

stowa



# VERKENNING NAAR MOGELIJKHEDEN VOOR VERWAARDING VAN ZEEFGOED



RAPPORT

2012  
07

VERKENNING NAAR MOGELIJKHEDEN VOOR VERWAARDING VAN ZEEFGOED

RAPPORT

2012

07

ISBN 978.90.5773.541.7



# COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

PROJECTUITVOERING  
O. de Vegt, KNN Milieu BV  
R. Winters, Bioclear BV

BEGELEIDINGSCOMMISSIE  
B. Bult, Wetterskip Fryslân  
C. Uijterlinde, STOWA  
D. de Vente, Waterschap Regge en Dinkel  
E. Majoor, Waterschap Velt en Vecht  
M. de Kreuk, TUD (voorheen Waterschap Hollandse Delta)  
P. Schyns, Waterschap Rijn & IJssel  
R van Dalen, Waterschap Veluwe  
C. Ruiken, Waternet  
M. Zandvoort, Waternet  
L. van Efferen, Waterschap Zuiderzeeland  
D. Koot, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier  
G. Zoutberg, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2012-07

ISBN 978.90.5773.541.7

**COPYRIGHT** De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

**DISCLAIMER** Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

# SAMENVATTING

## INLEIDING

Toiletpapier wordt in de meeste westerse landen geloosd samen met het afvalwater naar een rioolwaterzuivering (rwzi). Een gemiddelde inwoner van West Europa verbruikt gemiddeld circa 10 – 14 kg per jaar, dit is in de orde grootte van 30% tot 50% van de zwevende bestanddelen van het influent. Toiletpapier (papiervezels) kan met behulp van fijnzeven met een maaswijdte < 0,5 mm uit het afvalwater verwijderd worden. Door Waternet is begin van 2011 een zeefinstallatie op de rwzi te Blaricum in bedrijf genomen. Als voorbereiding hierop is door Waternet samen met STOWA in 2009/2010 een onderzoek verricht op pilotschaal naar toepassen van zeven in influent (rapportage STOWA 2010-19). Het organische deel van afgescheiden materiaal (zeefgoed) bestaat voor circa 80% uit cellulose. Dit cellulose is afkomstig van toiletpapier.

Tijdens het zeven van het influent ontstaat een aanzienlijke hoeveelheid zeefgoed. In de huidige situatie wordt het zeefgoed verwerkt als afval. De verwerkingskosten die hiermee gemoeid zijn bedragen circa 20-100 per ton zeefgoed.

De hypothese is dat een zeefinstallatie bekostigd kan worden uit het verschil van de kosten voor de huidige slibverwerking en de goedkopere afzet van zeefgoed. Echter, ook dan is het resultaat nog steeds een negatieve kasstroom. Indien nu het zeefgoed gevaloriseerd kan worden, dan wordt de negatieve kasstroom omgezet in een kostenneutrale of in het meest gunstige geval in een positieve kasstroom.

Parallel aan en in samenhang met het lopende onderzoek van Waternet, is het doel van deze studie te bepalen welke economische verwaardingsroutes perspectief hebben om zeefgoed af te zetten. In dit rapport zijn diverse afzetroutes voor zeefgoed onderzocht en beschreven.

## EVALUATIE

Onderzochte toepassingen en afzetmogelijkheden voor zeefgoed zijn: de papier- en kartonindustrie, isolatiemateriaal voor woningen, polymelkzuur, polyhydroxyalkanoaten, bioethanol, kattenbakvulling, begrafeniskisten, afdruippremmers en ten slotte stuifbestrijder.

De mogelijke toepassingen voor valorisatie van zeefgoed zijn geëvalueerd op technologische haalbaarheid, economisch perspectief voor verwaarding, realisatietermijn en ten slotte de afzethoeveelheid. Voor de meeste afzetroutes voor de valorisatie van zeefgoed geldt dat er vanuit technologisch perspectief geen directe aanleiding is om te veronderstellen dat er belemmeringen zijn die een valorisatie onmogelijk maken. Daarom zijn nagenoeg alle afzetroutes voor valorisatie van zeefgoed als 'positief' beoordeeld op de technologische haalbaarheid. De enige route die op het criterium 'technologisch' niet als positief is beoordeeld is kattenbakvulling omdat voor deze toepassing het zeefgoed geuren dient te absorberen en waar dus een technologische oplossing voor dient te worden gevonden.

Het perspectief voor economische verwaarding van zeefgoed lijkt kansrijk te zijn voor de afzetroutes isolatiemateriaal, de productie van polymelkzuur, de productie van afdruippremmers en (bio)ethanol. Tevens geldt voor de meeste afzetroutes van zeefgoed dat de valorisatie gerealiseerd kan worden binnen een termijn van 1 à 2 jaar. Productie van polymelkzuur en polyhydroxyalkanoaten heeft een nog iets langere ontwikkelingstijd nodig (< 5 jaar). In de verkenning naar de imagoaspecten gekoppeld aan de verwaarding van zeefgoed blijkt dat de (veronderstelde) microbiologische verontreiniging en het imago een belemmering is voor

toepassingen in de papier- en kartonindustrie. Ook voor de productie van polymelkzuur zijn dit aspecten die nog nader worden meegenomen. De geur van het materiaal wordt veelvuldig genoemd als belemmering om het materiaal uitgebreider in overweging te nemen ter vervanging van bestaande grondstoffen zoals in de wegenbouw. Ook voor toepassing als isolatiemateriaal en begrafeniskisten is het een voorwaarde dat het materiaal wordt gewassen voordat het als grondstof kan dienen voor producten. De geur van het zeefgoed vormt toepassingen zoals omzetting naar polyhydroxyalkanoaten en (bio)ethanol geen belemmering.

## CONCLUSIE

In deze studie zijn een aantal realistische mogelijkheden geïdentificeerd om zeefgoed af te zetten. Zeefgoed is een interessante grondstof voor:

- de productie van isolatiemateriaal;
- de productie van (bio)ethanol
- de productie van afdruipremmers
- de productie van polymelkzuur onder gebruikmaking van een commercieel toepasbaar proces.

Voor afzet van zeefgoed in de toepassingen isolatiemateriaal, productie van bio-ethanol, afdruipremmers en/of polymelkzuur is een naar verwachting aantrekkelijk economisch perspectief aanwezig. Voor toepassing als isolatiemateriaal is het een voorwaarde dat het materiaal geurvrij is. Dit impliceert dat het zeefgoed dan een voorbehandeling dient te ondergaan zoals een wasstap. Andere toepassingen van zeefgoed waarvoor geen voorbehandeling nodig is, zijn omzetting naar polymelkzuur en omzetting naar bioethanol. Wel dient hiervoor nog nader onderzoek uitgevoerd te worden ten aanzien van de fermentatie van het materiaal.

## AANBEVELINGEN

We bevelen aan om een drietal business cases op te stellen waarbij valorisatie van het zeefgoed gerealiseerd gaat worden voor drie concrete toepassingen. Hierbij is een differentiatie aangebracht in een toepassing waarvoor wel een wasstap benodigd is en een toepassing waarvoor geen wasstap benodigd is.

Dit resulteert in de volgende drie concrete toepassingen waarbij het zeefgoed gevaloriseerd kan gaan worden:

- Zeefgoed als grondstof voor de productie van (bio)ethanol
- Zeefgoed als grondstof voor isolatiemateriaal
- Zeefgoed als grondstof voor afdruipremmers

Door het inzichtelijk maken van de economische haalbaarheid voor één of meerdere van deze toepassingen wordt duidelijk of er een verdienmodel voor afzet van zeefgoed aanwezig is.

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonedig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# SUMMARY

## INTRODUCTION

In most Western countries toilet paper is disposed of together with wastewater to a wastewater treatment plant (WWTP). An average Western European resident uses approximately 10 kg to 14 kg per annum, which represents 30% to 50% of the suspended solids of the influent. Toilet paper (paper fibre) can be removed from wastewater using fine-mesh screens with a mesh size of less than 0.5 mm.

Early 2011 a fine-mesh screen installation at the WWTP in Blaricum has been taken in to operation by Waternet. Prior to this Waternet and STOWA jointly conducted a study aimed at fine-mesh sieving influent at pilot scale in 2009/2010 (report STOWA 2010-19). The organic part of the sieved material consists for almost more than approximately of 80% cellulose. This cellulose is derived from paper fibre.

During sieving of the influent a significant amount of separated material arises. In the current situation this separated material is handled as waste. The associated processing costs amounts up to approximately 20-100 per ton of separated material.

It is hypothesised that a sieve installation can be paid for from the difference between the cost of current sludge treatment and cheaper extraction of separated materials. However, even then the result is a negative cash flow. In the situation that the separated material can be well exploited by means of economic valorisation of the separated material it is expected that the resulting cash flow will be positive.

Parallel to and in conjunction with the ongoing investigation of Waternet the aim of this study is to determine the economic perspective of the economic valorisation of the separated material. This report describes the various routes that have been identified for economic valorisation of the separated material.

## EVALUATION

As a result of the study various valorization routes for the separated material have been identified ranging from raw material for the paper and cardboard industry, insulation material for houses, polylactic acid, polyhydroxyalkanoates, bioethanol, filler for the cat's litter box, burial casket, adhesion binders for asphalt construction, and finally an ingredient for a dust preventing application in horticulture.

Those identified applications, for which economic valorisation seems to be interesting, are well evaluated using the following criteria: technological feasibility, economic perspective, time period for realization of valorisation and finally the amount of separated material that can be marketed. For most of the identified routes for the economic valorisation of the separated material it appears that from a technological perspective there are no barriers which make that valorisation is not possible. That is why almost all identified routes for the valorisation of separated material has been judged as 'positive' on the technological feasibility criteria. The route that has been judged as impossible from a technological standpoint is filler

for the cat's litter box. This is because for this application it turns out that the separated material should absorb odors. This means that for this application a technical solution should be provided for absorbing odors.

The possibilities to valorise separated material from an economic perspective seem to be promising for the following routes: insulation material for houses, the production of polylactic acid, bioethanol, and producing adhesion binders for asphalt construction. For these identified routes it is expected that the valorisation of the separated material can be realized within a relative short time period i.e. 1 or 2 years. The two valorisation routes resulting in poly lactic acid and polyhydroxyalkanoates are promising too but needs a slightly longer development time (< 5 years).

Another result of this study is that the image of the separated material is an obstacle for using the separated material as raw material in the paper and cardboard industry. The same is valid for the production of poly lactic acid. Moreover the odor of the separated material is frequently mentioned as an obstacle to consider replacing existing raw materials by separated material, even in applications such as road construction. The same is valid for using separated material as a raw material for producing insulation material and funeral cases. For these applications it is a prerequisite that the material is being washed before it can serve as a raw material. The odor connected to the separated material however, does not act as a barrier for applications such as the production of polyhydroxyalkanoates and bioethanol.

## **CONCLUSIONS**

In this study three realistic and promising applications have been identified to apply and hence to valorise the separated material. The separated material serves as a promising raw material for the following applications:

- production of insulating material;
- production of bioethanol;
- producing adhesion binders for asphalt construction;
- production of poly lactic acid using a commercial process.

For the aforementioned applications it is expected that this is attractive from an economic perspective.

Before using the separated material as insulation material it is a prerequisite that the material is odorless and consequently is being washed before it can serve as raw material. This implies that the separated material needs a pretreatment by means of a washing step.

When the separated material serves as an ingredient for the production of either poly lactic acid or bioethanol it is expected that no pretreatment is needed. However more research is needed for using the separated material as raw material for those two applications. Besides whether a pretreatment may be necessary or not further research is needed focused on the fermentation of the separated material for both poly lactic acid and bioethanol.

## **RECOMMENDATIONS**

Since there are at least three promising applications for marketing of the separated material we recommend realizing the economic valorisation of the separated material by means of by setting up the associated business cases.



In the selection of the promising applications for separated material a differentiation has been made either by including a pretreatment step and an application in which no pretreatment is needed. Therefore we recommend to further develop the following three applications for valorisation of separated material:

- Using the separated material as raw material for producing bioethanol
- Using the separated material as raw material for producing insulation material
- Using the separated material as raw material for producing adhesion binders for asphalt construction

By mapping the economic feasibility for each application it becomes clear whether a business model exists for the economic valorisation of the separated material.

# DE STOWA IN BRIEF

The Foundation for Applied Water Research (in short, STOWA) is a research platform for Dutch water controllers. STOWA participants are all ground and surface water managers in rural and urban areas, managers of domestic wastewater treatment installations and dam inspectors.

The water controllers avail themselves of STOWA's facilities for the realisation of all kinds of applied technological, scientific, administrative legal and social scientific research activities that may be of communal importance. Research programmes are developed based on requirement reports generated by the institute's participants. Research suggestions proposed by third parties such as knowledge institutes and consultants, are more than welcome. After having received such suggestions STOWA then consults its participants in order to verify the need for such proposed research.

STOWA does not conduct any research itself, instead it commissions specialised bodies to do the required research. All the studies are supervised by supervisory boards composed of staff from the various participating organisations and, where necessary, experts are brought in.

The money required for research, development, information and other services is raised by the various participating parties. At the moment, this amounts to an annual budget of some 6,5 million euro.

For telephone contact number is: +31 (0)33 - 460 32 00.

The postal address is: STOWA, P.O. Box 2180, 3800 CD Amersfoort.

E-mail: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl).

# VERKENNING NAAR MOGELIJKHEDEN VOOR VERWAARDING VAN ZEEFGOED

## INHOUD

	STOWA IN HET KORT	
	SAMENVATTING	
	SUMMARY	
	STOWA IN BRIEF	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
	1.1 Inleiding	1
	1.2 Achtergrond	2
	1.3 Afbakening van de studie	3
<b>2</b>	<b>ZEEFGOED</b>	<b>4</b>
	2.1 Inleiding	4
	2.2 Materiaaleigenschappen	4
	2.2.1 Karakterisering morfologie zeefgoed	6
	2.3 Hoeveelheid en beschikbaarheid	6
	2.4 Wettelijke status	7
	2.5 Samenvatting	7
<b>3</b>	<b>REFERENTIESITUATIE</b>	<b>9</b>
	3.1 Huidige afzetroute	9
	3.2 Uitkomsten van eerdere verkenningen	9
	3.3 Parallel onderzochte opties	10
<b>4</b>	<b>PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE</b>	<b>11</b>
	4.1 Inleiding	11
	4.2 Zeefgoed en de papier- en kartonindustrie	11
	4.3 Conclusies	12

<b>5</b>	<b>ISOLATIEMATERIAAL HUIZENBOUW</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	Inleiding bouwtoepassingen	13
<b>5.2</b>	Zeefgoed als isolatiemateriaal	13
<b>5.3</b>	Conclusies	15
<b>6</b>	<b>AFZETMOGELIJKHEDEN RICHTING GROENE CHEMIE EN MATERIALEN</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	Inleiding	16
<b>6.2</b>	Polymelkzuur	16
<b>6.3</b>	Polyhydroxyalkanoaten	18
<b>6.4</b>	Omzetting van zeefgoed in ethanol	18
<b>7</b>	<b>OVERIGE AFZETMOGELIJKHEDEN</b>	<b>20</b>
<b>7.1</b>	Zeefgoed als grondstof voor behang/wandbekleding	20
<b>7.2</b>	Zeefgoed als grondstof voor kattenbakkorrels	20
<b>7.3</b>	Zeefgoed als grondstof voor begrafeniskisten	20
<b>7.4</b>	Gebruik van zeefgoed in de wegenbouw	21
<b>7.5</b>	Gebruik van zeefgoed als stuifbestrijders	21
<b>8</b>	<b>EVALUATIE EN AANBEVELINGEN VOOR VALORISATIE VAN ZEEFGOED</b>	<b>22</b>
<b>8.1</b>	Evaluatie en aanbevelingen voor valorisatie van zeefgoed	22
	8.1.1 Evaluatie routes voor economische valorisatie zeefgoed	22
<b>8.2</b>	Conclusies en aanbevelingen	25
<b>9</b>	<b>LITERATUUR</b>	<b>26</b>
<b>9.1</b>	Gebruikte literatuur en overige verwijzingen	26
	<b>BIJLAGE</b>	
<b>1</b>	<b>PERSPECTIEF VOOR WASSEN VAN ZEEFGOED</b>	<b>27</b>

# 1

## INLEIDING

### 1.1 INLEIDING

Door Waternet is begin van 2011 een zeefinstallatie op de rwzi te Blaricum in bedrijf genomen met een capaciteit van circa 500 m<sup>3</sup>/h. Als voorbereiding hierop is door Waternet samen met STOWA in 2009/2010 een onderzoek verricht op pilotschaal naar toepassen van zeven in influent (rapportage STOWA 2010-19). Met een fijnzeef in het influent, na het grofvuilrooster, wordt circa de helft van het aangevoerde zwevende stof verwijderd en daarmee een aanzienlijk deel van het te verwijderen chemisch zuurstof verbruik (CZV). Het organische deel van afgescheiden materiaal (zeefgoed) bestaat voor circa 80% uit cellulose. Dit cellulose is afkomstig van toiletpapier.

Op basis van het onderzoek uitgevoerd door Waternet blijkt dat de energiebalans van de rwzi door verwijdering van zeefgoed verbetert. In 2011 onderzoekt Waternet samen met STOWA op praktijkschaal de toepassing van fijnzeven in de praktijk.

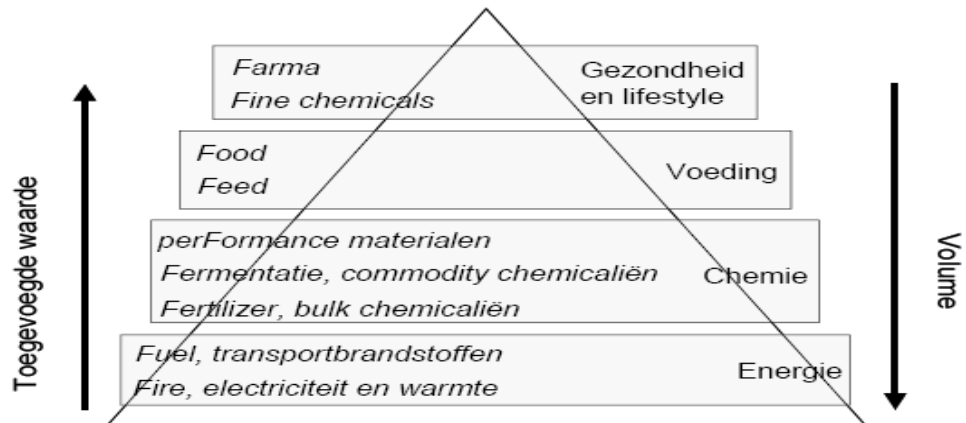
Tijdens het zeven van het influent ontstaat een aanzienlijke hoeveelheid zeefgoed. In de huidige situatie wordt het zeefgoed verwerkt als afval. De verwerkingskosten die hiermee gemoeid zijn bedragen circa € 20-100 per ton zeefgoed.

De hypothese is dat een zeefinstallatie bekostigd kan worden uit het verschil van de kosten voor de huidige slibverwerking en de goedkopere afzet van zeefgoed. Echter, ook dan is het resultaat nog steeds een negatieve kasstroom. Indien nu het zeefgoed gevaloriseerd kan worden, dan wordt de negatieve kasstroom omgezet in een kostenneutrale of in het meest gunstige geval in een positieve kasstroom. Voor een sluitende business case is een efficiënte afzet van zeefgoed daarom belangrijk.

Parallel aan- en in samenhang met het lopende onderzoek van Waternet wordt door KNN en Bioclear gezamenlijk onderzocht welke economische verwaardingsroutes perspectief hebben om zeefgoed af te zetten. De werkwijze die in deze haalbaarheidsstudie wordt gehanteerd is in overeenstemming met het vigerende landelijk beleidskader ten aanzien van verwerking van reststromen en de 'biobased economy' en is als volgt. Een reststroom wordt middels een geschikt proces omgezet in een zo hoogwaardig mogelijke toepassing van producten. De reststroom die vervolgens overblijft wordt omgezet in een product met een afnemende waarde. Dit wordt het cascade-principe genoemd en houdt in dat uit bijvoorbeeld een land- of tuinbouwproduct eerst die stoffen of materialen worden geïsoleerd, die kunnen worden ingezet in hoogwaardige producten, zoals bijvoorbeeld farmaceutica, cosmetica of voedsel. De restproducten kunnen dan worden gebruikt voor meer laagwaardige toepassingen zoals veevoer, of voor bijvoorbeeld de productie van energie.

FIGUUR 1

CASCADEPRINCIPE (BRON: LNV CONSUMENTENPLATFORM, VOEDSEL VERSUS ENERGIE, EEN DILEMMA? BELEIDSDOSSIER, 9 MAART 2007)



In overeenstemming met het cascade principe wordt in deze haalbaarheidsstudie onderzocht welke mogelijkheden er zijn om zeefgoed af te zetten met als doelstelling een economische waarde voor het zeefgoed te realiseren.

## 1.2 ACHTERGROND

De verwerking van rioolwater tot een kwaliteit die geloosd kan worden op het oppervlakte-water kost een inspanning die kosten met zich meebrengt. Hierbij wordt energie gebruikt en wordt een hoeveelheid slib geproduceerd, die doorgaans afgezet wordt naar de verbranding.

Door na verwijdering van de grove delen uit het influent van de rwzi het water een fijnzeef te laten passeren wordt voor de biologische behandeling een deel van het benodigde CZV verwijderd. Het materiaal dat door de zeef wordt afgescheiden wordt aangeduid met de term zeefgoed.

In het rapport 'influentfijnzeven in de rwzi's' (Stowa-rapport 2010-19) is toepassing van fijnzeven voor rwzi's verkend. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat met fijnzeven circa 50% van het resterende organisch materiaal uit het water verwijderd kan worden. Dit wekt de verwachting dat in de biologische behandeling volstaan kan worden met een kleinere beluchtingsinspanning en dat de resulterende hoeveelheid slib zal afnemen. Daarnaast roept het vragen op over het effect dat verwijdering van het zeefgoed zal hebben op de vlokstructuur van het zuiveringsslib in het bijzonder en het functioneren van 'de biologie' in het algemeen. Deze vragen worden door Waternet in het project 'Influentzeven in de praktijk' onderzocht.

Naast de zuiveringsspecifieke aspecten van de toepassing van fijnzeven is nadrukkelijk ook de vraag opportuun welke mogelijkheden er zijn om het verkregen zeefgoed af te zetten. Het materiaal bestaat voor circa 80% uit cellulose. Gebleken is dat het technisch gezien goed mogelijk is om van het materiaal papier te maken. Dit is niet verwonderlijk, omdat het materiaal feitelijk gesuspenderd toiletpapier is. Omdat het materiaal redelijk homogeen van samenstelling is, is het te verwachten dat er diverse andere toepassingen mogelijk zijn. Welke toepassingen mogelijk zijn, is in deze studie onderzocht.

### 1.3 AFBAKENING VAN DE STUDIE

Afzet naar een verbrandingsoven wordt gekozen als de referentiesituatie omdat dit in de huidige situatie de voorziene en beschikbare afzetroute voor het zeefgoed is. Daarnaast wordt in een separaat onderzoek onderzocht of zeefgoed verwerkt kan worden via droge vergisting samen met GFT gevolgd door compostering. De mogelijke verwaardingsroutes zoals vergisten en composteren worden in dit onderzoek om die reden buiten beschouwing gelaten.

Buiten deze twee afzetroutes om, is eerst een 'long list' opgesteld, waarbij mogelijke interessante afzetroutes in kaart zijn gebracht. Hierbij worden in eerste instantie de kaders ruim gehouden: er wordt bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt tussen directe toepassing van het zeefgoed en toepassingen waarvoor het materiaal bewerkt moet worden. Ook wordt geen onderscheid gemaakt tussen toepassing binnen de waterzuivering zelf en afzet elders.

Op deze manier wordt een zo breed mogelijk scala aan afzetroutes verzameld. Deze routes worden vervolgens beschouwd in een breder kader, waarbij de perspectieven van de uiteenlopende routes worden vergeleken en afgewogen. Op basis van deze afweging worden aanbevelingen gedaan voor verdere ontwikkeling van het traject voor afzet van zeefgoed.

# 2

## ZEEFGOED

### 2.1 INLEIDING

Zeefgoed is het product dat ontstaat na het voorbehandelen van het influent van een rioolwaterzuivering met een fijnzeef (maas diameter 0,35 tot 0,5 mm), na afscheiding van het roostergoed en voor de biologische behandeling. Het materiaal bestaat hoofdzakelijk uit toilet papier met een beperkte fractie grof ander materiaal. Om te onderzoeken voor welke toepassingen het zeefgoed bruikbaar is als grondstof is het nodig om de eigenschappen van het materiaal te weten. De eigenschappen van het zeefgoed worden in dit hoofdstuk beschreven.

### 2.2 MATERIAALEIGENSCHAPPEN

Zeefgoed bestaat hoofdzakelijk uit cellulosevezel. Op de zeefband en in het zeefgoed zoals het uit de zeefinstallatie komt zijn ook andere materialen zichtbaar. Het materiaal is nog niet eenduidig gekarakteriseerd. Visueel bestaat het voor het overgrote deel uit vezelmateriaal en voor het overige uit zaken als stukjes hout, etensresten, haren en zand. Het materiaal oogt als lichtgrijs papier-maché en heeft geen opvallende geur. Als het materiaal enige tijd luchtdicht bewaard wordt ontstaat een vrij penetrante geur die samenhangt met het optreden van anaerobe afbraakprocessen.

De ontwaterbaarheid is goed: na de pers achter de zeefband is het gehalte drogestof circa 25%. Met een beperkte inspanning, zoals bijvoorbeeld een hogere persdruk of drogen met laagwaardige warmte kan een hogere mate van ontwatering gehaald worden. Met behulp van mechanisch ontwateren is een gehalte van 50% drogestof gehaald, in het laboratorium 64%, maar in de praktijk liggen de waarden lager. Verwacht wordt dat met droging in droogkasten een gehalte drogestof van 80-90% gehaald kan worden. Het aandeel niet-organisch materiaal is zeer laag: circa 8% van de drogestof is as. De calorische waarde (HHV) van zeefgoed is circa 17-18 MJ/kg ds, dit is vergelijkbaar met houtachtige brandstoffen. Bij 30,8% drogestof is de verbrandingswaarde circa 3,4 MJ/kg (verbrandingswaarde van 0,308 kg drogestof zeefgoed (LHV), verminderd met de verdampingswarmte van de 0,692 kg water). Waternet heeft representatieve monsters van zeefgoed ter beschikking gesteld aan ECN voor analyse (Van Doorn & Van de Kamp, 2009). De resultaten van deze analyse is weergegeven in Tabel 1.



**TABEL 1** CONCENTRATIE VERONTREINIGINGEN EN AS IN ZEEFGOED VAN DE BANDZEEF 0,35 MM MAASWIJDTE ZEEFGOED (ECN ANALYSE), PAPIERSLIB, RWZI-SLIB EN HOUT (INFORMATIE UIT ECN DATABASE PHYLLIS). WAARDEN ZIJN BETROKKEN OP DE CALORISCHE WAARDE (LHV) EN UITGEDRUKT IN G/GJ.

		zeefgoed	papierslib	Rwzi-slib	hout
N	g/GJ	576	515	3.420	186
S	g/GJ	108	293	977	32
Cl	g/GJ	36	190	143	29
F	g/GJ	2	13	14	2
As	g/GJ	4.010	13.054	19.396	1.172
Drogestof	%	30,8			
As	% vd ds	7,1			
Calorische waarde	MJ/kg ds HHV*	17,85			
	MJ/kg ds LHV*	16,5			
	MJ/kg zeefgoed LHV	3,4			
Aluminium	g/GJ	97	1.659	897	20
Antimoon	g/GJ	< d.l.	0,1	0,4	0,1
Arseen	g/GJ	< d.l.	0,1	0,6	0,1
Barium	g/GJ	2,4	19,3	22,2	-
Cadmium	g/GJ	< d.l.	0,1	0,2	0,04
Calcium	g/GJ	448	5.305	3.593	592
Chroom	g/GJ	0,7	1,3	103,2	1,1
Kobalt	g/GJ	0,2	0,3	0,6	0,1
Koper	g/GJ	3,3	4,6	62,3	1,1
IJzer	g/GJ	156	105	1.557	14
Lood	g/GJ	1,7	3,2	15,3	1,5
Magnesium	g/GJ	52	172	252	37
Mangaan	g/GJ	2,5	4,3	26,1	8,9
Kwik	g/GJ	n.a.	0,02	0,1	0,01
Molybdeen	g/GJ	< d.l.	0,3	0,5	-
Nikkel	g/GJ	0,9	1,1	24,2	1,4
Fosfaat	g/GJ	140	106	1.329	12
Kalium	g/GJ	46	99	222	90
Silicium	g/GJ	294	2.754	2.389	126
Natrium	g/GJ	25	103	147	19
Titanium	g/GJ	5,7	84	105	1,7
Wolfraan	g/GJ	1,5	-	-	-
Vanadium	g/GJ	0,1	0,5	1,2	0,2
Zink	g/GJ	16	20	137	3

\*) de HHV is de bovenste verbrandingswaarde, de LHV de onderste verbrandingswaarde. Het verschil tussen beide is dat in de HHV de condensatiewarmte van de rookgassen wordt meegeteld;

< d.l. beneden de detectielimiet;

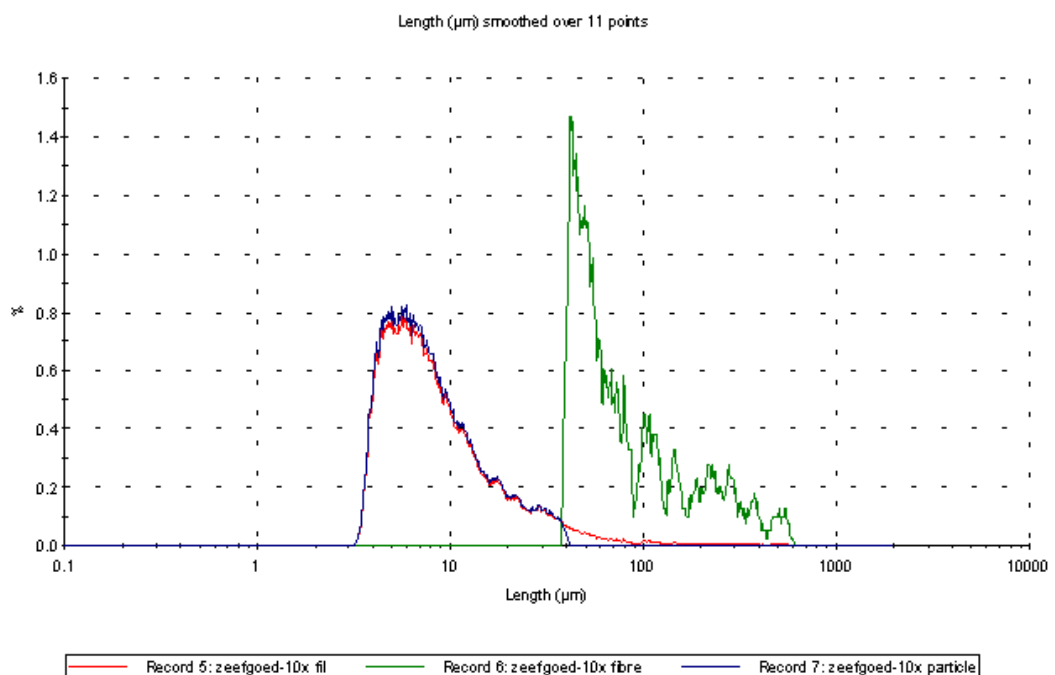
n.a.= niet aantoonbaar

### 2.2.1 KARAKTERISERING MORFOLOGIE ZEEFGOED

Om een indruk te krijgen van de grootte van de vezels is een hoeveelheid zeefgoed afkomstig van de RWZI te Blaricum in gedroogde toestand gemeten met behulp van een automatische microscoop Malvern Morphologi G3 (Groot-Brittannië). De meting is uitgevoerd door het bedrijf Sysmex Nederland B.V. te Etten-Leur. Om de vezels individueel te kunnen meten zijn de vezels in het zeefgoed zoveel mogelijk uit elkaar getrokken. Vervolgens zijn de vezels in de Sample Dispersion Unit (SDU) geplaatst waarbij de volgende instellingen zijn gehanteerd: onder 6µm folie, boven 25µm folie, druk 4 bar en gedispergeerde oppervlak wordt gemeten met een vergroting van 5x en 10x.

In Figuur 1 is de deeltjesgrootteverdeling afgebeeld van een monster zeefgoed zoals gemeten met de geautomatiseerde microscoop bij een vergroting van 10x.

FIGUUR 1 DEELTJESGROOTTE VERDELING VAN EEN MONSTER ZEEFGOED AFKOMSTIG UIT DE RWZI TE BLARICUM (GEMETEN MET MORPHOLOGI G3 OBJECTIEF 10X). HET AANTAL DEELTJES (Y-AS) IS ALS FUNCTIE VAN DE LENGTE (X-AS) WEERGEGEVEN



In Figuur 1 zijn twee deeltjesgrootteverdelingen waar te nemen die elkaar gedeeltelijk overlappen. De rechter deeltjesgrootteverdeling in deze figuur vertegenwoordigt de zeefgoed vezels. De linker deeltjesgrootteverdeling vertegenwoordigt waarschijnlijk zandkorreltjes. Om dit met zekerheid vast te stellen is nader onderzoek nodig. Uit deze meting is op te maken dat de vezels uit relatief korte (< 1000 µm (= 1 mm)) vezels bestaan. Voor een uitgebreide karakterisering van het zeefgoed dient een meetmethode ontwikkeld te worden maar dat valt op dit moment buiten de scope van onderhavige haalbaarheidsstudie.

### 2.3 HOEVEELHEID EN BESCHIKBAARHEID

Zeefgoed wordt momenteel in Nederland alleen nog op experimentele basis geproduceerd. De resultaten van deze experimenten zijn goed en verwacht wordt dat op afzienbare termijn een permanente productie gaat plaatsvinden. De omvang van deze stroom zal in belangrijke mate afhangen van het perspectief dat de beheerders van de rioolwaterzuiveringsinstallaties geboden kan worden. De exploitatie van het proces speelt daarin een belangrijke rol gekoppeld

aan de mogelijkheid voor een economische verwaarding van het zeefgoed. Indien toegepast op al het Nederlandse rioolwater wordt jaarlijks circa 150.000 ton drogestof aan zeefgoed geproduceerd. Onbekend is voornamelijk in welke gevallen het toepassen van fijnzeven voordelig zal zijn en daarmee welke hoeveelheid op welke termijn beschikbaar gaat komen.

Indien fijnzeven op een locatie wordt toegepast is de hoeveelheid zeefgoed die geproduceerd wordt redelijk constant: er wordt geen seizoensafhankelijkheid of andere periodiciteit verwacht. De productie is continu, de afvang gebeurt in containers. De samenstelling van het materiaal wordt verwacht constant te zijn, maar gegevens om dit te onderbouwen ontbreken voornamelijk.

## 2.4 WETTELIJKE STATUS

Zeefgoed heeft nog geen wettelijke status. Voornamelijk dient het als afvalstof aangemerkt te worden. Op basis van de samenstelling lijkt ontheffing voor een aantal hergebruikroutes haalbaar.

## 2.5 SAMENVATTING

Zeefgoed is een redelijk homogeen materiaal van constante samenstelling en kwaliteit. Het materiaal is goed ontwaterbaar. Verwacht wordt dat bij brede implementatie van de techniek het aanbod van zeefgoed redelijk constant zal zijn voor iedere locatie afzonderlijk. Momenteel heeft het materiaal geen formele status, maar verwacht mag worden dat het als afval aangemerkt zal worden.

FOTO 1

ZEEFGOED



FOTO 2

DETAILOPNAME ZEEFGOED



# 3

## REFERENTIESITUATIE

### 3.1 HUIDIGE AFZETROUTE

De experimenteel geproduceerde hoeveelheid zeefgoed is laag. Dit materiaal wordt afgevoerd door een afvalverwerker en gecomposteerd.

### 3.2 UITKOMSTEN VAN EERDERE VERKENNINGEN

In het project 'Influent fijnzeven in RWZI's' (Stowa rapport 2010 19) is een zestal mogelijke afzetroutes verkend: meevergisten met zuiveringsslib, inzet als brandstof, vetzuurproductie, papierproductie, separaat vergisten en hergebruik in de landbouw.

#### **MEEVERGISTEN MET SLIB**

Een mogelijkheid zou zijn om het zeefgoed mee te vergisten met surplusslib en eventueel primair slib. Deze optie is niet aan te bevelen omdat het niet efficiënt zou zijn om eerst het zeefgoed te zeven uit het influent om vervolgens daarna dit zeefgoed weer met het slib te mengen waardoor het voordeel van een zeef teniet wordt gedaan.

#### **INZET ALS BRANDSTOF**

Het is technisch mogelijk zeefgoed als brandstof in te zetten, maar de toepassing kent een aantal technische nadelen. De hogere gehalten aan zwavel en stikstof en het hogere asgehalte is een nadeel voor de toepassing als brandstof in houtgestookte installaties. Dit omdat biomassa gestookte installaties in het algemeen niet voorzien zijn van SO<sub>2</sub> emissie reductie maatregelen. Ook zijn er juridische beperkingen. Deze beperkingen tezamen maken dat toepassing als hoogwaardige brandstof niet kansrijk is. Een laagwaardiger inzet, bijvoorbeeld in cementovens, lijkt wel mogelijk.

#### **VETZUURPRODUCTIE**

Het is mogelijk het zeefgoed microbiologisch om te zetten tot vluchtige vetzuren. Er wordt een mengsel van vetzuren verkregen. Dit mengsel kan mogelijk voor eigen gebruik ingezet worden als koolstofbron voor denitrificatie. Daarnaast zijn er diverse externe opties, zoals het opzuiveren en verhandelen van de vetzuren zelf, of het produceren van bioplastics. Deze opties zijn echter nog niet ontwikkeld tot praktijkniveau. Wel zijn er ontwikkelingen in die richting en met name de bioplasticproductie benadert marktintroductie.

#### **PAPIERPRODUCTIE**

Uit testen blijkt dat het zeer goed mogelijk is om uit zeefgoed papier te maken. De vezelcomponent is zelfs een hoogwaardige grondstof. De papierindustrie geeft echter aan dat gebruik van zeefgoed op een aantal bezwaren stuit, zoals hygiënische redenen en imago aspecten.

### **SEPARAAT VERGISTEN**

Zeefgoed kan goed separaat vergist worden. De omzetting naar biogas is, bijna volledig indien er een verblijftijd van 40-50 dagen wordt aangehouden. Er is al interesse getoond door commerciële afvalverwerkers voor de vergisting van het materiaal.

### **HERGEBRUIK IN DE LANDBOUW**

Het is denkbaar dat zeefgoed hergebruikt kan worden in de landbouw. Waarschijnlijk is een desinfectiestap nodig om voldoende kiemafdoeding te bereiken. Juridische aspecten en maatschappelijke perceptie zijn niet nader onderzocht, maar worden wel aangemerkt als aspecten die aandacht behoeven.

### **3.3 PARALLEL ONDERZOCHE OPTIES**

Volgend op de eerder onderzochte opties en parallel aan dit project is door Waternet de mogelijkheid onderzocht of zeefgoed te composteren is. De resultaten van dit onderzoek waren positief en het materiaal wordt momenteel gecomposteerd.

# 4

## PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

### 4.1 INLEIDING

De aard van het zeefgoed maakt dat het erg voor de hand ligt om na te gaan of het kan dienen als grondstof voor papierproductie. Het materiaal bestaat voor het overgrote deel uit cellulosevezel van een kwaliteit die zich goed leent voor de productie van papier.

In eerdere instantie is al aangetoond dat het inderdaad mogelijk is om uit zeefgoed papier te maken. Ook lijkt er geen enkele technische belemmering te zijn om het materiaal in het papierproductieproces op te nemen: zeefgoed kan eenvoudig aan de pulper worden toegevoegd, waarna in de verdere stoffbereiding de verontreinigingen verwijderd worden en een schone vezel verkregen wordt.

Vanuit de papier- en kartonindustrie (PKI) is al aangegeven dat zeefgoed om redenen van hygiëne niet toegepast zal worden. Dit argument is steekhoudend, maar het is zinvol om de vraag of zeefgoed in de PKI toegepast kan worden verder uit te diepen. De belangrijkste reden hiervoor is dat de grondstoffenmarkt voor de PKI krap is en in die industrie in toenemende mate gezocht wordt naar alternatieve vezelgrondstoffen. Vanuit dat perspectief is het zinvol na te gaan welke argumenten maatgevend zijn voor de positionering van de PKI ten opzichte van zeefgoed.

Om de vraag te beantwoorden is contact gezocht met een aantal partijen in de papier- en kartonindustrie.

### 4.2 ZEEFGOED EN DE PAPIER- EN KARTONINDUSTRIE

De belangrijkste grondstof voor de papier- en kartonindustrie is oud papier. Oud papier kent een speciale status in de afvalstoffenwet. Om die reden staan papierproducenten niet te boek als afvalverwerkers. De situatie is in dat opzicht vergelijkbaar met die van glas. Papier dat in contact is geweest met afval en papier uit bijvoorbeeld ziekenhuizen valt niet onder die uitzondering. Dit wordt beschouwd als afval en wordt niet gebruikt als grondstof in de papier- en karton industrie.

Het is alleszins twijfelachtig dat zeefgoed kan voldoen aan de richtlijnen die gelden voor toelating tot de uitzonderingscategorie van oud papier. Zeefgoed heeft momenteel nog geen formele status, maar naar verwachting wordt het geclassificeerd als afval. Hergebruik als oud papier is daarmee uitgesloten, zolang er geen versoepeling van de regelgeving plaatsvindt.

De belangrijkste reden voor de papier- en kartonindustrie om zeefgoed te overwegen als grondstof is schaarste op de grondstoffenmarkt en de daarmee samenhangende hoge prijs van oud papier. De markt voor oud papier is dynamisch en prijzen fluctueren sterk. De afgelopen jaren was sprake van een schaarste, doordat veel oud papier werd afgevoerd naar China.

Hierdoor nam het aanbod in Europa af. Momenteel is wederom sprake van een prijsspiek (augustus 2011: 150 per ton vergeleken met circa 25 per ton twee jaar geleden). De verwachting is dat prijzen voor de grondstoffen voor de papier- en kartonindustrie de komende jaren zullen blijven stijgen (presentatie M. Adriaanse, september 2011).

De prijsfluctuaties die samenhangen met dergelijke marktverschuivingen zijn een groot risico voor de papierfabrieken. Een manier om deze fluctuaties op te vangen is te zorgen voor diversificatie van het grondstofaanbod. Dit motiveert de papier- en kartonindustrie tot het zoeken naar alternatieve vezelgrondstoffen en dit is tevens een belangrijk argument waarom de papier- en kartonindustrie het gebruik van zeefgoed zou willen overwegen.

Daar staat tegenover dat er een aantal argumenten is waarom de papier- en karton industrie zeefgoed niet wil inzetten. Hygiëne speelt daarin een belangrijke rol, maar dan in de eerste plaats als onderdeel van het imago van de papier en karton industrie. Zeefgoed heeft een besmet imago en de papier- en kartonindustrie wil associatie met dat imago vermijden.

Vanuit technisch oogpunt zijn er geen bezwaren tegen het gebruik van zeefgoed. Uit tests die eerder zijn uitgevoerd en tests die in het kader van dit project zijn uitgevoerd is duidelijk dat zeefgoed vanuit technisch oogpunt geschikt is om papier te maken. Met het zeefgoed is een aantal testen uitgevoerd. Zowel papier als karton is probleemloos te maken met het materiaal.

Kwalitatief heeft zeefgoed het nadeel dat papier wat donkerder wordt door de aanwezige verontreinigingen in het zeefgoed en dat de geur van het materiaal storend is. In dit specifieke geval is deze geur het gevolg van (anaerobe) microbiologische processen tijdens de opslag van het materiaal.

### 4.3 CONCLUSIES

Hoewel het technisch goed mogelijk is om zeefgoed te gebruiken voor de productie van papier en karton, is deze afzetroute niet mogelijk. De redenen hiervoor zijn enerzijds een verbod op het gebruik van 'afvalpapier' en anderzijds het imago dat samenhangt met het materiaal.

Het is niet te verwachten dat deze situatie zich snel zal wijzigen: het imago-argument telt zwaar en vraagt waarschijnlijk een mentaliteitsverandering bij de burger, voordat de industrie wil overwegen het materiaal te gaan gebruiken. Dit ondanks dat het zeefgoed als zodanig geschikt is als grondstof en op deze wijze zou kunnen bijdragen aan een ontkoppeling tussen vraag en aanbod en daarmee stabiliserend werkt op het aanbod van grondstoffen voor de papier- en kartonindustrie.



# 5

## ISOLATIEMATERIAAL HUIZENBOUW

### 5.1 INLEIDING BOUWTOEPASSINGEN

Veel grondstoffen die in de bouw worden gebruikt worden schaarser. Biomassa kan een duurzaam alternatief zijn als grondstof voor isolatie, constructie of andere bouwtoepassingen. Moderne technieken en nieuwe inzichten leiden soms tot geheel nieuwe toepassingen. Kurk is bijvoorbeeld een geschikt isolatiemateriaal voor platte daken. Kokosvezels kunnen gebruikt worden voor geluidsisolatie en oud papier, vlas-, hennep- en schapenwol zijn warmte isolerend.

Vanwege het schaarser worden van grondstoffen en de hiermee gepaard gaande prijsstijgingen biedt dit kansen voor afzet van zeefgoed in bouwtoepassingen. Wellicht is het mogelijk om zeefgoed te gebruiken als een grondstof voor isolatie waarmee gevels geïsoleerd kunnen worden, maar ook daken, plafonds en vloeren. Hergebruik van zeefgoed voor toepassingen in de bouw passen eveneens binnen het Cradle to Cradle (C2C) concept.

Jaarlijks wordt er in Nederland circa 59 miljoen m<sup>2</sup> isolatiemateriaal gebruikt. Dit geldt voor de totale markt, die is onder te verdelen in de segmenten nieuwbouw, verbouw, renovatie en doe-het-zelf. De grootte van de markt voor industriële toepassingen is niet bekend, maar ook hier liggen kansen voor duurzame isolatiematerialen. Naast andere markten zijn er ook nog andere toepassingen dan thermische isolatie, bijvoorbeeld akoestische isolatie en vochtregulatie.

Er lijkt ruim voldoende marktvolume te zijn om het zeefgoed te plaatsen. Zelfs bij volledige terugwinning (150 kton drogestof) van de beschikbare cellulose uit het influent, lijkt het beschikbare volume beperkt ten opzichte van het totaalvolume van de markt, alhoewel het vooralsnog onmogelijk is om een onderbouwde inschatting te maken over hoe tonnen zeefgoed zich laten vertalen naar vierkante meters isolatiemateriaal.

Om na te gaan wat de mogelijkheden zijn voor afzet van zeefgoed in bouwtoepassingen (specifiek isolatiemateriaal) is een zestal bedrijven door ons benaderd. Een aantal van deze bedrijven heeft positief gereageerd om de mogelijkheid van zeefgoed te gebruiken als grondstof voor isolatiemateriaal nader te onderzoeken.

### 5.2 ZEEFGOED ALS ISOLATIEMATERIAAL

Een firma actief met de productie en verkoop van cellulose materialen voor isolatiedoeleinden gaf aan dat het betreffende materiaal als grondstof kan dienen voor één of meerdere van hun producten. Uiteindelijk zijn er geen experimenten met het zeefgoed uitgevoerd omdat het materiaal niet geurvrij is en te veel verontreinigd is voor verdere verwerking. Voor een toepassing van zeefgoed als isolatiemateriaal is een voorwaarde dat het zeefgoed schoon en geurvrij is.

Een andere partij gaf aan dat het zeefgoed als grondstof kan dienen voor één of meerdere van hun isolatieproducten. Daartoe zouden zij graag aanvullende informatie en monstermateriaal tegemoet willen zien. Ze heeft vervolgens twee zakken met zeefgoed ontvangen. Er zijn door hen echter geen experimenten met het materiaal verricht omdat het materiaal niet geurvrij is en te veel verontreinigd is voor verdere verwerking. Desondanks is men geïnteresseerd in de mogelijkheid om het zeefgoed te verwerken tot isolatiemateriaal (thermisch en/of akoestisch). De mogelijkheden voor verwerking van zeefgoed als isolatiemateriaal nemen aanzienlijk toe indien het zeefgoed een wasstap ondergaat. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de mogelijkheden om zeefgoed als isolatiemateriaal toe te passen evenals een indicatie van de inkoopprijs die het bedrijf kan bieden voor het zeefgoed.

**TABEL 2** MOGELIJKHEDEN VOOR TOEPASSING VAN ZEEFGOED ALS ISOLATIEMATERIAAL EN INKOOPPRIJS ZEEFGOED

		nat <sup>1)</sup>	nat <sup>1)</sup> gewassen	gewassen, gedroogd	vervuild, gedroogd
gelijkmatige vezels	toepassing	bekleding uit zicht ?	bekleding laagwaardig	thermisch ? akoestisch ?	thermisch ? sprayisolatie <sup>2)</sup>
	verwerking	natte machine hoge druk	natte machine hoge druk	droge machine	droge machine
	kans	--	?	++	+
	Prijs/kg	-	laag, << € 0,05	€ 0,10 - 0,20	€ 0,1
optisch en/of fysiek vervuilde vezels van zelfde consistentie	toepassing	bekleding uit zicht ?	bekleding uit zicht, laagwaardig	thermisch ? akoestisch ?	thermisch ?
	verwerking	natte machine hoge druk	natte machine hoge druk	droge machine	droge machine
	kans	-	-	++	+
	Prijs/kg	-	laag, < € 0,10	€ 0,05 - 0,10 (?)	€ 0,05 - 0,10
vervuilde vezels van wisselende consistentie (bijv harde delen, takjes)	toepassing			thermische naïsolatie ?	thermische naïsolatie ?
	verwerking			droge machine	droge machine
	Kans	--	--	+	+
	Prijs/kg			€ 0,05 - 0,10	€ 0,05 - 0,10

1) Nat: Let op schimmelvorming, toepassing verg een aparte techniek; niet geschikt als thermische isolatie

2) Zichtafwerking afhankelijk van de vezelkwaliteit en constante (technisch en visueel)

Om cellulosevlokken beter bestand te maken tegen zowel schimmels en ongedierte als brand wordt boorzuur en borax toegevoegd. Voor alle vezels, zowel nat als droog, geldt dat de vezels geurvrij dienen te zijn om ze te kunnen toepassen als isolatiemateriaal. Dit impliceert dat het materiaal een voorbehandeling (bijvoorbeeld een wasstap) dient te ondergaan. De mogelijkheden om het zeefgoed geschikt te maken voor verwerking tot isolatiemateriaal wordt in het hoofdstuk aanbevelingen (hoofdstuk 8) nader beschreven.

### 5.3 CONCLUSIES

Er is een realistische mogelijkheid om zeefgoed te verwaarden via afzet van zeefgoed in isolatietoepassingen. Dit mede omdat vezels in toenemende belangstelling staan voor biobased materialen en vanwege de prijsstelling van de huidige toegepaste cellulosevezels. Zeefgoed kan om die reden een aantrekkelijke substituut grondstof vormen voor vervanging van de huidige grondstof. De mogelijkheden voor verwerking van zeefgoed als isolatiemateriaal nemen aanzienlijk toe indien het zeefgoed een wasstap ondergaat. Met gebruikmaking van bestaande methoden is het mogelijk om het zeefgoed te wassen en te drogen zodat het zeefgoed geschikt is voor verwerking en toepassing als isolatiemateriaal (dit wordt in hoofdstuk 8 nader beschreven).

Zoals reeds genoemd wordt boorzuur en borax toegevoegd om de cellulosevlokken beter bestand te maken tegen ongedierte en brand. Deze boriumverbindingen worden ook toegepast als preventief houtverduurzamingsmiddel of als curatief middel ter bestrijding van schimmels in muren. Hiermee zijn naar verwachting de hygiënische aspecten voor het toepassen van zeefgoed als grondstof voor isolatiemateriaal ondervangen.

# 6

## AFZETMOGELIJKHEDEN RICHTING GROENE CHEMIE EN MATERIALEN

### 6.1 INLEIDING

In het kader van de ‘biobased economy’ wordt in de chemische industrie en de polymeer-industrie steeds nadrukkelijker gekeken naar biomassa als grondstof voor de productie van uiteenlopende chemicaliën en materialen. Het overgrote deel van de producten wordt nu vervaardigd uit oliederivaten. In een aantal gevallen, zoals de productie van ethanol en bioplastics worden hernieuwbare grondstoffen gebruikt. Alhoewel deze processen nu vaak zuivere grondstoffen als suikers en zetmeel gebruiken, is er een nadrukkelijke wens om meer gebruik te gaan maken van biomassa reststromen. Dit wordt gemotiveerd vanuit een bewustzijn tot verduurzaming, waarbij het onwenselijk is om grondstoffen die als voedsel gebruikt kunnen worden voor andere doeleinden in te zetten. Een ander argument om reststromen te gebruiken als grondstof voor productiedoeleinden is dat de meestal negatieve waarde van deze materialen mogelijk zorgt voor een gunstige economische uitgangspositie.

Om chemicaliën of materialen te kunnen produceren uit zeefgoed zijn processen nodig waarbij het materiaal afgebroken wordt tot de samenstellende moleculen, die vervolgens worden omgezet tot de gewenste producten. De cellulosevezels die het hoofdbestanddeel vormen van het zeefgoed kunnen biologisch, (bio)chemisch of fysisch worden afgebroken. In veel gevallen wordt de celluloseketen dan afgebroken tot de suikermoleculen waaruit ze is opgebouwd en worden vervolgens deze suikermoleculen omgezet tot het gewenste product.

Veel routes om cellulosevezel om te zetten tot chemicaliën en materialen zijn nog in ontwikkeling, een aantal is bijna marktrijp en een paar zijn al operationeel. Omdat de winning van zeefgoed zelf nog geen ‘proven technology’ is, zijn in de eerste selectie naast de operationele processen ook die processen meegenomen waarvan verwacht mag worden dat ze binnen vijf jaar operationeel worden.

In dit hoofdstuk worden een aantal routes beschreven waarbij zeefgoed kan worden gebruikt als grondstof voor omzetting naar nuttige chemicaliën. Omzetting van zeefgoed naar chemicaliën kan als voordeel hebben dat de niet gewenste eigenschappen van zeefgoed, zoals verontreinigingen en geur, minder kritisch zijn en er door de afbraak van het oorspronkelijk materiaal een ont koppeling plaats vindt tussen grondstof en het uiteindelijke product.

### 6.2 POLYMELKZUUR

Melkzuur (lactaat) is een verbinding die gepolymeriseerd kan worden tot de biopolymeer PLA (poly lactic acid, polymelkzuur). PLA wordt voor heel uiteenlopende doeleinden gebruikt. Een bekende en alledaagse toepassing is de plastic verpakking van diverse groenten en fruit in de supermarkt.

De productie van lactaat is een fermentatief proces. PLA wordt gemaakt uit agrarische grondstoffen. Suiker (of een andere grondstof) wordt door micro-organismen omgezet naar lactaat. PLA is een composteerbaar plastic.

In een streven naar verduurzaming en kostenreductie verkent melkzuurproducent momenteel de mogelijkheden om uit alternatieve grondstoffen melkzuur te produceren. Bij het zoeken naar vezelgrondstoffen voor deze ontwikkelingsrichting wordt een breed zoekkader aangehouden. Zeefgoed past zonder meer in dit kader.

Waternet heeft een zeefgoedmonster ter beschikking gesteld. Aan dit monster is onderzocht hoe goed de enzymbehandeling (hydrolyse) werkt op het zeefgoed. Een drietal hydrolytische enzymen is getest op het zeefgoed. Welke enzymen hierbij gebruikt zijn, is niet bekend gemaakt. Doel van deze experimenten was om na te gaan of het zeefgoed enzymatisch om te zetten is in suikers die als grondstof kunnen dienen voor de productie van lactaat. De uitkomsten van de experimenten zijn weergegeven in Tabel 2.

TABEL 3

RESULTATEN (GETALLEN AFGEROND NAAR HELE GETALLEN) VAN DE HYDROLYSETESTEN MET ZEEFGOED

Tijd (uren)	Concentratie suiker (g/L)		
	Enzym 1	Enzym 2	Enzym 3
0,5	14	20	13
18	48	57	53
42	81	86	62

De hydrolysetesten zijn uitgevoerd met een suspensie met 12,5% (125 g/L) drogestof. Voor een eerste test zijn de gehaalde concentraties suiker beoordeeld als hoog. Met het hydrolysaat zijn fermentatietesten uitgevoerd. Vastgesteld is dat de fermentatie verloopt en volledig is, maar dat ze geremd wordt door stoffen die in het zeefgoed aanwezig zijn. Dit is een gangbaar verloop voor een dergelijke test. Welke stoffen de remming veroorzaken is op dit moment nog onbekend. Identificatie hiervan vraagt om nader onderzoek. Uit de testen blijkt dat zeefgoed een grondstof is die goed gebruikt zou kunnen worden voor de productie van lactaat, mits de remming kan worden verholpen.

Aangegeven wordt dat de hygiënische aspecten van het zeefgoed een punt van overweging is. De herkomst van het materiaal sluit productie van lactaat voor voedseltoepassingen uit. Of het materiaal ingezet kan worden is, naast de beschikbaarheid, ook onderwerp van een interne afweging waarin behalve het hygiëneaspect, ook het imago en marktrisico's een rol spelen.

De beoogde (ondergrens voor de) productieschaal voor melkzuur uit cellulosevezel is 100 kton per jaar. Dit sluit goed aan bij de (maximale) productie van zeefgoed in Nederland: 150 kton ds per jaar. Overigens is de verwachting dat productie van lactaat uit cellulosevezel op industriële schaal in Europa niet voor 2020 gaat plaatsvinden.

Het is niet mogelijk om zeefgoed op dit moment al te gebruiken voor de productie van PLA, maar voor de niet al te verre toekomst lijkt deze route een veelbelovend scenario met een goed duurzaamheidsprofiel. Belangrijk bij die uitwerking is het hygiëneaspect en de imago- en markteffecten die daarmee samenhangen.

### 6.3 POLYHYDROXYALKANOATEN

Polyhydroxyalkanoaten (PHA's) zijn een klasse van polymeren die geschikt zijn om uiteenlopende producten van te maken. Recent is er hernieuwde aandacht voor deze verbindingen. PHA's worden al ruim 20 jaar gemaakt uit zuivere grondstoffen. Deze productie is de afgelopen jaren naar commercieel niveau gebracht. Een belangrijke drijfveer voor die opschaling is de toenemende vraag naar plastics van hernieuwbare oorsprong die biologisch afbreekbaar zijn. PHA's voldoen aan die criteria. Een andere ontwikkeling is de productie van PHA's uit biomassa-reststromen. Op een aantal locaties is dit proces inmiddels tot pilotniveau ontwikkeld. In Europa heeft Veolia Water pilots in Denemarken en België. Deze pilots produceren PHA's uit afvalwater, maar het is goed mogelijk om ook uit meer vaste substanties PHA's te produceren. De productie van PHA's verloopt via vluchtige vetzuren. In zeker opzicht kan de productie van PHA's uit reststromen gezien worden als een omgeleide vergisting: er wordt gebruik gemaakt van een aantal overeenkomstige eerste stappen (hydrolyse, verzuring, vetzuurvorming), voordat de routes naar PHA's en biogas zich splitsen.

Omzetting van zeefgoed tot vluchtige vetzuren is in eerdere instantie al door Waternet verkend. Uit deze verkenning is gebleken dat het mogelijk is om zeefgoed om te zetten in vetzuren. Deze bevinding sluit aan bij testen uitgevoerd in andere sectoren. Dit is ook te verklaren omdat van cellulose nauwkeurig bekend is hoeveel biogas dit oplevert via vergisting. De omzetting van cellulose naar biogas verloopt via vluchtige vetzuren. Cellulose wordt daarom vaak ook als referentiemateriaal gebruikt om na te gaan of de vergisting goed verloopt. Dit staat ook bekend als een genormeerde vergistingstest.

De omzetting van vaste biomassa tot opgeloste vluchtige vetzuren is een belangrijke manier om die biomassa beschikbaar te maken voor de productie van hernieuwbare grondstoffen (zie bijvoorbeeld Chang et al 2010). Ook de vetzuren zelf kunnen het gewenste product zijn. Voor zover bekend gebeurt dit momenteel nog niet op commerciële basis.

Samengevat is er een conceptuele basis voor inzet van zeefgoed als grondstof voor PHA's en eventueel vluchtige vetzuren. Ook is er technologie in ontwikkeling die op termijn voor dit doel ingezet kan worden, maar de ontwikkeling van deze lijn vraagt nog tijd en biedt geen kansen voor een snelle verbetering van de verwaardingssituatie van het zeefgoed.

### 6.4 OMZETTING VAN ZEEFGOED IN ETHANOL

Een mogelijke afzetroute die perspectief biedt is de omzetting van zeefgoed naar ethanol. Ethanol is interessant omdat het een vloeibare brandstof is:

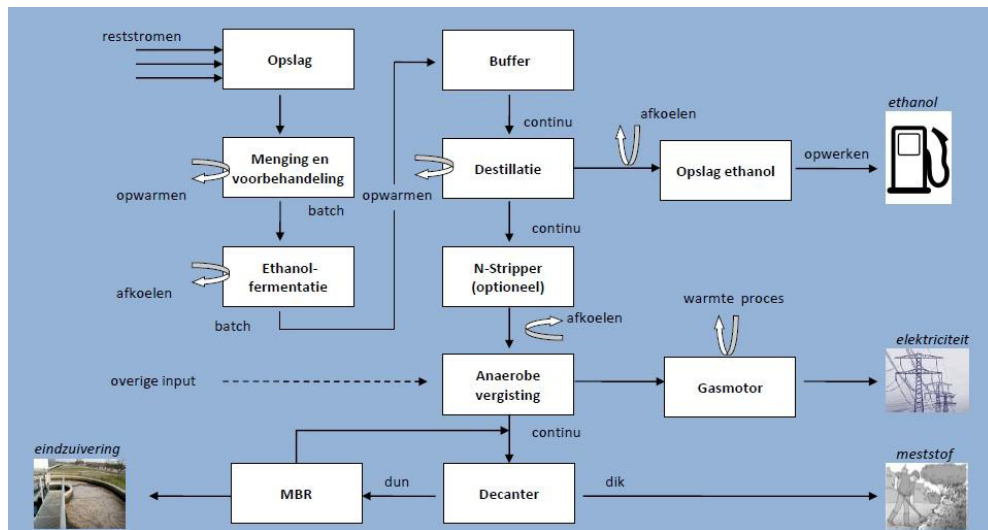
- Vloeibaar is noodzakelijk voor transportbrandstoffen (wegvervoer, vliegtuigen, schepen);
- Vloeibaar is ook handig omdat de huidige opslag- en distributienetwerken voor brandstoffen gebaseerd zijn op vloeistoffen (en bvb. niet op elektriciteit).

De "cellulose"-vorm van ethanol is de opvolger van uit mais geproduceerd ethanol. Ethanol geproduceerd uit mais heeft als belangrijk nadeel dat het concurreert met voedsel.

Ook voor deze route geldt dat om ethanol te kunnen produceren uit zeefgoed het materiaal eerst afgebroken dient te worden tot de samenstellende moleculen, die vervolgens worden omgezet tot de gewenste producten. Omdat het cellulose al is ontsloten is het geschikt voor omzetting naar ethanol. Tijdens de omzetting tot ethanol is het nodig om het zeefgoed te converteren naar C6 en C5 suikers. De C6 suikers kunnen naar ethanol (of azijnzuur of melkzuur) worden omgezet en de C5 suikers naar biogas.

In Figuur 2 is het processchema van Zeafuels voor de omzetting van organische reststromen (in deze studie zeegoed) in ethanol weergegeven.

FIGUUR 2 PROCESSEMA VAN ZEAFFUELS VOOR DE OMZETTING VAN ZEEFGOED IN ETHANOL



De laatste stappen in dit proces kunnen wellicht geïntegreerd worden met een bestaande rwzi. De productieschaal waarop ethanol geproduceerd kan worden is afhankelijk van de hoeveelheid zeegoed die verwerkt dient te worden. Het dimensioneren van de installatie is niet gebonden aan een maximum en wordt afgestemd op de hoeveelheid zeegoed die verwerkt dient te worden.

De prijs die voor het zeegoed kan worden verkregen is naar verwachting positief omdat via deze route het zeegoed wordt omgezet in ethanol en biogas. De precieze prijs is afhankelijk van diverse factoren zoals de inrichting van het proces en logistieke factoren. De exacte prijs dient in een eventueel vervolg traject waarbij de business case voor valorisatie van zeegoed wordt opgesteld te worden uitgezocht. Als onderdeel van een eventuele business case wordt het omzettingsrendement bepaald voor de omzetting van zeegoed naar ethanol. Deze rendementen dienen als basis om de prijs die voor zeegoed kan worden verkregen vast te stellen.

# 7

## OVERIGE AFZETMOGELIJKHEDEN

### 7.1 ZEEFGOED ALS GRONDSTOF VOOR BEHANG/WANDBEKLEDING

Wandbekleding is een behang dat in vloeibare vorm wordt aangebracht waarbij gebruik wordt gemaakt van cellulose als grondstof. Voor deze toepassing geldt eveneens dat het zeefgoed gewassen dient te worden. Ten tijde van het schrijven van dit rapport is nog geen nadere prijsinformatie ontvangen voor deze toepassing.

### 7.2 ZEEFGOED ALS GRONDSTOF VOOR KATTENBAKKORRELS

Voor het maken van kattenbakkorrels worden momenteel uiteenlopende materialen gebruikt. De grondstoffen voor kattenbakvulling kunnen verdeeld worden in: mineraal en niet-mineraal.

Minerale kattenbakvulling zijn bijvoorbeeld: calciumsilicaat, attapulgië (poreus restproduct van energiewinning), sepioliet, algaaniet en silicagel. De niet-minerale kattenbakvulling omvat o.a. houtkorrels, plantaardige vezels, geperste houtkorrels met hennepvezel.

Dit zijn relatief goedkope materialen. Indien men zeefgoed zou toepassen als kattenbakkorrel dient het materiaal eerst gewassen te worden, gedroogd waarna een processtap nodig is om er een product (kattenbakkorrel) van te maken. De mogelijke toepassing van zeefgoed is besproken met een producent van kattenbakvulling. De benaderde producent gaf aan zeefgoed niet kan concurreren met de huidige toegepaste grondstoffen. Daarnaast dient het zeefgoed voor deze toepassing schoon, droog en geurvrij te zijn. Daar bovenop dient het in staat zijn om geuren te absorberen. De omvang van deze afzetroute is in de orde van 100.000 ton per jaar. Voor een toepassing als kattenbakvulling dient het zeefgoed een negatieve marktwaarde te hebben. Voor afzet dient dus geld toegelegd te worden. Op basis van deze overwegingen is de conclusie dat het zeefgoed voor deze toepassing niet gevaloriseerd kan worden.

### 7.3 ZEEFGOED ALS GRONDSTOF VOOR BEGRAFENISKISTEN

Een afvalverwerker geeft aan dat er een realistische mogelijkheid is om zeefgoed te gebruiken als een duurzame grondstof voor het fabriceren van begrafeniskisten. Deze route is vervolgens nader onderzocht in samenwerking met een papierfabrikant. Hieruit is de conclusie getrokken dat het technologisch mogelijk is om zeefgoed voor deze toepassing te gebruiken.

Een voorwaarde voor deze afzetroute is dat het zeefgoed wordt voorbehandeld middels een schoonmaakstap. Indien het zeefgoed gewassen is en gedroogd kan het voor een prijs van circa € 0,- worden afgezet. Hiervoor is nog wel een ontwikkelingstraject nodig om een aantal prototypes te produceren. Ook is onderzoek nodig ten aanzien van de publieke perceptie (acceptatie).

De hoeveelheid grondstof die benodigd is voor de productie van begrafeniskisten zal aanzienlijk kleiner zijn dan de maximale beschikbare hoeveelheid zeefgoed.



#### 7.4 GEBRUIK VAN ZEEFGOED IN DE WEGENBOUW

In de wegenbouw wordt vezelmateriaal gebruikt om uitvloeien van het bitumen in asfalt tijdens de bouw te vertragen. Hierdoor wordt een betere structuur en een hogere kwaliteit van het asfalt gerealiseerd. De stoffen die voor dit doel worden ingezet heten 'afdruipremmers'. De vezelgrondstof heeft een belangrijk functie als tijdens het leggen van het asfalt de bitumen nog heet en vloeibaar zijn. De vezels binden het bitumen en zorgen voor een verhoging van de viscositeit, waardoor het vloeibare bitumen minder snel uitzakt en beter verdeeld blijft over het asfalt. Na afkoelen is het bitumen gestold en de vezel functieloos ingekapseld in het asfalt.

In de bereiding van asfalt worden de afdruipremmers toegevoegd aan de verwarmde steenslag, voordat hier de bitumen aan toegevoegd wordt. Dit gebeurt in een roterende trommel. Pellets en geclusterde vezels worden in de trommel door het steenslag 'vermalen' tot losse vezels en zo functioneel beschikbaar gemaakt. De exacte vorm waarin het materiaal wordt aangeboden is daarom van ondergeschikt belang. Wel is het wenselijk dat de afdruipremmers met het oog op opslag, transport en handling droog en geurarm zijn.

Het aantal leveranciers van afdruipremmers in Europa is beperkt tot vier (Duitsland (2), Luxemburg en Engeland). Doorgaans dient oud papier als grondstof voor de afdruipremmers. Gewassen en gedroogd zeefgoed lijkt sterk op de basisvariant van de afdruipremmers van een product van een van de leveranciers. In gesprekken met een drietal partijen in de sector heeft een partij uit de sector aangegeven zeefgoed een zeer interessant materiaal te vinden.

De overeenkomst tussen zeefgoed en afdruipremmers is zo sterk, dat vermoed wordt dat zeefgoed zoals gepresenteerd (droog en geurarm) mogelijk zonder verdere bewerking toegepast kan worden. Het kan wenselijk blijken om verontreinigingen te verwijderen, maar om dit te bepalen is nader onderzoek nodig. Hygiëneaspecten worden in eerste benadering als niet beperkend gezien.

De marktomvang voor afdruipremmers is niet exact te geven, maar gedacht moet worden in de orde van procenten van de bitumenmarkt, die weer procenten uitmaakt van de asfaltmarkt die in Nederland enkele miljoenen tonnen omvat: in eerste benadering ligt de markt voor afdruipremmers daarmee tussen 10.000 en 100.000 ton per jaar.

Het toepassen van zeefgoed als afdruipremmers biedt perspectief op een interessante business case. Er is een groot verschil tussen de huidige kosten voor de afzet van zeefgoed en de grondstofprijs voor de productie van afdruipremmers (100-200 €/ton drogestof), terwijl verwacht mag worden dat de kosten voor bewerking laag gaan zijn.

#### 7.5 GEBRUIK VAN ZEEFGOED ALS STUIFBESTRIJDERS

In de akkerbouw wordt papierpulp op het land gebruikt als stuifbestrijdingsmiddel. Cellulose is een alternatief voor de drijfmest, dat ruim een decennium geleden werd verboden als stuifbestrijder door de overheid. Papiercellulose kan als stuifbestrijder gebruikt worden. Hiervoor dient het cellulose te voldoen aan de bepalingen zoals opgenomen in het 'Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen' (BOOM). De gebruiksregels uit BOOM zijn per 1 januari 2008 opgenomen in het Besluit gebruik meststoffen (Bgm). Op dit moment krijgen de verwerkers van papiercellulose € 15,- per ton toe. Dit betekent dat het zeefgoed voor deze toepassing niet gevaloriseerd kan worden.

# 8

## EVALUATIE EN AANBEVELINGEN VOOR VALORISATIE VAN ZEEFGOED

### 8.1 EVALUATIE EN AANBEVELINGEN VOOR VALORISATIE VAN ZEEFGOED

In dit hoofdstuk evalueren we de haalbaarheid van de beschreven methoden om zeefgoed te valoriseren. Vervolgens trekken we conclusies en geven we aanbevelingen voor het vervolg gericht op het daadwerkelijk werk maken van het valoriseren van zeefgoed.

#### 8.1.1 EVALUATIE ROUTES VOOR ECONOMISCHE VALORISATIE ZEEFGOED

In deze studie zijn verschillende routes voor de afzet van zeefgoed onderzocht. Of een afzetroute haalbaar is hangt in hoge mate af van het economisch perspectief. Vanuit het oogpunt van de beheerder van de rwzi is de referentie momenteel dat het materiaal in het zeefgoed wordt afgezet als zuiveringsslib. Door dit materiaal af te scheiden en af te zetten als zeefgoed wordt op zich al een aanzienlijke verbetering verkregen waar het de afzetmogelijkheden en -kosten van die fractie van het slib betreft. Naar het zich laat aanzien verslechtert de situatie niet voor het overige slib, waardoor een algehele verbetering wordt gerealiseerd. Op het moment van schrijven van dit rapport is nog niet bekend of en in welke gevallen introductie van een fijnzeef interessant is vanuit economisch perspectief.

Voor de in dit rapport beschreven routes voor afzet van zeefgoed is het van belang dat deze een beter economisch perspectief kennen dan de nu gangbare afzet richting verbranding, of de afzet richting compostering. Voor de watersector wordt elk van die routes aantrekkelijk indien de afzetmogelijkheid gegarandeerd is en tegen lagere kosten dan de huidige routes.

De huidige afzetkosten voor zeefgoed zijn circa 20-100 €/ton afhankelijk van de afzetroute. Voor niet alle in deze studie gevonden afzetmogelijkheden is een prijs beschikbaar. Indien het zeefgoed wordt gebruikt als grondstof voor begrafeniskosten kan het materiaal kostenneutraal (€0 euro) worden afgezet. Voor de afzet van zeefgoed als isolatiemateriaal kan een prijs worden ontvangen variërend van €0,05 tot €0,20 per kg zeefgoed (50-200 €/ton bij >80% ds) afhankelijk van de aangeleverde kwaliteit. Voor toepassing van zeefgoed als grondstof voor de productie van polymelkzuur is het nu nog te prematuur om een prijsindicatie voor zeefgoed te kunnen geven, maar ligt de te verwachten waarde rond €0.

De beschikbare prijzen geven aan dat er perspectief is op afzetroutes die kostenneutraal zijn, of zelfs een kleine opbrengst kennen. Wel moet in een aantal gevallen rekening gehouden worden met bijkomende kosten voor het verbeteren van de kwaliteit.

In onderstaande tabel zijn de mogelijke methoden voor valorisatie van zeefgoed geëvalueerd op de aspecten: technologische haalbaarheid, economisch perspectief voor verwaarding van zeefgoed, realisatietermijn en ten slotte de potentie voor de afzethoeveelheid. Bij de beoorde-

ling is gebruik gemaakt van de criteria: - (matig), +/- (redelijk) en + (goed). In de laatste kolom wordt op deze wijze een totaal eindbeoordeling aangegeven voor het perspectief van de concrete valorisatie van zeefgoed. De toelichting op de gegeven scores staat onder de tabel.

TABEL 4 EVALUATIE VAN ONDERZOCHE VERWAARDINGSOPTIES VOOR ZEEFGOED

Toepassing	Criteria	Score	Eindbeoordeling valorisatie
Papier- en kartonindustrie	Technische haalbaarheid	+	-/+
	Economisch perspectief	-/+	
	Realisatietermijn	+	
	Imago aspecten	-	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
Isolatiemateriaal voor woningen	Technische haalbaarheid	+	+
	Economisch perspectief	+	
	Realisatietermijn <sup>1</sup>	+	
	Imago aspecten	-/+	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
Polymelkzuur	Technische haalbaarheid	+	+
	Economisch perspectief	+	
	Realisatietermijn <sup>1</sup>	-/+	
	Imago aspecten	-/+	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
Polyhydroxyalkanoaten	Technische haalbaarheid	+	-/+
	Economisch perspectief	-/+	
	Realisatietermijn <sup>1</sup>	-/+	
	Imago aspecten	-/+	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
(bio)ethanol	Technische haalbaarheid	+	+
	Economisch perspectief	+	
	Realisatietermijn	-/+	
	Imago aspecten	+	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
Kattenbak vulling	Technische haalbaarheid	-	-
	Economisch perspectief	-	
	Realisatietermijn	-	
	Imago aspecten	-/+	
	Potentie afzethoeveelheid	+	
Begrafeniskisten	Technische haalbaarheid	+	-
	Economisch perspectief	-	
	Realisatietermijn <sup>1</sup>	-/+	
	Imago aspecten	?	
	Potentie afzethoeveelheid	-	
Afdruipremmers	Technische haalbaarheid	+	+
	Economisch perspectief	+	
	Realisatietermijn	+	
	Imago aspecten	+	
	Potentie afzethoeveelheid	-/+	
Stuifbestrijder	Technische haalbaarheid	+	-
	Economisch perspectief	-	
	Realisatietermijn	+	
	Imago aspecten	-/+	
	Potentie afzethoeveelheid	-/+	

<sup>1</sup> toepassing is op afzienbare termijn te ontwikkelen. Indien de kwaliteit van het zeefgoed verbeterd kan worden is de realisatietermijn circa 1 jaar.

<sup>2</sup> beschikbaarheid van technologie maakt dat bij gebleken geschiktheid de business case voor zeefgoed gerealiseerd kan worden.

- Voor de meeste afzetroutes voor de valorisatie van zeefgoed geldt dat er vanuit technologisch perspectief geen directe aanleiding is om te veronderstellen dat er belemmeringen zijn die een valorisatie onmogelijk maken. Daarom zijn nagenoeg alle afzetroutes voor valorisatie van zeefgoed als 'positief' beoordeeld op de technologische haalbaarheid. De enige route die op het criterium 'technologisch' niet als positief is beoordeeld is kattenbak vulling omdat voor deze toepassing het zeefgoed geuren dient te absorberen en waar dus een technologische oplossing voor dient te worden gevonden.
- Indien we het perspectief voor economische verwaarding van zeefgoed in ogenschouw nemen dan geldt dat de afzetroutes voor isolatiemateriaal, de productie van polymelkzuur, de productie van afdruiptremmers en (bio)ethanol kansrijk zijn en als positief zijn beoordeeld. Het criterium positief betekent in dit kader dat het zeer waarschijnlijk is dat er een positieve verwaarding van het zeefgoed gerealiseerd kan worden.
- Voor de meeste afzetroutes van zeefgoed geldt dat de termijn waarop de valorisatie gerealiseerd kan worden redelijk is; dat wil zeggen tussen 1 en de 2 jaar. De routes waarbij het zeefgoed dient als grondstof voor isolatietoepassingen (thermisch en akoestisch) in woningen is net als begrafeniskisten binnen afzienbare termijn (<1 jaar) te realiseren. Ook toepassing in de wegenbouw lijkt op vrij korte termijn realiseerbaar. Productie van polymelkzuur en polyhydroxyalkanoaten heeft nog een ontwikkelingstijd nodig (< 5 jaar).
- In de verkenning naar de imagoaspecten gekoppeld aan de verwaarding van zeefgoed blijkt dat dit imago een belemmering is voor toepassing in de papier- en kartonindustrie. Ook voor de productie van polymelkzuur is dit een aspect wat nog nader wordt meegenomen in de evaluatie. De geur van het materiaal wordt veelvuldig genoemd als belemmering om het materiaal uitgebreider in overweging te nemen ter vervanging van bestaande grondstoffen zoals in de wegenbouw. Ook voor toepassing als isolatiemateriaal en begrafeniskisten is het een voorwaarde dat het materiaal wordt gewassen voordat het kan dienen als grondstof voor producten. De geur van het zeefgoed vormt voor chemische omzettingen naar polyhydroxyalkanoaten en (bio)ethanol geen belemmering en is daarom op dit aspect als positief beoordeeld.
- Indien we de afzetroutes beoordelen op de mogelijkheid om een hoeveelheid zeefgoed af te zetten die betreffende de omvang van de beschikbare hoeveelheid aansluit bij de marktvrage van de betreffende afzetroute dan geldt dat de meeste afzetroutes als positief kunnen worden beoordeeld. De hoeveelheid zeefgoed die afgezet kan worden als grondstof voor begrafeniskisten wordt als laag geschat en daarom is dit criterium als matig gekwalificeerd voor deze toepassing.

## 8.2 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het geheel overziende kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- In deze studie zijn een aantal realistische mogelijkheden geïdentificeerd om zeefgoed af te zetten. Zeefgoed is een aantrekkelijke grondstof voor:
  - de productie van isolatiemateriaal
  - de productie van (bio)ethanol
  - de productie van afdruiptremmers
  - de productie van polymelkzuur onder gebruikmaking van een commercieel toepasbaar proces.
- voor afzet van zeefgoed in de toepassingen isolatiemateriaal, productie van bio-ethanol, afdruiptremmers en/of polymelkzuur is een naar verwachting aantrekkelijk economisch perspectief aanwezig;
- de indicatieve inkoopprijs die voor zeefgoed betaald kan worden varieert van € 0,05 tot € 0,20 per kg zeefgoed (50-200 €/ton bij >80% ds) afhankelijk van de aangeboden kwaliteit;
- voor afzet van het zeefgoed voor toepassing als isolatiemateriaal is het een voorwaarde dat het materiaal geurvrij is en dus een voorbehandeling dient te ondergaan;
- deze voorbehandeling kan worden gerealiseerd door middel van eenvoudige bestaande technieken zoals een wasstap (zie bijlage 1);
- Ook is het gebruik van zeefgoed voor omzetting naar (poly)melkzuur kansrijk. Hiervoor is mogelijk geen voorbehandeling (wasstap) van het zeefgoed noodzakelijk, maar dient wel nader onderzoek uitgevoerd te worden naar de fermentatie van het materiaal.
- De afzetroute waarbij valorisatie van zeefgoed plaats vindt door middel van omzetting naar (bio)ethanol lijkt zowel in technologisch- als economisch opzicht kansrijk:
  - Technologisch kan dit een aantrekkelijke route zijn omdat het cellulose reeds in ‘ontsloten’ vorm beschikbaar is;
  - In economisch opzicht omdat zeefgoed wordt gevaloriseerd door omzetting naar (bio) ethanol en het restant naar biogas waarbij tevens een deel van de benodigde infrastructuur reeds bij bestaande rwzi installaties beschikbaar is.

We bevelen dan ook aan om een drietal business cases op te stellen waarbij valorisatie van het zeefgoed gerealiseerd gaat worden voor drie concrete toepassingen. Hierbij is een differentiatie aangebracht in een toepassing waarvoor wel een wasstap benodigd is en een toepassing waarvoor geen wasstap benodigd is.

Dit resulteert in de volgende drie concrete toepassingen waarbij het zeefgoed gevaloriseerd kan gaan worden:

- Zeefgoed als grondstof voor de productie van (bio)ethanol
- Zeefgoed als grondstof voor isolatiemateriaal
- Zeefgoed als grondstof voor afdruiptremmers

Door het inzichtelijk maken van de economische haalbaarheid voor één of meerdere van deze toepassingen wordt duidelijk of er een verdienmodel voor afzet van zeefgoed aanwezig is.

Kenmerkend voor de verwaarding van zeefgoed is dat behalve de technische-, economische- en juridische haalbaarheid, hygiëne, imago en logistiek eveneens belangrijke factoren zijn die in meer of mindere mate bijdragen aan het realiseren van een keten en daarmee aan de succesvolle valorisatie van het zeefgoed. Daarom is het van belang dat de aspecten hygiëne, imago en logistiek eveneens verder uitgewerkt worden voor de drie aanbevolen toepassingen als integraal onderdeel van de economische verwaarding van zeefgoed.

# 9

## LITERATUUR

### 9.1 GEBRUIKTE LITERATUUR EN OVERIGE VERWIJZINGEN

Chang, N H, Kim, N-G, Kang, J & Jeong, C M (2010), Biomass-derived Volatile Fatty Acid Platform for Fuels and Chemicals. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, (15)1-10.

Doorn, van de Kamp (2009), Verwerking van zeefgoed voor duurzame energieopwekking, ECN rapport, ECN-x-09-141

Stowa (2010), Influent fijnzeven in RWZI's, ISBN 978.90.5773.477.9

**BIJLAGE 1**

# PERSPECTIEF VOOR WASSEN VAN ZEEFGOED

Indien het zeefgoed is gewassen zijn een aantal afnemers bereid om het zeefgoed toe te passen. Om het zeefgoed te kunnen wassen zijn reeds bestaande methoden aanwezig. Om dit te verifiëren is het zeefgoed op eenvoudige wijze gewassen. De onderstaande foto's 3 en 4 laten zien dat het materiaal na een eenvoudige wasbeurt al aanzienlijk schoner is geworden.

FOTO 3

ZEEFGOED NA WASSEN



FOTO 4

DETAILOPNAME ZEEFGOED NA WASSEN



Ook is de geur van het zeefgoed na wassen en drogen verdwenen. Er zijn op grotere schaal diverse mogelijkheden om het zeefgoed op een efficiënte wijze te wassen. We noemen in onderstaande een aantal bestaande mogelijkheden:

In de papierindustrie wordt in de 'stofbereiding' oud papier klaargemaakt voor hergebruik, waarbij alle verontreinigingen verwijderd worden. Deze bewerking is uitgebreider dan nodig is om uit zeefgoed een schone vezel te winnen. Met een eenvoudige variant van de 'stofbereiding' is het tenminste mogelijk een schone vezel te verkrijgen die zich leent voor afzet van zeefgoed in uiteenlopende toepassingen.

Een andere methode ten slotte om het zeefgoed te wassen en relatief goedkoop te drogen is het gebruik van de technologie van BioValor te Arnhem ([www.biovalor-europe.com](http://www.biovalor-europe.com)). BioValor Europe BV heeft de beschikking over de zogenoemde Pulverizing Air Drying technologie. De PAD technologie is een nieuwe innovatieve niet-thermische droogtechnologie. De PAD laat een bewezen energiebesparing zien van 75-85% vergeleken met de conventionele thermische droogtechnieken.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat met gebruikmaking van bestaande methoden het mogelijk is om het zeefgoed te wassen en te drogen zodat het zeefgoed geschikt is voor verdere verwerking. Indien het materiaal gewassen en gedroogd is het waarschijnlijk dat ook andere toepassingen in zicht komen omdat vezels in toenemende mate in de belangstelling staan als grondstof voor diverse toepassingen.