwikkelen
- In het (nabije) verleden zijn verschillende partijen bezig geweest met het nascheiden van papier uit restafvalstromen. De afzet van deze stromen is echter problematisch want er is geen volwassen markt voor deze kwaliteit papier. Hierdoor ontstaat er een kip-en-ei probleem: Er moet eerst nagescheiden papier beschikbaar zijn om een verwerkende fabriek te bouwen, maar papier wordt pas nagescheiden als er een verwerkende fabriek is
- Er zijn verschillende technieken die ingezet kunnen worden voor het verwerken van nagescheiden OPK. Deze studie heeft diverse afzetroutes geïnventariseerd, maar veel bedrijven die technologie in huis hebben waarmee nagescheiden OPK zou kunnen worden verwerkt hebben niet de focus op (nagescheiden) OPK



- Zeven partijen zijn bezig met (ontwikkelen van) technieken voor het verwerken van (nagescheiden) OPK
- Twee bedrijven gebruiken brongescheiden OPK in bestaande processen om hun producten van te maken. Dat zijn:
  - ECOR, en
  - IsoflocZij kunnen misschien overstappen op nagescheiden OPK. Het is nog niet duidelijk of nagescheiden OPK aan de kwaliteitseisen kan voldoen
- Een tweetal partijen test nieuwe processen met OPK, maar kunnen naar verwachting uit de voeten met de kwaliteit van nagescheiden OPK;
  - GIDARA Energy
  - Renasci
- Alucha wint vulmiddelen terug uit papierslib en kan dit mogelijk ook met nagescheiden papier. Bij dit productieproces wordt ook bio-olie geproduceerd. Er is (nog) geen ervaring met nagescheiden papier
- Omrin produceert groen gas uit de organische fractie van restafval. In deze fractie zit ook OPK
- Recell heeft een productietechniek en een afzetkanaal als bouwstof voor cellulose uit afvalwater. De afzetvolumes zijn tot nu toe beperkt. De verwerkingsroute naar bio-composieten en chemicaliën wordt nog ontwikkeld
- De potentiële afzetroutes voor nagescheiden papier zijn nog in ontwikkeling, er is geen draaiende fabriek die direct opgeschaald kan worden. Wel worden er binnen drie jaar nieuwe fabrieken gebouwd
- De verwachting is dat de nieuw te bouwen fabrieken enkele tientallen kilotonnen nagescheiden papier kunnen verwerken. Dat is maar een beperkt deel van het papier dat aanwezig is in restafvalstromen (ongeveer 1.000 kiloton)
- Met een multicriteria-analyse zijn drie verwerkingsroutes als kansrijk geïdentificeerd:
  - Inzetten van nagescheiden papier/karton voor de productie van biobased panelen
  - Inzetten van nagescheiden papier/karton in pellets voor de productie van methanol (via pyrolyse)
  - Inzetten van nagescheiden papier/karton voor de productie van suikers (via enzymatische hydrolyse)Deze verwerkingsroutes combineren een voldoende grote markt met een positieve business case en hoogwaardigere<sup>51</sup> toepassing dan verbranden
- Er zijn waarschijnlijk ook andere afzetroutes, met name als bouw materiaal, mogelijk, mits er voorbereidingen worden uitgevoerd. De afzetmarkt voor deze routes is wel beperkter, of de extra opwerkingstechniek wordt nog niet toegepast
- De verwerkingstechnieken hebben niet allemaal een focus op nagescheiden papier. Omrin en Renasci gebruiken fracties uit reststromen waar ook OPK in zit. Waarbij Renasci met haar techniek ook alleen nagescheiden papierstromen kan verwerken als dat aangeleverd wordt.

---

<sup>51</sup> Methanol kan als basischemicalie worden ingezet. Maar vanwege (Europees) energiebeleid zal methanol waarschijnlijk worden ingezet als brandstof.

Dat betekent dat het ontwikkelen van die routes ook bijeffecten kunnen hebben die invloed hebben op andere fracties in het restafval, en daarmee op een groter deel van de afvalmarkt. Wanneer hier (door de overheid) op gestuurd wordt dan heeft dit bijvoorbeeld een groter effect op de verbrandingsmarkt dan wanneer alleen wordt gestuurd op het nascheiden van OPK

### 8.3 Analyse

De bovenstaande conclusies samen met de bestaande kennis van TAUW over de afvalmarkt leiden tot de volgende analyse:

#### **Er is geen dwingende reden om iets te doen met OPK in restafvalstromen**

Nascheiden van integrale reststromen gebeurt in Nederland mondjesmaat. Als er wordt nagescheiden dan gebeurt dat vanwege een van deze drie redenen:

1. Er moet gesorteerd worden om te voldoen aan acceptatie-eisen van een verbrandingsinstallatie
2. Er is een intrinsieke motivatie om minder afval naar de verbranding te sturen. Dit geldt bijvoorbeeld voor (semi)overheidsorganisaties als Omrin
3. Er is een externe financiële prikkel om een specifieke materiaalstroom uit het restafval te sorteren. Dit is bijvoorbeeld het geval bij kunststof verpakkingen. Het afvalfonds verpakkingen geeft een vergoeding aan gemeenten per ton (nagescheiden) kunststof verpakkingen die aan een bepaalde specificatie voldoen. Daarmee is er een businesscase om na te scheiden

De eerste reden is de meest dringende. In Nederland mag bijna geen enkele afvalstroom worden gestort. In ieder geval voor brandbare afvalstromen geldt een strotverbod, zij moeten worden verbrand. Het is dan ook toegestaan om integraal restafval (uit huishoudens of KWD/HDO) direct te verwerken in een verbrandingsinstallatie. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld bouw- en sloopafval waar vanwege het grote aandeel stoorstoffen eerst gesorteerd moet worden om te voldoen aan de acceptatie-eisen van de verbrandingsinstallaties. Deze sortering is daarom in het LAP als minimum standaard opgenomen. Voor andere reststromen (bijvoorbeeld huishoudelijk afval of KWD afval) is er vanwege de acceptatievoorwaarden van de verbrandingsinstallaties geen reden om na te scheiden, deze stromen gaan in de regel direct naar de verbrandingsinstallatie.

De intrinsieke motivatie blijkt niet voldoende te zijn om grootschalig OPK na te scheiden aangezien het maar op één locatie in Nederland gebeurt, en daar is het OPK onderdeel van een organische fractie die wordt vergist. De nascheidingsinstallatie van AEB heeft korte tijd OPK nagescheiden, maar is nu weer overgeschakeld op het nascheiden van folies omdat dat meer opbrengt.

Een financiële prikkel lijkt meer effect te hebben. Er is in Nederland een hand vol installaties voor het afscheiden van kunststof verpakkingsafval uit huishoudelijk restafval, die in 2020 gezamenlijk 66 kiloton kunststof verpakkingen uitsorteerden. Voor OPK bestaat een dergelijke financiële prikkel echter niet deze stroom blijft daarom in het restafval achter bij een sorteerproces.

Hiermee wordt duidelijk dat er geen dwingende reden is om OPK of andere vezelstromen na te scheiden of terug te winnen uit gemengd afval. Als er geen dwingende reden is dan zou de enige reden nog zijn omdat er geld mee verdiend kan worden. Daarover gaat de volgende alinea.

### **Business case van nascheiden en verwerken is nog niet zeker**

Er is tot nu toe nog geen nascheidings- en verwerkingsroute tot ontwikkeling gekomen die vanuit een bewezen businesscase leidt tot het genereren van financiële opbrengsten. De technieken die in dit rapport zijn beschreven worden nu ontwikkeld omdat zij naar verwachting een voldoende positieve business case hebben. Die positieve businesscase kan alleen bestaan als de producten die worden gemaakt voldoende hoge opbrengsten hebben met voldoende markt om het geproduceerde volume te absorberen. Nagescheiden OPK kan een bestaande businesscase gebaseerd op brongescheiden OPK (met een hoge inkoopprijs) versterken. Als nagescheiden papier met een mindere kwaliteit (die voor een lagere prijs wordt aangeboden) ook geschikt is voor het verwerkingsproces dan wordt de business case vanwege de lagere inkoopprijs voor de grondstoffen veel beter. Het is nu echter onbekend of de kwaliteit van nagescheiden voldoende is, en hoeveel opwerkingsstappen er nog nodig zijn om wel te voldoen. Dit maakt de business case onzeker.

### **Opschalen is nog een langzaam proces**

De technieken zijn in de start-up of in een aantal gevallen al op scale-up fase, en komen naar verwachting in de volgende drie jaar online. De hoeveelheid nagescheiden papier die daarmee verwerkt kan worden ligt naar verwachting in dezelfde orde als die door één nascheider kan worden aangeleverd. Als de markt voor de producten van de verwerkers groot genoeg is kan in de daaropvolgende jaren de verwerkingscapaciteit verder uitgebreid worden. Voor chemische recycling is de verwachting dat de markt groot genoeg is om de volumes te absorberen, maar of de prijs voldoende concurrerend is met chemicaliën uit aardolie is niet te voorspellen. Omdat er niet wordt gestuurd naar nascheiding en verwerking van OPK zal op deze manier capaciteit uitbreiden een proces zijn dat nog lang zal duren. Denk aan 15 à 25 jaar voordat de vraag naar nagescheiden papier uit deze verwerkingsroutes ertoe zal leiden dat er een substantieel deel van het papier in het restafval zal worden nagescheiden. In deze periode zal dan parallel de nascheiding en verwerkingsinfrastructuur moeten worden opgebouwd. Hierbij zal steeds over en weer vertrouwen moeten zijn dat de partijen in de keten hun rol blijven vervullen. Zonder nascheider is de verwerker nergens en andersom geldt hetzelfde.

### **Schaken op drie borden tegelijk**

Om de nascheiding en de verwerking van nagescheiden OPK tot een succes te maken moeten drie dingen tegelijkertijd geregeld worden:

1. Er moet voldoende aanvoer zijn van nagescheiden OPK (van voldoende kwaliteit)
2. Er moet een bewezen, opgeschaalde technologie beschikbaar zijn waarmee nagescheiden OPK kan worden omgezet in producten
3. Er moet een voldoende grote afzetmarkt zijn (met prijzen die het nascheiden en verwerken financieel haalbaar maken)

Als een van deze drie pijlers niet is georganiseerd (en gegarandeerd) zal verwerking van nagescheiden OPK niet tot stand komen. Als we naar de huidige situatie kijken voor de drie pijlers dan zien we het volgende:

De aanvoer is op dit moment niet voldoende, er wordt maar mondjesmaat papier nagescheiden in Nederland. En het is nog onbekend of de gewenste kwaliteit gehaald kan worden. Dit is vooral omdat nog niet bekend is wat de gewenste kwaliteit is. Technisch kan heel veel worden gedaan om de kwaliteit te verbeteren, maar het is nu nog onbekend wat voor kosten dit met zich meebrengt.

Op dit moment zijn er geen opgeschaalde bewezen technieken voor het grootschalig verwerken van nagescheiden OPK, met uitzondering van de productie van groen gas uit de organische fractie van restafval waarin ook OPK zit. De nieuwe technieken staan wel op het punt van doorbreken. In de komende jaren worden fabrieken gebouwd. Nota bene: De business cases voor deze fabrieken zijn zo goed dat zij gebruik kunnen maken van brongescheiden OPK, waardoor zij niet geremd worden door een tekort aan nagescheiden OPK.

De afzetmarkt voor producten uit nagescheiden OPK lijkt financieel aantrekkelijk voor panelen (ECOR) en voor de productie van methanol (Gidara). Beide processen zouden immers kunnen draaien met duurder brongescheiden OPK als grondstof. De vraag naar panelen is naar verwachting bij lange na niet voldoende voor het verwerken van een significant aandeel van het oud papier dat in restafval aanwezig is. De markt voor chemicaliën uit nagescheiden OPK is groot. Volgens het methanolinstituut<sup>52</sup> was de vraag naar methanol in 2015 ongeveer 75 000 kiloton per jaar, waarvan 40 % voor energietoepassingen. De ongeveer 1 000 kiloton OPK in restafval kan wanneer het allemaal wordt omgezet naar methanol dus makkelijk worden geabsorbeerd. De afzetmarkt voor groen gas zoals Omrin produceert uit is enorm in vergelijking met de productie, en de prijzen voor groen gas liggen hoog.

Belangrijk om op te merken is dat de prijzen die worden betaald voor (bio)chemicaliën in energietoepassingen hoger liggen dan voor niet energietoepassingen. Dit komt omdat in de Europese Unie een markt gecreëerd is voor biobrandstoffen via de Renewable Energie Directive en de Fuel Quality Directive. Ook via Nederlandse wetgeving wordt duurzame energie gestimuleerd. De productie van 'groen gas' zoals Omrin doet uit de organische fractie, inclusief OPK wordt bijvoorbeeld via de SD(++) subsidie gestimuleerd. De geproduceerde chemicaliën (methanol, methaan, ethanol) zullen waarschijnlijk ingezet worden als brandstof omdat dit meer oplevert dan toepassing als basischemicalie.

---

<sup>52</sup> [The Methanol Industry|Methanol Institute|www.methanol.org](http://www.methanol.org)

Uit het voorgaande blijkt van de drie voorwaarden voor het tot ontwikkeling komen van een business case voor nascheiden en verwerken van OPK alleen de goede afzetmarkt bestaat, maar daarbij moet worden aangetekend dat de beoogde afzetmarkt voor de meeste verwerkingstechnieken: toepassen als brandstof, in het LAP niet is aangemerkt als recycling, maar gelijk wordt gesteld aan verbranden. In de volgende paragraaf staan aanbevelingen die er op gericht zijn om de drie voorwaarden tot stand te brengen.

## 8.4 Aanbevelingen aan de overheid

De verwerking van nagescheiden OPK biedt veel potentieel om afval af te buigen van de AVI en het in te zetten op een hogere trede van de afvalhiërarchie. In deze paragraaf doen wij aanbevelingen om dit potentieel tot ontwikkeling te brengen. De aanbevelingen zijn gericht aan de overheid. De aanbevelingen in de volgende paragraaf richten zich op marktpartijen.

### 8.4.1 Geef de gewenste richting aan

Het belangrijkste dat de Rijksoverheid kan doen is richting geven aan de keten van nagescheiden papier. Als de richting duidelijk is dan weet de markt in welke richting er ontwikkeld moet worden. Het is belangrijk dat helder is welke ontwikkelingen gewenst zijn (bijvoorbeeld nascheiding en recycling van nagescheiden OPK), en welke (in de toekomst) niet meer (bijvoorbeeld integraal verbranden, nascheiden en omzetten naar chemicaliën voor toepassing als brandstof). Een aantal van de huidige verwerkingstechnieken zetten in op de productie van biobrandstoffen uit nagescheiden OPK. Dit is financieel aantrekkelijker omdat het gebruik van biogene brandstoffen wordt gestimuleerd via de Renewable Energy Directive. Hoewel dit in eerste instantie wellicht niet de gewenste route is, is dit misschien wel de eerste stap die gezet moet worden tot de verdere ontwikkeling richting biochemicaliën. Een installatie opstarten met de productie van biobrandstoffen en dan de markt voor biochemicaliën ontwikkelen kan ook een weg naar verduurzaming zijn. Methanol kan bijvoorbeeld als hernieuwbaar aandeel in voertuigbrandstof worden gebruikt maar ook als basischemicalie. Als de gewenste toekomst biochemicaliën is, dan moet daar nu al duidelijkheid over komen in het beleid, zodat marktpartijen daar op kunnen anticiperen. We bevelen aan om de richting samen met de markt te ontwikkelen met partijen uit de hele keten. Hiervoor kan vanuit de overheid een ketenprojecten worden opgestart om te zorgen dat de keten zich organiseert en samen stappen gaat maken richting het gezamenlijke doel. Het is uiteindelijk de rol van de marktpartijen om die stappen te zetten, maar door het ketenproject op te zetten stimuleert de overheid het nemen van de stappen in de gewenste richting. Vanuit de overheid kan wellicht onderzoek (mede) worden gefinancierd dat de keten als geheel vooruit helpt. De richting die gekozen wordt zal bijvoorbeeld moeten worden onderbouwd met levenscyclus analyses, zodat er niet onbedoeld de verkeerde kant (met meer milieu-impact) op gestuurd wordt. LCA onderzoeken zijn alleen mogelijk met medewerking van alle partijen in de keten.

Als helder is wat de gewenste richting is dan kunnen de volgende stappen worden gezet om snel de drie pijlers (aanlevering grondstof, technologie, afzetmarkt) tot stand te brengen. Daarbij is het belangrijk dat alle drie de pijlers tot stand komen. Als er een pijler ontbreekt dan zal de nascheiding en de verwerking van OPK niet snel op gang komen.

#### 8.4.2 Stimuleer nascheiding van OPK

Nascheiding gebeurt nu maar mondjesmaat. Er zijn meerdere manieren om nascheiding te stimuleren:

1. Afdwingen via de minimum standaard
2. Producenten verantwoordelijk maken voor hogere inzameling en recycling percentages.

##### **Minimum standaard aanpassen**

De minimum standaard voor huishoudelijk restafval en KWD restafval is verbranding met energierecuperatie. In deze twee afvalstromen is nog heel veel papier aanwezig. De minimum standaard zou kunnen worden aangepast, zodat er een verplichting ontstaat om bepaalde stromen na te scheiden. Waarbij de uitgesorteerde fracties verplicht moeten worden gerecycled. Op die manier kan niet alleen papier worden teruggewonnen maar ook andere recyclebare fracties in het restafval. Alternatief kan ook een eis worden gesteld aan het afval dat naar een AVI mag. Door eisen te stellen aan het maximum aandeel recyclebare materialen dat in een vracht naar een AVI mag zitten, wordt hetzelfde bereikt. Dan wordt de methode waarmee dat wordt bereikt meer aan de markt overgelaten.

De werkwijze met een minimum standaard wordt al gehanteerd bij gemengd bouw- en sloopafval, zie ook paragraaf 7.2. Voor gemengd bouw en sloopafval geldt de verplichting om eerst te sorteren waarna het residu naar verbranding moet. Een vergelijkbare minimum standaard zou ook kunnen worden opgelegd voor restafvalstromen waarin OPK aanwezig is<sup>53</sup>. Dit zijn vooral huishoudelijk restafval en KWD/HDO afval.

Het op deze manier aanpassen van de minimum standaard leidt tot grote hoeveelheden vrijkomend nagescheiden OPK. Het risico van (alleen) het aanpassen van de minimum standaard is dat er wel nagescheiden OPK beschikbaar komt maar dat er nog geen verwerkingscapaciteit is. Als er door een aanpassing van de minimum standaard een grote hoeveelheid nagescheiden OPK beschikbaar komt zal dit wel een stimulans zijn om verwerkingscapaciteit te ontwikkelen.

##### **Producenten verantwoordelijk maken voor een hoger inzamelingspercentage**

Op dit moment zijn producenten verantwoordelijk om samen met de gemeenten 75% van het oud papier brongescheiden in te zamelen (en te recyclen). Dit is via een convenant en een algemeen verbindverklaring van een afvalbeheerbijdrage als verplichting opgenomen in de wet. Via een verplichte uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV) kunnen producenten verantwoordelijk worden gemaakt voor een hoger inzamelingspercentage. Het is dan aan de producenten of zij dat doen door meer bronscheiding of door nascheiding. In beide gevallen zal het oud papier en karton niet meer bij de AVI's terecht komen. Door de percentages stapsgewijs in de UPV te verhogen wordt duidelijk welke inzamelpercentages (bron- en nagescheiden) in welk jaar moeten worden behaald, en kunnen partijen afspraken maken over de noodzaak tot nascheiden en op welk moment dat nascheiding ingezet moet gaan worden.

---

<sup>53</sup> Als de verplichting tot sorteren wordt opgelegd is het logisch om deze verplichting voor meer fracties dan alleen OPK op te nemen. Denk aan de verplichte sortering van kunststof verpakkingen, drankenkartons, hout, metalen en organische fracties

Nota bene UPV kan ook worden ingezet om de recyclingstap te stimuleren, en ook de afzet, zie hiervoor de volgende paragrafen.

#### **8.4.3 Stimuleer ontwikkeling van technologie**

Ook voor het verder ontwikkelen en opschalen van technologie zijn meerdere mogelijkheden voor de overheid om te stimuleren. Hier heeft de Rijksoverheid minder mogelijkheden om heel direct te sturen, maar zij kan wel het proces vergemakkelijken.

##### **Kennisontwikkeling stimuleren**

Kennisontwikkeling op het verwerken van nagescheiden OPK en andere vezels kan op meerdere manieren worden gestimuleerd denk hierbij aan:

- De juiste partijen bij elkaar te brengen in ketenproject voor het uitwisselen van kennis
- Stimuleren van wetenschappelijke instituten om onderzoek te doen naar opschaling/optimalisatie van verwerkingstechnieken
- SBIR trajecten
- Ontwikkelen van normen voor kwaliteiten nagescheiden papier

##### **Financiële ondersteuning**

Er kunnen verschillende financiële instrumenten worden ingezet om het ontwikkelen van verwerkingstechnologie en het bouwen van fabrieken die nagescheiden papier moeten gaan verwerken. Hierbij kan gedacht worden aan financiële stimuleringsinstrumenten als:

- Onderzoeksubsidies: WBSO, kennisvouchers voor het uitzoeken van specifieke onderwerpen waarop bottlenecks zijn geïdentificeerd
- Investeringsubsidies: MIA/VAMIL
- Investerings vanuit overheidsinvesteringsmaatschappijen als NLIinvest en Regionale ontwikkelingsmaatschappijen

##### **Producenten verantwoordelijk maken voor ontwikkelen van technologie**

Via een uitgebreide producentenverantwoordelijkheid kunnen producenten niet alleen verantwoordelijk worden gemaakt voor inzameling maar ook voor verwerking van een percentage van het op de markt gebrachte materiaal. Wanneer er geen verwerkingstechnieken beschikbaar zijn voor een deel van het ingezamelde materiaal, namelijk het deel uit nascheiding, dan zullen producenten de ontwikkeling van deze technieken moeten gaan stimuleren. In het verleden is dit gebeurt bij het ontwikkelen van technologie voor het recyclen van PET trays. Het verpakkende bedrijfsleven heeft geïnvesteerd in het ontwikkelen van dit soort technologie door recyclingbedrijven. Via een UPV kan op die manier ook innovatie worden afgedwongen. Ook kan verplicht worden een tariefdifferentiatie toe te passen. Dat betekent dat bijvoorbeeld voor slecht recyclebare papieren producten een hogere afvalbeheerbijdrage moet worden afgedragen, omdat er hogere kosten zijn verbonden aan het recyclen van deze producten.

#### **8.4.4 Stimuleer de afzetmarkt van producten gemaakt uit nagescheiden OPK**

In de afzetmarkt kan de (Rijks) overheid via verschillende instrumenten de afzetmarkt stimuleren. Hierbij zijn sterk sturende instrumenten mogelijk, maar ook instrumenten die minder sterk sturen.

**Optreden als launching customer**

De overheid kan de markt aanjagen door producten te kopen die zijn gemaakt uit nagescheiden vezels. Denk hierbij aan asfalt met afdruiptremmer uit rioolwater, of aan panelen gemaakt van nagescheiden papier. Hierbij wordt een innovatief product gekocht waarmee de producent de mogelijkheid heeft om een deel van de ontwikkeling te gaan doen, wetende dat die ontwikkeling in ieder geval deels wordt terugverdiend met een eerste aankoop.

**De toepassing van producten uit nagescheiden papier financieel stimuleren**

Voor de stimulering van duurzame energie wordt onder de SDE(+ /++) subsidie een vergoeding gegeven voor iedere duurzaam opgewekte kilowattuur elektriciteit of iedere geproduceerde m<sup>3</sup> groen gas. Op vergelijkbare manier kan de productie van bijvoorbeeld biochemicalïen worden gestimuleerd. Als de productie van biochemicalïen per ton worden gestimuleerd dan kan een markt worden ontwikkeld waarbij de biochemicalïen worden ingezet in plaats van chemicaliën uit fossiele grondstoffen.

**Sneller helderheid over (einde) afvalstatus**

Een belangrijke belemmering is onduidelijkheid over wanneer nagescheiden papier een afvalstof is en wanneer niet meer. De overheid kan hier een belangrijke rol spelen. Door duidelijkheid te geven over waar de grenzen liggen zullen eerder investeringen worden gedaan in nieuwe installaties.

**Verantwoordelijkheid voor recyclen bij producenten neerleggen**

Via een UPV is het mogelijk om producenten van papier en karton verantwoordelijk te maken voor de recycling van het afval dat vrijkomt na het gebruik van hun producten. Recycling heeft alleen zin als er een afzetmarkt is. Als een UPV van kracht is dan zullen producenten dus een afzetmarkt moeten gaan ontwikkelen.

**8.5 Aanbevelingen aan de markt**

Ook de marktpartijen zelf kunnen werken aan ontwikkeling van de drie pijlers: aanvoer grondstoffen, technologie en markt voor de producten.

**8.5.1 Stimuleren van nascheiden van OPK**

De onderstaande acties kunnen door marktpartijen worden uitgevoerd om de nagescheiden papierketen grootschalig tot ontwikkeling te laten komen.

**Samenbrengen van partijen**

Tijdens dit project kwamen voor het eerst partijen bij elkaar die in de nagescheiden papierketen een rol spelen. Dit leidde direct tot het leggen van zinnige contacten en meer inzicht in elkaars positie. Nu de connectie gelegd is, bevelen we aan om het overleg periodiek te herhalen om te kijken waar meerdere partijen tegenaan lopen zodat gekeken kan worden hoe dit samen kan worden opgelost.



**Afspraken maken over kwaliteiten van nagescheiden OPK**

Door pilots uit te voeren met nagescheiden papier ontstaat duidelijkheid over wanneer problemen ontstaan in de productie. Bij dit soort pilots kan bijvoorbeeld het aandeel nagescheiden papier in de grondstoffen stapsgewijs worden. Op die manier ontstaat kennis over de hoeveelheid nagescheiden papier die kan worden verwerkt per kwaliteit. Als dit bekend is kunnen kwaliteitseisen worden vastgelegd. Heldere kwaliteitseisen kunnen worden opgenomen in contracten met leveranciers en ook in einde-afvaldossiers omdat daarmee risico's kunnen worden afgedekt.

**Aanleggen einde afval dossiers**

Marktpartijen kunnen een eigen einde afvaldossier aanleggen zodat zij goed beslagen ten ijs komen als er vragen worden gesteld over of een materiaal een afvalstof is of niet. Maak inzichtelijk wat de risico's zijn, bijvoorbeeld aanwezigheid van gevaarlijke stoffen. Door metingen uit te voeren kan wellicht worden aangetoond dat gevaarlijke stoffen niet aanwezig zijn of slechts in verwaarloosbare hoeveelheden. We adviseren om deze gegevens te gaan verzamelen en ze op te nemen in de einde-afvaldossiers.

**8.5.2 Ontwikkelen van technologie**

Er zijn al verschillende partijen bezig met het ontwikkelen van technologie. Het enige dat nog ontbreekt in de keten is het Organiseren van opwerking voor nagescheiden papier. Voor een aantal toepassingen is het nodig om de kwaliteit van het nagescheiden papier te verbeteren. Als de benodigde kwaliteit bekend is dan kunnen er in de keten afspraken worden gemaakt wie de opwerking voor zijn rekening neemt en hoe de risico's daarvoor kunnen worden verminderd. Bijvoorbeeld door afnamegaranties te geven. Maar ook kan er gezamenlijk worden gekeken hoe een opwerkingsinstallatie voldoende bezetting krijgt, zodat een positieve businesscase ontstaat. Een andere optie is kijken hoe papier gedroogd kan worden met restwarmte van partijen in de keten.

**8.5.3 Ontwikkelen van de afzetmarkt**

Voor marktpartijen lijkt er nu geen beperking te zitten aan de markt voor de producten die zij maken uit nagescheiden oud papier. Zowel in de markt voor panelen, suikers, methanol en groen gas zit een groei waardoor de afzet geen probleem is. Het kan echter wel zijn dat de milieu-impact van verschillende toepassingen van producten verschillend is. Als de milieu-impact van verwerken en gebruiken in een bepaalde toepassing (bijvoorbeeld toepassing als brandstof) hoger is dan wanneer het papier integraal wordt verbrand dan zal vanuit de overheid die weg niet worden gestimuleerd of zelfs worden verboden. Daarom is het goed om als eigenaren, van de van de verschillende verwerkingsmethoden en voor de verschillende toepassingen de milieu-impact inzichtelijk te maken.

## 9 Bronnen

### Hoofdstuk 1

Rijksoverheid, 2020. Via [Rapport Verkenning naar het voorkomen van verbranding van recyclebare materialen in 2030 | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

Rijksoverheid, 2020. Via [Verkenning naar het voorkomen van verbranding van recyclebare materialen | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

### Hoofdstuk 2

Niet verwezen naar bronnen in hoofdstuk 2

### Hoofdstuk 3

CBS, 2021 via [Grootste toename huishoudelijk afval in bijna 25 jaar \(cbs.nl\)](#)

[CBS, Afvalmonitor, Afvalmonitor - Landelijk niveau 2018 - Nederland \(databank.nl\)](#)

CLO, 2021 via [Samenstelling van huishoudelijk restafval, 1940-2019 | Compendium voor de Leefomgeving \(clo.nl\)](#)

Gemeente Amsterdam, 2015. Afvalketen in Beeld. Grondstoffen uit Amsterdam

Gemeente Brielle, 2014. Sorteeraanlyse grof huishoudelijk restafval

Jansma, 2016. Via [Wereldprimeur: hergebruik toiletpapier voor wegeaanleg - Jansma Drachten](#)

Milieucentraal, Via [Afvalplan voor bouwprojecten - Stimular - De werkplaats voor duurzaam ondernemen, Bouw materiaal, sloopafval en puin | Milieu Centraal](#)

Milieuservice Nederland, 2021. Via [Acceptatievoorwaarden-Milieu-Service-Nederland-mei-2021.pdf \(milieuservicenederland.nl\)](#)

OVAM, 2017, via [Sorteeranalyse bedrijfsrestafval - OVAM](#)

Probos, 2020, via [Papier & karton – Bos en Hout Cijfers](#)

Royal Haskoning DHV, 2021. [Prognose volume en samenstelling bedrijfsafval](#)

RWS, 2020. [Nederlands afval in cijfers](#), gegevens 2006- 2016

Stimular, Via [Onderzoek afval KWD-sector - VANG Buitenshuis](#), Geraadpleegd op 21-2-2022

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

Shahani, C.J., and G. Harrison. "[Spontaneous Formation of Acids in the Natural Aging of Paper.](#)" In Works of Art on Paper: Books, Documents and Photographs. Edited by V. Daniels, A. Donnithorne, and P. Smith, 189-192. London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2002

[STOWA, 2012. Verkenning naar mogelijkheden voor verwaarding van zeefgoed](#)

STOWA, Via [Fijnzeven met papierindustrie technologie | STOWA](#)

STOWA, Via [Cellu2PLA: van cellulose in afvalwater naar grondstof voor bioafbraakbaar plastic | STOWA](#)

TAUW, 2020. Interventies voor stimulering van de afzet van recyclestromen

VANG Buitenhuis, 2016. Via [Onderzoek afval KWD-sector - VANG Buitenhuis](#)

VANG HHA, 2018. [Verkenning kwaliteit deelstromen, gft-afval, papier, glas en textiel uit huishoudens](#)

VNP 2017, via [Belangrijkste-exportlanden.pdf \(vnp.nl\)](#)

VPN 2017, via [VNP Jaarverslag 2017.pdf](#)

Winnovatie, Via [Cellulose uit afvalwater, de weg van cellulose \(winnovatie.nl\)](#)

WUR, 2020. Via [Monitoring CELLU2PLA : het winnen van cellulose uit rioolwater voor de productie van bioplastic | Hydrotheek \(wur.nl\)](#)

#### **Hoofdstuk 4**

Cellvation, Via [Cellvation - Sewage Treatment Plant Service \(cell-vation.com\)](#) geraadpleegd op 23-2-2022

European commission, Development of competitive, next generation biofuels from municipal solid waste. via [Periodic Reporting for period 2 - BioRen \(Development of competitive, next generation biofuels from municipal solid waste\) | H2020 | CORDIS | European Commission \(europa.eu\)](#)

Lyocell info, Via [Lyocell, de eco-vriendelijke vezel - Voor- en nadelen](#) geraadpleegd op 23-2-2022

Ma et al. (2015), Upcycling of waste paper and cardboard to textiles. Green Chemistry

Omrin (2020). Omrin gaat biogas maken van luiers uit huishoudelijk afval. Via [Omrin gaat biogas maken van luiers uit huishoudelijk afval | Omrin - Samen halen we alles eruit](#)

**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

Omrin, Interview, december 2021

Recell, Interview, januari 2021

Renasci, Interview, januari 2021

This is Finland, n.d. Via [Fibre innovation from Finland may change textile industry - thisisFINLAND](#) geraadpleegd 23-2-2022

### **Hoofdstuk 5**

Polymer Science Park (2020). Nieuw lid Alucha recyclet de mineralen uit papierslib

RVO. Rijksoverheid stimuleert ontwikkeling bio-energie via [Rijksoverheid stimuleert ontwikkeling bio-energie | Duurzame energie | Rijksoverheid.nl](#)

RVO (2021), R-ladder – strategieën van circulariteit via [R-ladder - strategieën van circulariteit | RVO.nl | Rijksdienst](#)

RVO Overheid stimuleert productie groen gras via [Overheid stimuleert productie groen gas | Duurzame energie | Rijksoverheid.nl](#)



**Kenmerk** R001-1283120KHK-V02-los-NL

**Bijlage 1**      **Werkwijze**

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen zijn voor de verkenning de volgende stappen doorlopen:

- Verzamelen van informatie via deskresearch
- Benaderen en interviewen van partijen
- Verzamelde informatie combineren en analyseren
- Red Teams sessie

De volgende paragrafen lichten de werkwijze toe.

### **Verzamelen van informatie**

Voor het verzamelen van informatie is in eerste instantie gebruik gemaakt van deskresearch. Hierbij is gekeken naar diverse rapportages, artikelen en bedrijfswebsites. De onderzoekers beschikten ook al over eerder verzamelde informatie over dit onderwerp. De bronnen die voor dit rapport zijn gebruikt staan in de literatuurlijst in hoofdstuk 7.

### **Benaderen van partijen**

Voor het ophalen van informatie wat betreft de kwaliteit van vrijkomende nagescheiden papier en de kwaliteit waaraan papier moet voldoen om een verwerkingsroute te volgen zijn diverse partijen benaderd. Alle partijen die zijn benaderd worden in hoofdstuk 4 genoemd.

### **Analyse uitvoeren**

Om de verschillende verwerkingsroutes met elkaar te vergelijken is een multicriteria-analyse (MCA) toegepast. Een MCA is een beslissingsanalyse die aan meerdere criteria een waarde toekent en aan de hand hiervan een rangschikking of beoordeling toekent. Een multicriteria-analyse is toegepast om te analyseren welke verwerkingstechniek het meest kansrijk is voor de verwerking van nagescheiden papier.

De multicriteria-analyse is enkel uitgevoerd op de technieken waarvoor partijen zijn geïnterviewd. Technieken van partijen die niet mee wilden of konden werken aan een interview zijn ingedeeld als niet kansrijk omdat er geen focus op het gebruik van nagescheiden papier ligt. Aan de hand van de MCA zijn partijen geïdentificeerd waar het inzetten van nagescheiden papier kansrijk is. Deze partijen zijn waar mogelijk in contact gebracht met partijen waar papier vrijkomt. De onderzoekers hebben met deze combinaties contact gehouden om mee te krijgen of de samenwerking vooruitgang heeft gebracht, of dat er belemmeringen waren om verder te komen.

### **Red teams sessie**

Om de kwaliteit van onze werkzaamheden te borgen en tegelijkertijd draagvlak te ontwikkelen voor eventuele veranderingen in de keten is een Red Team sessie georganiseerd. Alle benaderde partijen zijn uitgenodigd voor de Red teams sessie. In de Red team sessie zijn de bevindingen voorgelegd aan de partijen. Daarnaast zijn knelpunten en belemmeringen geïnventariseerd waar de ketenpartners nu tegen aanlopen. Door de ketenpartners uit te nodigen om onderbouwde argumenten te geven waarom iets niet kan, kunnen werkelijke belemmeringen naar voren komen. Aanvullend is er besproken welke instrumenten de overheid kan inzetten om de verwerking van nagescheiden papier te stimuleren.



**Kenmerk**

R001-1283120KHK-V02-los-NL

**Bijlage 2**

**Verschillende definities kwaliteit van  
OPK**

**EN 643**

De EN 643 is in Europa de meest gebruikte kwaliteitsnorm voor oud papier. In Nederland gebruiken alle papierfabrieken deze norm. De EN 643 is een genormaliseerde kwaliteitsnorm voor 57 soorten OPK die gebruikt kan worden bij de handel in OPK en kent voor al deze categorieën afzonderlijk maximale waarden aan vervuilingen. Het maximale toegestane percentage aan productvreemde verontreinigingen bedraagt 1,5 % (voor diverse categorieën ligt deze norm lager). Daarnaast is maximaal 10 % vocht toegestaan en zijn stoffen als medisch afval, hygiëne papier, luiers, gevaarlijk afval, organisch afval, bitumen, toxische poeders, et cetera totaal verboden (Confederation of European Paper Industries, 2013). Dit is een gestandaardiseerde kwaliteitsnorm bedoeld voor de handel in OPK, maar dit is geen wetgeving. Marktpartijen mogen hier dus onderling van afwijken. Volgens de EN 643 mogen nagescheiden papierstromen uit gemengd ingezameld afval worden verhandeld. Het is hierbij niet duidelijk of naast 'commingled' ingezameld verpakkingsstromen ook gemengd bouw- en sloopafval als gemengd ingezameld kan worden gezien. Nagescheiden papier uit restafval is ongeschikt voor de papier en kartonproductie. Dit mag er niet inzitten.

**Wettelijke normen**

In het LAP3 wordt in sectorplan 4 de Beleidsregel bestuursrechtelijke handhaving papier-, kunststof- en metaalafval 2015 als basis gebruikt voor criteria over vervuiling. Hierin staat dat schoon papierafval:

- Geen gevaarlijk afval bevat
- Zoveel mogelijk is ontdaan van etensresten en anders organisch restmateriaal
- Zoveel mogelijk ontdaan van zichtbaar verbrand materiaal
- Maximaal 2 gewichtsprocent aan andere componenten dan papier mag bevatten
- En dat het gehalte aan vocht in het papierafval maximaal 12 gewichtsprocent mag bedragen
- Papier dat aan deze eisen voldoet moet apart en gescheiden worden gehouden met oog op de recycling.

**EU verordening 2023/2006**

In de EU verordening 2023/2006 zijn regels opgenomen over goede fabricagemethoden voor materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen. Deze wet verplicht fabrikanten van verpakkingsmaterialen al het mogelijke te doen om te zorgen dat hun producten voedingsmiddelen beschermen en niet in gevaar brengen.

**De CEPI Food Contact Guidelines**

Deze richtlijnen zijn opgesteld in gezamenlijkheid door alle partijen in de papierketen. Deze richtlijnen zijn bedoeld om de risico's op contaminatie van het in papier/karton verpakte product te verkleinen. Het bevat onder andere informatie over concentratie-drempelwaarden voor verschillende verontreinigingen, maar ook over welke grondstoffen wel of niet kunnen worden toegepast. Hoewel het geen wetgeving is, is het document in consensus met de afnemers opgesteld. Door te eisen dat het door hen afgenomen papier en karton voldoet aan deze guidelines zorgen afnemers en gebruikers van papier en karton bestemd voor voedselcontact ervoor dat zij voldoen aan EU verordening 2023/2006.



**Import normen**

Naast deze wettelijke normen die in Nederland gelden zijn er ook normen in andere landen voor de import van papier. Belangrijk is om hierbij te noemen dat de normen voor import van oud papier in China voor verschillende kwaliteiten liggen tussen 0,5 % en 1,0 %. De Chinese normen wijzigen geregeld.

**Papiervezelconvenant**

In het zesde Papiervezelconvenant staan kwaliteitseisen met betrekking tot productvreemde vervuiling in aangeboden OPK aan de Oud papier onderneming of Handelsonderneming. Deze zijn onder andere dat het aangeboden papier niet meer dan 3 gewichtsprocent productvreemde vervuiling mag bevatten, en niet meer dan 10 % absoluut vocht. Deze eisen zijn strenger ten opzichte van de 5 % productvreemde verontreiniging uit het vijfde Papiervezelconvenant wat tot eind 2018 gold. Als deze eisen vergeleken worden met vervuilingen zoals gerapporteerd door sorteerdere van bouw- en sloopafval over nagescheiden OPK uit gemengde stromen (2,5-5 % vervuiling), kan geconcludeerd worden dat er een spanningsveld bestaat met bovengenoemde normen.



**Kenmerk**

R001-1283120KHK-V02-los-NL

**Bijlage 3**

**Samenvatting Interviews**

## Interviews

Naar aanleiding van de voorverkenning van technieken wordt in deze bijlage een samenvatting gegeven op de mogelijke potentie om nagescheiden papier in te zetten voor deze technieken. Alle partijen uit hoofdstuk 4 van dit rapport zijn benaderd. Ørsted gaf aan dat het onderzoek niet past binnen hun huidige strategie. Andere partijen hebben aangegeven niet te willen meewerken. Een achttal verwerkers wilde wel meewerken en hier zijn interviews mee uitgevoerd. De partijen waarmee gesprekken zijn gevoerd zijn:

- Alucha
- BTG
- ECOR
- Gidara-Energy
- IsoFloc
- ReCell
- Renasci
- Omrin

Een samenvatting van de interviews is weergegeven in Tabel 7.1 en 7.2. In de interviews is er geïnformeerd naar de volgende onderwerpen:

Een samenvatting van de interviews is weergegeven in Tabel 7.1 en 7.2. In de interviews is er geïnformeerd naar de volgende onderwerpen:

- TRL stadium: TRL staat voor technology readiness level. Een TRL geeft aan in welk stadium van een ontwikkeling een innovatie is (Rijkswaterstaat innoveert). TRL is opgedeeld in 9 niveaus. Hoe hoger het TRL-niveau, hoe meer een innovatie zich technisch en functioneel al heeft bewezen en dus hoe sneller deze innovatie technisch gezien op grote schaal toepasbaar is
- Locatie: productielocatie van plant/pilot
- Techniek: type verwerkingstechniek toegepast
- Feedstock: grondstoffen gebruikt voor de techniek
- Kwaliteitseisen: welke eisen er gesteld worden aan de feedstock
- Eindproduct: product dat geproduceerd wordt door techniek
- Doorzet: Hoeveelheid grondstoffen die verwerkt worden of hoeveelheid eindproduct dat geproduceerd wordt
- Economisch perspectieven: aspecten die invloed hebben op de economische haalbaarheid van de business case
- Residuen en bijproducten: Welke residuen en/of bijproducten ontstaan er bij het proces en hoe worden deze verwerkt?

Kenmerk R001-1283120KHK-V02-los-NL

Tabel B3.1 Samenvatting interviews

Bedrijf	Alucha	BTG	ECOR	GIDARA-Energy
TRL	7	TRL 8 (voor houtstromen)	7	8
Stadium	Pilot Plant (Commerciële plant wordt gebouwd)	Commerciële fabriek	Pilot plant (start industriële plant in 2022)	Pilot plant (commerciële plant wordt gebouwd in Amsterdam, verwacht te draaien in Q1 van 2024)
Locatie	Arnhem	Hengelo	Venlo	Darmstadt, Duitsland
Techniek	Fast pyrolyse gevolgd door opwerking van mineralen	Fast pyrolyse	Vorbewerkingsstap van grondstoffen, gevolgd door een pulper en een pers	High Temperature Water-technologie (vergassing)
Feedstock	Papierslib voornamelijk uit tissue industrie	Houtstromen	Papier (OPK, snijafval, archief materiaal), karton en agrostromen	Pellets bestaande uit: Niet-recyclebaar afvalhout, papier en plastic
Kwaliteitseisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lage vochtigheid (&lt;55m%)</li> <li>- Homogeniteit van feedstock belangrijk</li> <li>- Hoog percentage mineralen (20-70%odb) mogelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laag asgehalte (&lt;1%)</li> <li>- Zo min mogelijk chloor, natrium en kalium</li> <li>- Zo min mogelijk vervuiling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogeniteit van feedstock</li> <li>- Niet te vervuild met plastic (&lt;2%),</li> <li>- Papier verlijmd met folie en aluminium verstoort het proces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papier/karton essentieel voor verlijming van pellets</li> <li>- homogeniteit van pellets belangrijk voor proces</li> <li>Harde bovengrens voor o.a. chloriden, zwavel en stikstof concentratie</li> </ul>
Eindproduct	Terugwinnen van calciumcarbonaat met hoge fijnheid. Calciumcarbonaat wordt weer ingezet als vulstof in bijvoorbeeld verf of kunststof producten.	Bio-olie	Plaatmateriaal	Methanol

**Kenmerk**

R001-1283120KHK-V02-Ios-NL

Bedrijf	Alucha	BTG	ECOR	GIDARA-Energy
Doorzet	100 kg (droge) papierslib per uur (Commerciële plant 28 kton per jaar)	5 ton houtstromen per uur	Een paar platen per uur (Pilot plant) 70 tot 80 platen per uur (Industriële plant)	90-130 kg per uur (commerciële plant: 90 kton methanol productie uit 180 kton feedstock per jaar)
Economisch perspectief	- Business case steunt op gate fee en sales van hoogwaardige circulaire producten - Lokale 'mijnen' mogelijk: minder transport	- Business case steunt op gate fee voor hout en bio-olie concurreert met virgin olie	- Betalen nu voor OPK - Zoeken vooral de samenwerking met partijen die grondstof aanleveren en plaatmateriaal afnemen -Hergebruik van platen mogelijk	- Biobrandstof financieel aantrekkelijk door subsidie - Businesscase concurreert met biomassa verbranding - Betalen nu voor OPK
Residuen	Gas wordt intern hergebruikt. Olie hebben ze afzet routes voor. De vaste fractie verwerken zij tot vulstof.	Klein beetje gas als gebruiken ze intern voor het verwarmen van proces. Vaste fractie van pyrolyse wordt intern verbrand, hier blijven asresten over. Asresten worden gestort of als vulstof. Dit is afhankelijk van input materiaal (hout bijvoorbeeld dan vulstof).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vervuiling als nietjes, tape en folie uit het OPK.</li> <li>Papierreststroom als de deeltjesgrootte te groot is.</li> <li>Bij agrostromen kunnen de deeltjes ook te groot zijn.</li> </ul> Volumes zijn nihil en worden verbrand.	Asresten van biomassa. Kwaliteit van reststroom afhankelijk van inputmateriaal. Reststroom zal in Nederland moeten worden gestort.

Tabel B3.2 Samenvatting interviews

Bedrijf	IsoFloc	Recell	Renasci	Omrin
TRL	9	8	6	9
Stadium	Commerciële plant	Demonstratie plant	Pilot plant (demonstratie plant wordt gebouwd)	Commerciële plant
Locatie	Butschwill, Switzerland	Geestmerambacht	Oostende, België	Heereveen
Techniek	Shredder, mill	Cellvation-Technologie	Isolatie van vezels/cellulose en vervolgens enzymatische hydrolyse	Zeefstap en verkleining in Danotrommel waarna het fijne materiaal wordt vergist
Feedstock	920% de-inkt OPK, 80% additieven	rooster- en zeefgoed van waterzuiveringen	OPK (bron gescheiden papier en karton) en OFMSW (organische fractie uit MSW/RDF)	Huishoudelijk afval
Kwaliteitseisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lange vezels (4 mm)</li> <li>- laag vochtgehalte (&lt;15%)</li> <li>- laag percentage verontreiniging (zie je terug in het product)</li> <li>- niet te veel stof (tot 10% karton kan worden toegevoegd)</li> <li>- Dichtheid van cellulose (35 kg/m<sup>2</sup>), wordt uiteindelijk getest met een kwaliteitstest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoog percentage cellulose</li> <li>- Vochtgehalte (&lt;15%)</li> <li>- Laag percentage verontreiniging (&lt;10%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vocht en bacteriële verontreiniging geen probleem voor proces</li> <li>- Nevenvervuiling zoals hout, plastic of metaal is toegestaan</li> <li>- geen minimum percentage aan cellulose nodig</li> </ul>	Geen
Eindproduct	Cellulose vlokken voor isolatie	Asfalt additief	Suikers als grondstof voor industriële toepassingen (bio-ethanol, melkzuur)	Groengas, biobrandstof
Doorzet	200 – 250 ton papier per week	4 ton per maand	Pilot plant schaal 2m <sup>3</sup> (Demonstratie plant: 50 m <sup>3</sup> )	10 % van de totale hoeveelheid ingaande materiaal van de

**Kenmerk**

R001-1283120KHK-V02-Ios-NL

Bedrijf	IsoFloc	Recell	Renasci	Omrin
				scheidingsinstallatie komt uit de Dano-trommel
Economisch perspectief	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Concurrerend met andere isolatiematerialen</li> <li>-Hergebruik cellulosevlokken mogelijk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geproduceerde cellulose concurreert met primaire cellulose</li> <li>- Er wordt een gatefee betaald aan Recell en verwerkingskosten concurreren met verbranding,</li> <li>- Project wordt nu opgeschaald naar meerdere waterschappen.</li> <li>-Afzetroute als afdruiptremmer beperkt, Recell Chem zit op TRL 6 voor productie van suikers uit cellulose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zetten momenteel OPK in</li> <li>-Verwerkingskosten concurreren met verbranding</li> <li>- Werken nog aan optimalisatie van proces (dosering enzymen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Subsidie op groengas</li> </ul>
Residuen	Volume aan residuen is nihil. Isofloc koopt al voorbewerkt de-inkt OPK in.	Het input materiaal, wat wisselvallig van kwaliteit is, bepaald de hoeveelheid residu. Het residu wordt verbrand.	- 50% van de oorspronkelijke massa (input materiaal) blijft over als residu. Dit materiaal wordt omgezet naar biogas of biokool afhankelijk van de energiebehoefte. Daarnaast komt er een zoutstroom vrij, welke na concentratie verkocht wordt als product.	Digestaat blijft over als restproduct van vergisting. Afhankelijk van de capaciteit in Nederland volgt het de route van slibverwerking, of wordt het gestort.



**Kenmerk**

R001-1283120KHK-V02-los-NL