



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Organisk Affald Forbehandlet biopulp til biogasanlæg

Miljøprojekt nr. 2072

Februar 2019



Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Per Haugsted Petersen, Rasmus Eisted og Inge  
Lisbeth Werther, Rambøll Danmark A/S

Grafiker/bureau: Jane Walsøe Schjerning,  
Rambøll Danmark A/S

ISBN: 978-87-7038-047-8

Miljøstyrelsen offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Projektets baggrund og formål</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>8</b>
2.1	Konklusion og anbefalinger	10
<b>3.</b>	<b>English summary</b>	<b>12</b>
3.1	Conclusion and recommendations	14
<b>4.</b>	<b>Beskrivelse af projektet</b>	<b>16</b>
4.1	Forbehandling af det organiske affald i Danmark	17
4.2	Behandling i biogasanlæg i Danmark	17
4.3	Behandling i biogasanlæg i udlandet (Sverige, Norge, Tyskland, Østrig og England)	17
<b>5.</b>	<b>Forbehandling af det organiske affald</b>	<b>18</b>
5.1	Indledning	18
5.2	Behandling på forbehandlingsanlæg	18
5.3	Teknologi til fjernelse af fysiske urenheder	19
5.4	Opsamling	20
<b>6.</b>	<b>Behandling på komposterings- eller biogasanlæg i Danmark</b>	<b>21</b>
6.1	Indledning	21
6.2	Behandling på komposteringsanlæg	21
6.3	Behandling på biogasanlæg	22
6.3.1	Anlæg med egen forbehandling	23
6.3.2	Anlæg uden egen forbehandling	23
6.4	Opsamling	24
<b>7.</b>	<b>Krav til fysiske urenheder i andre lande</b>	<b>25</b>
7.1	Indledning	25
7.2	Krav til fysiske urenheder og analysemetoder i Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland, Østrig og EU	25
7.2.1	Tyskland	28
7.2.2	England	28
7.2.3	Sverige	28
7.2.4	Norge	29
7.2.5	Finland	30
7.2.6	Østrig	30
7.2.7	ECN	30
7.2.8	EU	30
7.3	Sammenligning	31
<b>8.</b>	<b>Metoder til bestemmelse af fysiske urenheder</b>	<b>33</b>
8.1	Dansk Standard	33
8.2	Tyskland	33

8.3	SPCR 120, Sverige	33
8.4	Teknologisk institut	33
<b>9.</b>	<b>Ringtest til vurdering af analysemetoder</b>	<b>34</b>
9.1	Indledning	34
9.2	Prøveudtagningskampagne	34
9.3	Forbehandlingsanlæg	34
9.4	Udtagning af prøver	35
9.5	Forbehandlingsanlæg og prøver	36
9.6	Laboratorier	36
9.7	Analysemetoder	37
9.7.1	Metode 1 gennemført af Eurofins A/S	37
9.7.2	Metode 2 gennemført af Teknologisk Institut	37
9.7.3	Metode 3 (særlig tørring ved 65°C) gennemført af Analytech	38
9.7.4	Vurderinger af de anvendte metoder	39
9.8	Analyseresultater	39
9.8.1	Bestemmelse af tørstof (test af metode)	41
9.8.1.1	Analyse	41
9.8.1.2	Vurdering	42
9.8.1.3	Konklusion	42
9.8.1.4	Anbefaling	42
9.9	Opsamling	42
9.9.1	Prøvetagning og -behandling	43
9.9.2	Tørstofbestemmelse	43
9.9.3	Sortering	43
9.9.4	Tørring	43
9.9.5	Metode	43
9.9.6	Analyseresultater	43
<b>10.</b>	<b>Efterskrift</b>	<b>44</b>
10.1	Fra areal til tørstof værdier	45
<b>11.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>46</b>
11.1	Forslag til krav/grænseværdier for fysiske urenheder	47
11.2	Forslag til metode	47
11.3	Forslag til prøvetagning og -hyppighed	47
11.4	Anbefalinger	48
<b>12.</b>	<b>Referenceliste</b>	<b>49</b>
<b>Bilag 1.</b>		<b>51</b>
Bilag 1.1	Vejledning i prøvetagning	51
Bilag 1.2	Billeder af fysiske urenheder, Teknologisk institut	52
Bilag 1.3	Billeder af fysiske urenheder, Eurofins	69

# 1. Projektets baggrund og formål

I forbindelse med udmøntningen af Ressourcestrategiens mål om bedre udnyttelse af det organiske affald og EU's målsætninger om højere grad af cirkulær økonomi er det væsentligt at kunne sikre, at anvendelsen af ressourcerne i det organiske affald ikke bidrager til nye miljømæssige problemstillinger.

Udnyttelsen af det organiske affald via kompostering eller afgangning i biogasanlæg med efterfølgende anvendelse på landsbrugsjord udfordres i dag af det faktum, at affaldet meget vel kan indeholde dele af fremmede materialer, der ikke ønskes udspreddt i miljøet. Der er her tale om glas, metal, kompositter, tekstil, læder og i særdeleshed plastik. Plastik er som materiale særligt problematisk, fordi massefylden er lav og derfor svær at bundfælde, og overfladen kan være meget stor i forhold til vægten og derfor væsentligt mere synlig. Indholdet af disse uønskede materialer (i projektet kaldet fysiske urenheder) har vist sig at være en betydende parameter for anvendelsesmuligheder af ressourcerne i det organiske affald, herunder Kildesorteret Organisk Dagrenovation (KOD).

I bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (Affald-til-jord bekendtgørelsen) stilles der krav til kvaliteten af organisk affald i form af indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Der var i de danske regler ikke krav til måling for "fysiske urenheder", men den øgede fokus på indsamling, forbehandling og afgangning i biogasanlæg af organisk affald med efterfølgende anvendelse på landbrugsjord har medført, at der er kommet fokus på eventuelt forekomst af urenheder i det forbehandlede organiske affald (biopulp), der tilføres biogasanlægget samt i den afgassede biomasse, der udspreddes på landbrugsjord.

Når der fremadrettet skal ske en øget genanvendelse af det organiske affald, er det derfor vigtigt, at der er tillid til kvaliteten af det organiske affald, herunder at der f.eks. ikke forekommer uønskede plaststykker m.m. i slutproduktet.

Med henblik på at kunne bibeholde tilliden til renheden af den forbehandlede biopulp samt fortsat sikre, at biogasanlæggene vil aftage biopulpen, er der behov for at få mere viden om renheden af biopulpen, herunder indholdet af plast.

Formålet med projektet var at undersøge den forbehandlede biopulp fra de forskellige forbehandlingsanlæg for indholdet af fysiske urenheder med henblik på at kunne fastsætte en grænseværdi for indholdet af fysiske urenheder i den forbehandlede biopulp i Affald-til-Jordbekendtgørelsen samt at præsentere som vejledningsmateriale forslag til analysemetode(r) og prøvetagningsmetode.

I forbindelse med projektet er det undersøgt hvilke krav, der stilles til den forbehandlede biopulp i andre lande, som f.eks. Tyskland, England, Sverige, Norge og Østrig.

## 2. Sammendrag

Udnyttelsen af det organiske affald via kompostering eller afgasning i biogasanlæg med efterfølgende anvendelse på landbrugsjord udfordres i dag af det faktum, at affaldet meget vel kan indeholde dele af fremmede materialer, der ikke ønskes udsprede i miljøet. Der er her tale om glas, metal, kompositter, tekstil, læder og i særdeleshed plastik. Plastik er særligt problematisk, fordi massefylden er lav, og overfladen kan være meget stor, hvorfor det kan være væsentligt mere synligt. Indholdet af disse uønskede materialer har vist sig at kunne være en betydende parameter for anvendelsesmuligheder af ressourcerne i det organiske affald, herunder kildesorteret organisk dagrenovation (KOD) fra husholdningerne og organisk affald fra servicesektoren.

Formålet med projektet var at undersøge hvilke yderligere krav, der skal stilles til kvaliteten af den forbehandlede biopulp med fokus på indholdet af fysiske urenheder, inden den leveres til biogasanlæg og i givet fald hvilke parametre og metoder prøverne skal udtages og analyseres efter.

Fysiske urenheder anvendes som en fælles betegnelse for den totale mængde af uønskede materialer i biopulpen. Det er materialer, som f.eks. sten, jord, metal, glas, gummi, plast m.v.. Nogle af urenhederne kan være synlige for det blotte øje, og andre er ikke-synlige i biopulpen eller komposten.

Projektet har undersøgt hvilke parametre, som det forbehandlede madaffald (biopulp) i dag undersøges for samt om de biogasanlæg, der modtager den forbehandlede biopulp, stiller yderligere krav til kvaliteten af biopulpen, som f.eks. krav til fysiske urenheder, herunder plaststykker.

Udover at undersøge de eventuelle danske krav, er det undersøgt hvilke krav til fysiske urenheder i biopulp, der stilles i andre lande (Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland og Østrig).

Der er i projektet gennemført en ringtest for at sammenligne renheden af den forbehandlede biopulp fra de forskellige forbehandlingsanlæg samt at sammenligne de forskellige laboratorier og de anvendte analysemetoder.

Ringtesten er udført på 4 forskellige forbehandlingsanlæg, hvor der er udtaget 6 ens prøver fra hvert anlæg. Prøverne er analyseret på 3 forskellige laboratorier (2 ens prøver fra hvert anlæg er sendt til de tre laboratorier) for fysiske urenheder. Hvert laboratorium har anvendt deres respektive analysemetode. Resultaterne fremgår af nedenstående tabel 2-1.

**Tabel 2-1 Analyseresultater af ringtest**

Anlæg	Prøve	Tørstof	Tørring	Urenheder	Urenheder	Urenheder	Urenheder	Urenheder
		[%]	[°C]	Total	Total	Plast	Plast	Plast
				[% TS]	[g/kg]	[% TS]	[g/kg]	[cm <sup>2</sup> /kg]
<b>Eurofins</b>								
Anlæg V	A	10,7	105	0,240	0,527		0,160	45,27
Anlæg V	B	11,7	105	0,230	0,537		0,038	14,20
Anlæg X	A	11,2	105	0,060	0,290		0,003	2,69
Anlæg X	B	10,9	105	0,100	0,218		0,000	1,09
Anlæg Y	A	5,7	105	1,000	1,141		0,120	48,58
Anlæg Y	B	5,7	105	0,940	1,082		0,100	41,87
Anlæg Z	A	8,8	105	0,350	0,600		0,024	12,59
Anlæg Z	B	11,4	105	0,160	0,358		0,016	15,78
<b>Teknologisk Institut</b>								
Anlæg V	C	17,8	60	0,208		0,116		
Anlæg V	D	17,4	60	0,287		0,204		
Anlæg X	C	14,0	60	0,086		0,034		
Anlæg X	D	14,2	60	0,054		0,022		
Anlæg Y	C	10,0	60	0,725		0,528		
Anlæg Y	D	10,1	60	0,726		0,529		
Anlæg Z	C	14,8	60	0,180		0,111		
Anlæg Z	D	14,4	60	0,475		0,124		
[cm <sup>2</sup> /l]								
<b>Analytech</b>								
Anlæg V	E	17,5	50	0,388		0,341		36
Anlæg V	F	17,2	50	0,291		0,290		15
Anlæg X	E	14,2	50	0,021		0,011		0,9
Anlæg X	F	14,1	50	0,046		0,034		4,5
Anlæg Y	E	9,92	50	0,684		0,602		35
Anlæg Y	F	10,1	50	0,222		0,130		17
Anlæg Z	E	14,4	50	0,060		0,035		2,9
Anlæg Z	F	14,5	50	0,163		0,109		11

Den gennemførte ringtest har testet følgende tre metoder til bestemmelse af fysiske urenheder:

- Avfall Sverige Rapport U2014:13, samt BGKII:10 1998:4
- Teknologisk instituts egen metode
- Methods Book for Analyses of Compost, (FCQAO), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

Analyseresultaterne viser, at der er store variationer i indholdet (vægt og areal) af fysiske urenheder i samme prøve ved samme analysemetode, hvilket indikerer, at antallet af test/prøver ikke var tilstrækkeligt stort til, at der kan konkluderes noget sikkert. Det vurderes, at prøvetagningen har betydning for analyseresultaterne samt, at analyseresultaterne bør beregnes på samme måde.



Der er foretaget en begrænset analyse af problemstillingen omkring mængden af biopulp til tørstofbestemmelse. Ved denne analyse har et laboratorium foretaget tørstofbestemmelse på 16 delprøver af den samme udtagne prøve.

Af den samlede prøve blev udtaget 16 delprøver fordelt på 4 delprøver af 10 gram, 4 delprøver af 25 gram, 4 delprøver af 50 gram og 4 delprøver af 100 gram, udelukkende for at afprøve sammenhængen mellem delprøvens mængde og delprøvens tørstofindhold i %.

Den gennemførte analyse giver, på grundlag af det udførte arbejde, ikke anledning til at konkludere, at der er væsentlig forskel på bestemmelse af indholdet af tørstof, baseret på forskellige mængder, udtaget til analyse i intervallet 10-100 gram. Der er ikke analyseret delprøver mindre end 10 gram, men det kan ikke udelukkes, at der med et højt indhold af fysiske urenheder følger en stigende usikkerhed i bestemmelsen ved meget små mængder delprøve (under 10 gram).

## 2.1 Konklusion og anbefalinger

Projektet har vist, at branchen bredt ønsker en høj kvalitet samt fælles krav og standard for fysiske urenheder. Høj kvalitet og krav til fysiske urenheder er vigtige faktorer for genanvendelsen af organisk affald til jordbrugsformål.

Baseret på undersøgelsen af de tilgængelige analysemetoder, den gennemførte ringtest og efterfølgende erfaringer fra branchen foreslås det, at følgende krav til fysiske urenheder for biopulp, der skal leveres til biogasanlæg, indføres i Affald-til-jord bekendtgørelsen:

*Biopulp og kompost:*

- En vægtbaseret grænseværdi for den totale mængde af fysiske urenheder (glas, metal, gummi, plast mv.) større end 2 mm på 0,5 vægtprocent/tørstof.
- En vægtbaseret grænseværdi for plast større end 2 mm på 0,15 vægtprocent/tørstof og en arealbaseret grænseværdi for plast på 1 cm<sup>2</sup> pr. procent tørstof, målt i 1 liter biopulp.

Analyseresultaterne for fysiske urenheder bør indgå som et krav i deklARATIONEN på samme måde som analyseresultaterne for tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Endvidere bør det også fremgå, om der er anvendt kemiske stoffer, som f.eks. flokkuleringsmiddel, i forbindelse med afvanding af biopulpen, da det i sig selv kan være en kilde til uønskede stoffer.

Det anbefales på baggrund af det udførte forsøg, at der ved tørstofbestemmelse fastlægges en nedre grænse for delprøvemængder til tørstofbestemmelse på mindst 25 gram.

Forbehandlingsanlæggene afgør selv hvilken metode, de ønsker at benytte, men det er vigtigt, at følgende overholdes:

- at både prøven og analysemetoden bliver beskrevet grundigt, da de enkelte metoder giver plads til forskelligheder
- at anlægget vælger den samme metode for alle de analyser, der foretages, således at resultaterne kan sammenlignes
- at analyseresultater skal beregnes i forhold til TS og for plast i forhold til en vægtbaseret og arealbaseret grænseværdi
- at der som minimum skal anvendes 2 mm sigte
- at prøven skal tørres, da det er det mest praktiske. Tørringstemperatur bør ikke overskride 65 grader
- at forbehandlingsanlæg bør have et egenkontrolprogram

For kompost foreslås det at anvende den eksisterende DS/CEN/TS 16202.

Der er i projektet udarbejdet en vejledning i prøvetagning, som forslås anvendt for biopulp, der leveres til biogasanlæg, jf. bilag 1. Følgende foreslås:

- Der udtages 12 løbende repræsentative prøver pr. år, hvoraf 4 prøver foretages af et akkrediteret laboratorium. Hvis der på en måned er mindre end 5 produktionsdage, overføres prøven til næste måned.
- En repræsentativ prøve udtages således: 1 prøve pr. dag, som samles til en ugentlig prøve. De ugentlige prøver samles til 1 månedsprøve, der analyseres.
- Prøvetagningssted: Ved tilløbet til tanken med den færdige biopulp og før evt. hygiejnisering. Prøvemængden, der udtages, bør være mindst 8 liter.
- Forbehandlingsanlæggene skal have et egenkontrolprogram.
- Prøverne skal opbevares på frost, og forsendelse af de frosne prøver skal ske i isolerede kasser inden for én arbejdsdag.
- Analyse for tørstof skal foretages med det samme ved optøning.

### 3. English summary

Today the utilization of organic waste via composting or degassing in biogas plants followed by application to agricultural area is challenged by the fact that the waste may well contain parts of foreign materials that should not be spread in the environment. These include glass, metal, composites, textiles, leather and in particular plastic. Plastics are particularly problematic because the density is low, and the surface can be very large, why it may be significantly more visible. The content of these undesired materials has shown to be a considerable parameter for applications of the resources in organic waste, including source separated organics (SSO) from households and organic waste from the service sector.

The purpose of this project is to investigate which further requirements shall be made to the quality of the pretreated bio pulp, focusing on the content of physical impurities, before it is delivered to biogas plants and, if so, which parameters and methods should apply to the sampling and analyses.

Physical impurities are used as a common term for the total amount of undesired materials in the bio pulp. This is materials such as stone, soil, metal, glass, rubber, plastic, etc. Some impurities are visible to the naked eye, and others are not visible in the bio pulp or compost.

The project has studied the parameters used for examination of the pretreated food waste (bio pulp) today and whether the biogas plants receiving the pretreated bio pulp, have further requirements to the quality of bio pulp, e.g. requirements to physical impurities, including plastic pieces.

In addition to examining the Danish requirements, if any, the requirements for physical impurities in bio pulp in other countries (Germany, England, Sweden, Norway, Finland and Austria.) have been studied.

A ring test has been carried out to compare the purity of the pre-treated bio pulp from the various pre-treatment plants, and to compare the different laboratories and the analytical methods used.

The ring test has been carried out at 4 different pre-treatment plants, where 6 identical samples have been taken on each plant. The samples are analysed at 3 different laboratories for physical impurities (2 identical samples from each plant were sent to the three laboratories). Each laboratory has used their respective analytical method for analyses. The results are shown in table 3-1 (below)

**Table 3-1 Analyses results from the ring test**

Plant	Test	Dry matter	Drying	Impurities	Impurities	Impurities	Impurities	Impurities
		[%]	[°C]	Total [% TS]	Total [g/kg]	Plastics [% TS]	Plastics [g/kg]	Plastics [cm <sup>2</sup> /kg]
<b>Eurofins</b>								
Plant V	A	10.7	105	0.240	0.527		0.160	45.27
Plant V	B	11.7	105	0.230	0.537		0.038	14.20
Plant X	A	11.2	105	0.060	0.290		0.003	2.69
Plant X	B	10.9	105	0.100	0.218		0.000	1.09
Plant Y	A	5.7	105	1.000	1.141		0.120	48.58
Plant Y	B	5.7	105	0.940	1.082		0.100	41.87
Plant Z	A	8.8	105	0.350	0.600		0.024	12.59
Plant Z	B	11.4	105	0.160	0.358		0.016	15.78
<b>Tecnological Institute</b>								
Plant V	C	17.8	60	0.208		0.116		
Plant V	D	17.4	60	0.287		0.204		
Plant X	C	14.0	60	0.086		0.034		
Plant X	D	14.2	60	0.054		0.022		
Plant Y	C	10.0	60	0.725		0.528		
Plant Y	D	10.1	60	0.726		0.529		
Plant Z	C	14.8	60	0.180		0.111		
Plant Z	D	14.4	60	0.475		0.124		
								[cm <sup>2</sup> /l]
<b>Analytech</b>								
Plant V	E	17.5	50	0.388		0.341		36
Plant V	F	17.2	50	0.291		0.290		15
Plant X	E	14.2	50	0.021		0.011		0.9
Plant X	F	14.1	50	0.046		0.034		4.5
Plant Y	E	9.92	50	0.684		0.602		35
Plant Y	F	10.1	50	0.222		0.130		17
Plant Z	E	14.4	50	0.060		0.035		2.9
Plant Z	F	14.5	50	0.163		0.109		11

The completed ring test has tested the following three methods for determining the physical impurities:

Avfall Sverige Rapport U2014:13, samt BGKII:10 1998:4

Technological Institute's own method

Methods Book for Analyses of Compost, (FCQAO), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

The analysis results show large variations in the content (weight and area) of physical impurities in the same sample using the same analyses method, indicating that the number of tests/samples is not sufficiently large to draw a safe conclusion. It is assessed that the sampling has an impact on the analytical results and that the analyses results should be calculated in the same way.

Moreover, a limited analysis has been made of the problem concerning the amount of bio pulp to dry matter determination. In this analysis, a laboratory has carried out dry matter determination on sub-samples of the same sample divided into different sample quantities.

Thus, four sub-samples of 10 grams, 4 sub-samples of 25 grams, 4 sub-samples of 50 grams and 4 sub-samples of 100 grams were taken, solely to test the correlation between the sub-sample quantity and the dry matter content of the sub-sample in %.

The analysis does not, on the basis of the work done, rise to the conclusion that there is a significant difference in the determination of the dry matter content based on different amounts taken for analysis in the range of 10-100 grams. No sub-samples below 10 grams have been analyzed, but it cannot be ruled out that with a high content of physical impurities, follows an increasing uncertainty in the determination of very small sub-sample (less than 10 grams).

### 3.1 Conclusion and recommendations

In general, the project has shown that the industry broadly asks for a high quality as well as common requirements and standards for physical impurities. High quality and demands to physical impurities are important factors for the recycling of organic waste for agricultural purposes.

Based on the study of the available analytical methods, the conducted ring test and experience from the branch in 2017, it is suggested that the following requirements for physical impurities for bio pulp supplied to biogas plants are introduced in the Statutory Order on the application of waste for agricultural purposes:

*Bio pulp and compost:*

- A weight-based limit value for the total amount of physical impurities (glass, metal, rubber, plastic, etc.) of 0.5% weight percent of total DM
- A weight-based limit value for plastics of 0,15% weight percent of total DM and an area-based limit value for plastics of 1 cm<sup>2</sup> pr. percent DM, measured in 1 liter bio pulp.

The results of the analysis for physical impurities should be included as a demand in the declaration in the same way as the analysis results for heavy metals and xenobiotics. Furthermore, it should also be stated whether chemical substances have been used, e.g. flocculants relating to the drainage of the bio pulp as it itself may be a source of undesirable substances.

Based on the performed test, it is recommended to lay down a lower limit on 25 grams for sub-sample quantities for dry matter determination.

The pretreatment plants decide themselves on the method they want to employ, but it is important to observe the following:

- Both the sample and the analytical method are described in detail as the individual methods make room for differences.
- The plant chooses the same method for all analyses that are performed, so that the results can be compared
- Analysis results shall be calculated in relation to DM
- 2 mm sieve should be used as a minimum
- The sample must be dried as this is most practical. Drying temperature should not exceed 65 degrees
- Pre-treatment plants should have a self-regulation program

For compost, it is proposed to use the existing DS/CEN/TS 16202.

The project has developed a sampling instruction, (Appendix 1.1), which is suggested for bio pulp sampling supplied for biogas plants. The following are proposed:

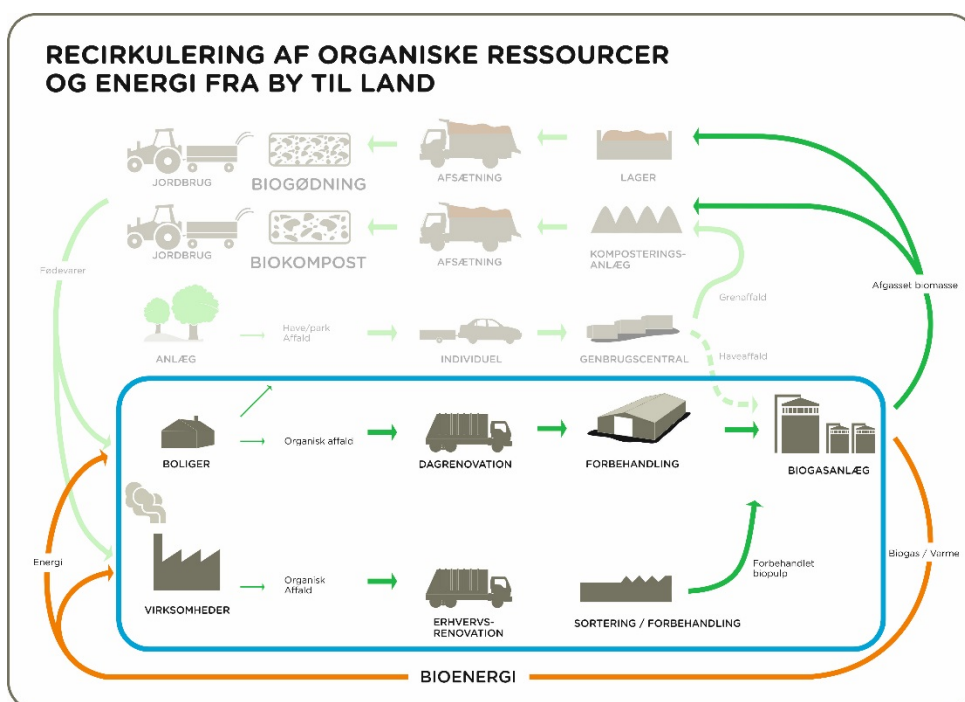
- 12 continuous and representative samples are taken each year of which 4 samples are taken by an accredited laboratory. If in one month has less than 5 production days, the sample is transferred to the following month.
- A representative sample is taken as follows: 1 sample is collected per day, and added for one weekly sample. The weekly samples are collected for 1 monthly sample, which is analyzed.
- Sampling point: At the inlet of the tank with the finished bio pulp and before a possible sanitation. The amount of the sample ought to be at list 8 liter.
- Pre-treatment plants must have a self-regulation program.
- Samples must be stored frozen and shipment of the frozen samples must be in isolated boxes within one working day.
- Analysis for dry matter should be carried out immediately when thawing.

## 4. Beskrivelse af projektet

Fokus i projektet har været at undersøge, om der er behov for at stille yderligere krav til kvaliteten af den forbehandlede biopulp, produceret af organisk affald fra husholdninger og servicesektoren ud over de krav, som allerede stilles i Affald-til-Jord bekendtgørelsen. Der er særlig fokus på indholdet af fysiske urenheder.

Indholdet af fysiske urenheder har, i forbindelse med den fremtidige udnyttelse af organisk affald fra husholdninger og servicesektoren, vist sig at være en betydende parameter for genanvendelsesmuligheder af ressourcerne i det organiske affald, herunder KOD.

Nedenstående figur 1 viser kredsløbet for organiske ressourcer, hvor kredsløbet for det organiske fra husholdninger og fra virksomheder/servicesektoren er fremhævet. Som det ses af figuren, bliver madaffald fra husholdninger og organisk affald fra virksomheder/servicesektoren forbehandlet efter indsamling til en biopulp, der afsættes til biogasanlæg, hvorefter den afgassede biomasse afsættes som biogødning/biokompost til jordbrugsformål.



Figur 1. Det samlede kredsløb for organiske ressourcer og energi, hvoraf de med blått markerede delelementer indgår i denne rapport

Projektet skal undersøge, om der er behov for at stille krav til andre parametre end miljøfremmede stoffer og tungmetaller med særlig fokus på fysiske urenheder. Projektet skal kortlægge hvilke parametre, den forbehandlede biopulp i dag undersøges for, samt om der bør stilles yderligere krav til den forbehandlede biopulp, som f.eks. krav til fysiske urenheder, herunder plaststykker.

Udover de danske krav, der stilles til kvaliteten af forbehandlet biopulp, undersøges og præsenteres hvilke krav, der i dag stilles til forbehandlingsanlæg i andre lande, herunder Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland og Østrig..

Fysiske urenheder anvendes som en fælles betegnelse for den totale mængde af uønskede materialer i biopulpen, som ikke er kemiske. Det er materialer, som f.eks. sten, jord, metal, glas, gummi, plast m.v.. Nogle af urenhederne kan være synlige for det blotte øje, og andre er ikke-synlige i biopulpen eller komposten.

Synlige urenheder anvendes om uønskede materialer, som kan ses med det blotte øje i biopulp eller kompost.

I rapporten anvendes begrebet fysiske urenheder, da der undersøges for både synlige og ikke-synlige materialer. Der er endvidere særlig fokus på plast, da især plaststykker har vist sig at være en væsentlig parameter for anvendelsen af forbehandlet organisk affald.

Projektet omfatter følgende:

#### **4.1 Forbehandling af det organiske affald i Danmark**

- Hvilke krav stiller forbehandlingsanlæg til det affald, som de modtager:
  - KOD (kildesorteret organisk dagrenovation)
  - Organisk affald fra servicesektoren (detailhandel, restauranter, storkøkkener)
- Hvilke parametre undersøges biopulpen for, og hvad viser de foretagne analyser af den forbehandlede biopulp, herunder indholdet af fysiske urenheder som f.eks. plast.

#### **4.2 Behandling i biogasanlæg i Danmark**

- Stiller biogasanlægget – udover de lovpligtige krav til tungmetaller og miljøfremmede stoffer - andre krav til den forbehandlede biopulp, som f.eks. krav til indholdet af fysiske urenheder, herunder især plaststykker?
- Er der behov for måling af andre parametre end tungmetaller og miljøfremmede stoffer?

#### **4.3 Behandling i biogasanlæg i udlandet (Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland og Østrig)**

- Hvilke krav stilles der til kvaliteten af den forbehandlede biopulp i Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland og Østrig, og har de krav til indholdet af fysiske urenheder? Det beskrives, om der er tale om frivillige certificeringsordninger eller myndighedskrav.
- Hvor foretages målingen for fysiske urenheder? Er det ved levering til biogasanlæg eller ved levering fra forbehandlingsanlæg/komposteringsanlæg?
- Hvis der foretages undersøgelse af fysiske urenheder, bedes det oplyst hvilken analysemetode, der anvendes til analyse for indholdet af synlige urenheder, samt om der er angivet en grænseværdi for indholdet af fysiske urenheder.

Resultatet af undersøgelserne vil vise, om der er behov for at undersøge for andre parametre end de nuværende miljøfremmede stoffer og tungmetaller. De foreløbige resultater fra Miljøstyrelsens kontakt med forbehandlingsanlæg og biogasanlæg samt aftagere af den afgassede biomasse (digestatet) viser, at der fra biogasanlæggenes side samt fra aftagernes side er et ønske om, at Miljøstyrelsen fastsætter krav til maksimal acceptabel forekomst af fysiske urenheder, herunder blandt andet især for plaststykker.

I projektet er der foretaget en vurdering af de foreliggende metoder til bestemmelse af fysiske urenheder samt udarbejdet et forslag til en grænseværdi for fysiske urenheder på baggrund af en ringtest, hvor indholdet af fysiske urenheder i den forbehandlede biopulp fra de forskellige typer af forbehandlingsanlæg er bestemt. Resultaterne af ringtesten er beskrevet i kapitel 7.



# 5. Forbehandling af det organiske affald

## 5.1 Indledning

Det er bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (affald-til-jordbekendtgørelsen), der regulerer anvendelsen af affald, herunder det organiske affald, fra husholdninger og servicesektoren, spildevandsslam med mere til jordbrugsformål.

Organisk affald omfatter i bekendtgørelsen madaffald fra både husholdningerne, kaldet Kilde-sorteret Organisk Dagrenovation (KOD) og fra servicesektoren, dvs. fra storkøkkener, restauranter, hoteller mv. samt emballerede tidligere fødevarer fra supermarkeder. Der er tale om egentlig mad eller dele af mad, herunder skraller, skæller, knogler etc.

Det organiske affald, der leveres til biogasanlæg eller kompostering, kan indeholde fysiske urenheder fra rester fra emballager, fejlsorteret affald etc. Disse fysiske urenheder omsættes ikke i biogasanlægget eller ved kompostering. Der vil derfor være mulighed for at finde urenheder i slutproduktet, der anvendes til udspreddning på landbrugsjord, hvis ikke de fjernes i en forbehandlingsproces.

## 5.2 Behandling på forbehandlingsanlæg

Der er i dag en række anlæg, der modtager KOD til behandling eller er i stand til det på længere sigt. Miljøstyrelsen har tidligere kortlagt afsætningsmulighederne for organisk affald i undersøgelsen "Oversigt over eksisterende afsætningsmuligheder for plast-, metal- og organisk affald", hvoraf det fremgår, at der ikke findes generelle linjer for analysemetoder eller egentlige grænseværdier for fysiske urenheder (Miljøstyrelsen 2015). Rapporten undersøgte afsætningsmulighederne for blandt andet organisk affald, men da afsætningen er et led i kæden fra forbehandlingen til anvendelse på landbrugsjorden, har krav til forbehandlingen betydning for afsætningen.

I nedenstående Tabel 5-1 er angivet de krav, som 6 forbehandlingsanlæg i Danmark selv stiller til det modtagne organiske affald, samt hvorvidt og hvorledes der foretages analyser for urenheder.

Tabellen angiver ved x, hvorvidt anlæggene modtager KOD og/eller organisk affald fra industrien og servicesektoren, samt om der analyseres for fysiske urenheder..

**Tabel 5-1 Krav fra forbehandlingsanlæg til det modtagne organiske affald**

Virksomhed	Adresse	KOD	Serviceerhverv	Urenheder
<b>Forbehandlingsanlæg</b>				
HCS A/S	Paul Bergsøesvej 47, 2600 Glostrup	x	x	x
Ragn Sells (NC Miljø)	Lervandsvej 2A, Heden, 5750 Ringe		x	x
Ragn-Sells (NC Miljø)	Grindstedvej 4A, 6670 Holsted		x	x
Marius Pedersen	Baltikavej 25, 2150 København V		x	x
Marius Pedersen	Ølstedvej 20B, 8200 Aarhus N		x	x
KomTek Miljø af 2012 A/S	Drivervej 8, 6670 Holsted	x	X	x

Virksomhed	Adresse	KOD	Serviceerhverv	Urenheder
<b>Forbehandlingsanlæg</b>				
Daka Denmark A/S	Ålkærgårdsvej 13, Horsens		X	x
Billund Energi A/S	Grindsted Landevej 40, 7200 Grindsted	x	X	

De enkelte forbehandlingsanlægs krav mv. beskrives efterfølgende kort. Det har ikke været muligt at indhente deklarerationer og analyseresultater for biopulpen fra de deltagende forbehandlingsanlæg.

**HCS A/S** anlæg modtager KOD og organisk affald fra fødevarerindustri, gartnerier, restauranter, kantiner, køkkener etc. i papir eller plastpose og stiller krav om, at affaldet skal være kilde-sorteret. Kunderne informeres om, hvordan de skal sortere. Biopulpen analyseres for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i henhold til Affald-til-Jordbekendtgørelsen. Herudover analyseres pulpen for fysiske urenheder på stedet efter egen metode med 2 mm laboratoriesigte og gennemskylning uden yderligere laboratorieanalyser.

**Ragn-Sells (NC Miljø)** har anlæg fordelt på to adresser, hvor der modtages emballeret organisk affald fra serviceerhverv. Der stilles krav om, at affaldet ikke må være emballeret i tekstil, træ og flamingo. Biopulpen analyseres for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i henhold til Affald-til-Jordbekendtgørelsen. Herudover analyseres pulpen for fysiske urenheder efter svensk standard SPCR120, version 2016.

**Marius Pedersen** har anlæg fordelt på to adresser, hvor der begge steder modtages organisk affald i form af industriaffald fra fødevarerproducenter, dagligvarebutikker, fastfoodrestauranter, hoteller etc. Kunderne informeres om, hvordan de skal sortere. Marius Pedersen skriver på deres hjemmeside, at det af hensyn til genanvendelsesprocessen er vigtigt, at affaldstypen ikke indeholder emballage, bestik, dåser, stanniol, bioposer m.v. Der analyseres i henhold til Affald-til-Jordbekendtgørelsen, samt for fysiske urenheder via laboratorietests efter den svenske SPCR 120 metode.

**KomTek Miljø af 2012 A/S** anlæg modtager KOD og emballeret organisk affald fra serviceerhverv, som analyseres i henhold til krav i Affald-til-jordbekendtgørelsen. Biopulpen analyseres for fysiske urenheder med en metode udviklet af Teknologisk Institut.

**DAKA Danmark A/S modtager** emballeret organisk affald fra serviceerhverv og industri samt madaffald fra storkøkkener, catering, restauranter m.m.. Biopulpen analyseres i henhold til krav i Affald-til-jordbekendtgørelsen. Biopulpen analyseres for fysiske urenheder med en metode udviklet af Teknologisk Institut.

**Billund Energi A/S** anlæg modtager KOD og organisk industriaffald og analyserer det modtagne affald i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Der analyseres ikke for fysiske urenheder.

### 5.3 Teknologi til fjernelse af fysiske urenheder

Der findes i dag en række forskellige anlæg, som benytter sig af forskellige teknologier til at åbne emballager og fjerne fysiske urenheder fra organisk affald af forskellig karakter:

- **Hammermølle:** Affaldet neddeles ved hjælp af roterende slagler.
- **Pulper:** Affaldet neddeles ved hjælp af en centralt placeret rotor, hvis yderkanter består af knive. Der er store hastighedsforskelle mellem rotorens knive og materialet omkring rotoren.
- **Skruerpresser:** Affaldet presses af en skrue ind i et kammer og ud gennem nogle huller ved hjælp af et hydraulisk tryk.
- **Bioseper:** Affaldet slynges i lukket system og suges ud gennem en sigte på først 30 mm og dernæst 12 mm.

Generelt består de kontaktede anlæg og de 4, der siden er besøgt i forbindelse med ringtesten, af et modtageområde, en transportsnegl, en neddelingsenhed, en justering af vandindhold og en opbevaringstank. Modtageområdet bruges ofte til en manuel sortering af materialet, hvor større dele kan fjernes, herunder paller, big bags, elektronik etc. Transportsneglen fører materialet fra modtagelsen til neddelingsenheden, der neddelers affaldet. Neddelingen sikrer, at den efterfølgende separation får størst mulig effekt, hvilket sker ved bundfældning, centrifugering og eller sining. Til sidst justeres tørstofindholdet ved tilsætning eller udpresning af væske. De benyttede teknologier er generelt udviklet og tilpasset forskellige typer af organisk affald samt blandinger heraf.

## 5.4 Opsamling

Alle anlæg analyserer deres biopulp/produkt efter kravene i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Herudover stiller anlæggene også krav til hvilke materialer, der er uønskede i det modtagne organiske affald fra husholdninger og servicesektoren.

De overordnede krav til KOD og organisk affald fra servicesektoren, der stilles fra forbehandlingsanlæggene til kunderne er forskellige, men fælles for alle er, at tekstil og flamingo er uønsket. Derudover har flere anlæg på deres hjemmesider en mere udførlig liste, hvor blandt andet træ, metal og større plastdele er uønskede. Alt efter om anlægget selv er dimensioneret til at udsortere emballager eller ej, angiver listen tydeligt, om emballagerne modtages eller ej. Generelt for alle forbehandlingsanlæggene er, at de gør meget ud af at informere leverandørerne om, hvordan de skal sortere korrekt.

Indhold af fysiske urenheder kontrolleres generelt visuelt (dvs. de urenheder, der er synlige) og 7 af de 8 anlæg analyserer indholdet af fysiske urenheder ved laboratorietests. 4 af anlæggene benytter den svenske analysemetode, og 2 anlæg benytter egen metode. Et anlæg (Biovækst), som producerer en kompost i stedet for biopulp, analyserer efter eksisterende DS metode for kompost.

Forbehandlingsanlæggene benytter forskellige teknologier. Flere anlæg benytter forbehandlingsteknologi i form for hammermølle f.eks. suppleret med en cyklon til yderligere separering af uønskede materialer i biopulpen. Et enkelt anlæg benytter rotorteknologi med knive til at sprætte eller skære emballagerne op.

De forskellige forbehandlingsteknologier er ikke undersøgt eller vurderet i forhold til fysiske urenheder i biopulpen eller organisk materiale i rejekt.

# 6. Behandling på komposterings- eller biogasanlæg i Danmark

## 6.1 Indledning

Der er de senere år kommet øget fokus på indsamling af organisk affald fra både husholdninger og servicesektoren. En stigende mængde af det organiske affald forbehandles og leveres til biogasanlæg som biopulp. Her bidrager det til biogasproduktionen, og den afgassede biomasse anvendes efterfølgende som gødning i landbruget, og det forventes, at denne anvendelse vil stige i fremtiden. Dette har medført en øget opmærksomhed på eventuelle fysiske urenheder i biopulpen, og nogle behandlingsanlæg stiller derfor krav om dette.

I dette kapitel beskrives de eventuelle krav, som behandlingsanlæggene stiller til det forbehandlede organiske affald (biopulpen) samt hvorvidt anlæggene selv analyserer pulpen for fysiske urenheder og i så fald efter hvilken metode. Der eksisterer i dag standardiserede analysemetoder for fysiske urenheder i kompost, hvorimod der mangler danske krav til metoder i Affald-til-Jord bekendtgørelsen til analyse for fysiske urenheder i flydende organiske materialer som f.eks. biopulp, der leveres til biogasanlæg.

## 6.2 Behandling på komposteringsanlæg

Der findes kun få komposteringsanlæg i Danmark, som modtager KOD. Der indgår derfor kun tre anlæg i undersøgelsen. To ud af de tre adspurgte komposteringsanlæg analyserer for fysiske urenheder.

I nedenstående Tabel 6-1 angives de krav, som komposteringsanlæg i Danmark stiller til det modtagne organiske affald. Tabellen angiver, hvorvidt anlæggene modtager KOD eller anden organisk affald (angivet ved x), og om der analyseres i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen (angivet ved x), samt om der analyseres for fysiske urenheder (angivet ved x).

**Tabel 6-1. Krav fra komposteringsanlæg til det modtagne organiske affald**

Virksomhed	Adresse	KOD	Serviceerhverv	Urenheder
<b>Komposteringsanlæg</b>				
Klintholm I/S	Klintholmvej 50, 5874 Hesselager	x		X
Faxe Miljøanlæg	Præstøvej 105B, 4640 Faxe	x		X
Fredericia Kompostering	Vejlbyvej 40, 7000 Fredericia	x		

Komposteringsanlæggenes inputmateriale, krav og analyser beskrives efterfølgende kort.

**Klintholm I/S** modtager KOD. Der foretages analyser i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen samt for fysiske urenheder.

**Faxe Miljøanlæg** modtager KOD, der analyseres i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Herudover analyseres der også for fysiske urenheder.

**Fredericia Kompostering** modtager KOD, der er sorteret i papirposer, og den producerede kompost analyseres i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Der foretages ikke analyser for fysiske urenheder.

### 6.3 Behandling på biogasanlæg

Der findes i Danmark en række biogasanlæg, der modtager biopulp (forbehandlet KOD og organisk affald fra servicesektoren). Det forventes, at flere biogasanlæg i fremtiden vil modtage biopulp under forudsætning af, at kvaliteten er høj.

Undersøgelsen omfatter 10 biogasanlæg, der er gyllebaserede dvs. at de modtager mindst 75% gylle. Et enkelt af anlæggene, Lemvig Biogasanlæg, har som det eneste anlæg eget forbehandlingsanlæg.

Organisk affald, som afsættes til biogasanlæg, skal inden levering opfylde de krav, som er fastsat i Affald-til-jord bekendtgørelsen. Det betyder, at biopulpen er analyseret for indholdet af tungmetaller og miljøfremmede stoffer ved levering og overholder de gældende grænseværdier. Alle anlæggene modtager biopulp, der er analyseret for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i henhold til bekendtgørelsen.

I nedenstående Tabel 6-2 er angivet, om biogasanlæggene stiller yderligere krav til den modtagne biopulp fra forbehandlingsanlæg ud over bekendtgørelsens krav samt om og hvorledes, der foretages analyser for fysiske urenheder.

Tabellen angiver ved x, hvorvidt anlæggene modtager KOD og/eller organisk affald fra industrien og servicesektoren, samt om der analyseres for fysiske urenheder. (x) angiver, at de benytter egen analysemetode i forbindelse med analyse for fysiske urenheder.

**Tabel 6-2. Krav fra biogasanlæg til den modtagne biopulp fra forbehandlingsanlæg**

Virksomhed	Adresse	KOD	Serviceerhverv	Urenheder
<b>Biogasanlæg</b>				
Lemvig Biogasanlæg A.m.b.A.	Pilevej 12, Rom, 7620 Lemvig	X	X	(X)
Brørup-Holsted Biogas A.m.b.a.	Landbovej 4, 6650 Brørup		X	(X)
Nordfyns Biogas A.m.b.a.	Kellebyvej 20, 5471 Søndersø		X	(X)
NGF Nature Energy Vaarst A/S	Torderupvej 23, 9260 Gistrup		X	(X)
Fåborg-Midtfyn Biogas A.m.b.a.	Odensevej 235, 5600 Faaborg		X	(X)
Hashøj Biogas A.m.b.a.*	Vemmeløsevej 19A, 4261 Dalmose	X	X	(X)
Linko Gas A.m.b.a.	Tornumvej 15, Knorborg, 6660 Lintrup		X	X
Ribe Biogas A/S*	Koldingvej 19, 6760 Ribe	X	X	(X)
GrønGas A/S	Allingdamvej 50, 9850 Hirtshals		X	
GrønGas A/S	GrønGasvej 13, 9760 Vrå		X	

\* Hashøj Biogas og Ribe Biogas stiller ikke krav om, at biopulpen skal være analyseret for fysiske urenheder før levering, men de analyserer selv ved modtagelsen.

Som det fremgår af tabellen, så modtager alle biogasanlæggene organisk affald fra industri mv., og kun 3 anlæg modtager også KOD fra husholdninger. Anlæggenes krav mv. beskrives kort i de efterfølgende afsnit.

### 6.3.1 Anlæg med egen forbehandling

**Lemvig Biogasanlæg a.m.b.a.** modtager KOD og organisk affald fra servicesektoren med eller uden emballage. Lemvig Biogasanlæg har deltaget i et projekt, der har til formål at udvikle en forbehandlingsteknologi, kaldet Zepapres, og anlægget modtager derfor biopulp herfra. Biopulpen analyseres for miljøfremmede stoffer og tungmetaller i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen samt for fysiske urenheder. Det leverede organiske affald til forbehandlingsanlægget må efter aftale ikke indeholde andet end det organiske materiale samt original emballagen fra varen. Det betyder, at alle andre materialer som træ, hård plast, tekstil, kemikalier, bioposer, metal, jord, sten, keramik etc. skal frasorteres. Med hensyn til fysiske urenheder analyseres biopulpen for plast på laboratorium efter Teknologisk Instituts metode med modifikationer. Der anvendes 2 mm sigte og fysiske urenheder beregnes i forhold til TS, og plast i forhold til areal (cm<sup>2</sup>/liter prøve)

### 6.3.2 Anlæg uden egen forbehandling

#### Biogasanlæg under NGF Nature Energy

Nedenstående 4 biogasanlæg er en del af NGF Nature Energy. NGF Nature Energy begyndte med at analysere den leverede biopulp til deres biogasanlæg, før forbehandlingsanlæggene begyndte at analysere for fysiske urenheder. Dengang analyserede NGF Nature Energy biopulpen hyppigt og benyttede den svenske metode, SPCR 120. I dag modtager anlæggene biopulp, der er analyseret for fysiske urenheder af forbehandlingsanlæggene. Herudover analyserer anlæggene også den afgassede biomasse for fysiske urenheder.

- **NGF Nature Energy Holsted a.m.b.a.** modtager KOD, der overholder kravene i Affald-til-jord bekendtgørelsen.
- **NGF Nature Energy Nordfyn** modtager organisk affald fra restauranter, storkøkkener, supermarkeder etc., der overholder kravene i Affald-til-jord bekendtgørelsen.
- **NGF Nature Energy Vaarst A/S** modtager organisk industriaffald samt organisk affald fra servicesektoren, der overholder kravene i Affald-til-jordbekendtgørelsen.
- **NGF Nature Energy Midtfyn** modtager organisk industriaffald og organisk affald fra servicesektoren, der overholder kravene i Affald-til-jordbekendtgørelsen.

**Hashøj Biogas a.m.b.a.** modtager KOD og organisk industriaffald samt organisk affald fra servicesektoren, der er analyseret i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Anlægget undersøger biopulpen for fysiske urenheder ved hjælp af sigteprøver. Der er især fokus på glas, plast og sølvpapir.

**Linko Gas a.m.b.a.** modtager KOD, der er analyseret i henhold til de gældende regler i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Efter forbehandling er biopulp analyseret for fysiske urenheder og overholder et krav om maksimalt 0,5 vægtprocent urenheder. Herudover foretager anlægget visuel kontrol for fysiske urenheder af pulpen.

**Ribe Biogas A/S** modtager små mængder af KOD og organisk affald fra industrien og fra servicesektoren, der er analyseret i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen. Anlægget beder om at få oplyst pulpens tørstofindhold. Anlægget stiller ikke krav til, at den modtagne biopulp er analyseret for fysiske urenheder, men foretager selv en tørstofprøve samt en visuel inspektion af den modtagne biopulp.

**GrønGas A/S** er fordelt på to adresser, hvor der modtages organisk industriaffald. De foretager ikke selv yderligere analyser i henhold til Affald-til-jordbekendtgørelsen, og de stiller ikke krav til analyse af fysiske urenheder.

Såvel Foreningen for Danske Biogasanlæg som Brancheforeningen for Biogas, nu Foreningen Biogasbranchen, har ved gentagne lejligheder påpeget, at foreningen har stærkt behov for, at

Miljøstyrelsen fastsætter grænseværdier for fysiske urenheder og har anbefalet, at man bruger de grænseværdier, som man i Sverige i fællesskab mellem landbrug, fødevarerindustri, myndigheder og kommuner har fastsat (0,5% på tørstofvægt og plast på maksimalt 20 cm<sup>2</sup>/kg).

## 6.4 Opsamling

Overordnet modtager alle biogasanlæggene organisk affald fra slagterier og andre former for tidligere fødevarer. Det er kun et mindre antal anlæg, der modtager biopulp, der også indeholder KOD fra husholdninger.

De undersøgte biogasanlæg modtager alle biopulp, der er analyseret i henhold til Affald-til-jord-bekendtgørelsens krav,

Af de undersøgte biogasanlæg er det kun Hashøj Biogas, Ribe Biogas og Grøngas A/S, der ikke stiller krav til, at biopulpen skal være analyseret for fysiske urenheder inden levering. 7 biogasanlæg inklusiv Hashøj Biogas og Ribe Biogas, analyserer selv biopulpen for fysiske urenheder. 3 af anlæggene benytter Teknologisk Instituts analysemetode. De resterende 4 anlæg benytter den svenske SPCR 120 metode. De fleste anlæg stiller krav om maksimalt 0,5 vægtprocent af TS og plast på maksimalt 20 cm<sup>2</sup>/kg

En del af anlæggene analyserer endvidere den afgassede biomasse for fysiske urenheder.

Der er et udtalt ønske om, at der bliver fastlagt fælles krav og standarder på området. Dette styrkes af de undersøgelser, der er gennemført i efteråret 2016 med henblik på fastsættelse af grænseværdier og analysemetode for fysiske urenheder, jf. kapitel 8.

# 7. Krav til fysiske urenheder i andre lande

## 7.1 Indledning

Der stilles krav til indholdet af fysiske urenheder i kompost og afgasset biomasse i en lang række andre lande. De forskellige krav beskrives i dette kapitel, inklusiv de anvendte analysemetoder.

## 7.2 Krav til fysiske urenheder og analysemetoder i Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland, Østrig og EU

I nedenstående Tabel 7-1 er angivet de kvalitetskrav til indholdet af fysiske urenheder, som biogas- og komposteringsanlæg i Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland, Østrig og EU samt European Compost Network (ECN) har til den modtagne biopulp fra forbehandlingsanlæg og til den afgassede biomasse fra biogasanlæg, samt hvilken analysemetode der benyttes.

**Tabel 7-1: Krav og normer i England, Finland, Norge, Sverige, Tyskland, Østrig og EU i form af (ECN)**

Land	Urenheder/fremmede stoffer			Analysemetode
	>2 mm	>0,1 vægt % af TS	Sten >10 mm	
Tyskland <sup>1</sup>	Max indhold i fast og flydende biomasse fra biogasanlæg på 0,5 vægt % af TS  Kompost: 800 mm <sup>2</sup> /l tør prøve	Max 25 cm <sup>2</sup> overflade/l	Kompost: max 5 vægt % af TS	Enkeltprøverne fotograferes og til slut beregnes urenhedernes totale overfladeareal ved hjælp af specielt software (med et billedbehandlingsprogram) ud fra dækningsgraden på et hvid overflade med et kendt areal.
England <sup>2</sup>	Max indhold i afgasset biomasse på 0,5 % m/m af TS (uden sten), afhængig af aktuelt N indhold		Max 8 vægt % af TS	NRM metode JAS-497/001
Sverige <sup>3</sup>	Max 20 cm <sup>2</sup> /kg for biopulp, gennemsnit over 12 mdr. Max 40 cm <sup>2</sup> /kg for biopulp, enkelt prøve  Max 60 cm <sup>2</sup> /kg for kompost, gennemsnit over 12 mdr. Max 60 cm <sup>2</sup> /kg for kompost, enkelt prøve			Metode til bestemmelse af synlige urenheder i biogødning og forbehandlet madaffald, Rapport U2014:13, ISSN 1103-4092:
Norge <sup>4</sup>	Max indhold > 4mm i biogødningsprodukter på 0,5 vægt % af TS			
Finland <sup>5</sup>	For emballeret gødning er grænseværdien 0,2% af den "friske vægt"			



Land	Urenheder/fremmede stoffer		Analysemetode
	>2 mm	>0,1 vægt % af TS    Sten >10 mm	
	For uemballeret gødning er den 0,5% af den "friske vægt"		
Østrig <sup>6</sup>	Kompost: max 0,2 vægt % kunststoffer af TS samt max 0,02 vægt % kunststoffer > 20 mm		S 2122-1 Jord af affald  Analyse af fraktioner
ECN <sup>7</sup>	Max indhold i kompost 0,5 vægt % af TS		
EU <sup>8</sup>	Max i gødningsprodukter 0,5 vægt % af TS og heraf max 0,25 vægt % plast af TS (5 år efter ikrafttræden)		

- <sup>1)</sup> Qualitätskriterien und Güterrichtlinien (RAL-GZ 245) - Erzeugnisse aus Biogasanlagen zur Bodenverbesserung und Düngung:  
[http://www.kompost.de/fileadmin/user\\_upload/Dateien/Guetesicherung/Dokumente\\_Gaerprodukt/2.1\\_Gaerprodukt\\_Qualitaetskriterien.pdf](http://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Guetesicherung/Dokumente_Gaerprodukt/2.1_Gaerprodukt_Qualitaetskriterien.pdf)
- <sup>2)</sup> PAS 110 [http://www.wrap.org.uk/system/files/private/PAS110\\_2014\\_final.pdf](http://www.wrap.org.uk/system/files/private/PAS110_2014_final.pdf)
- <sup>3)</sup> SPCR 120 Certifieringsregler för biogödsel: [http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk\\_behandling\\_certifiering/SPCR\\_120\\_version\\_2016.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk_behandling_certifiering/SPCR_120_version_2016.pdf) SPCR 152 Certifieringsregler för kompost:  
[http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk\\_behandling\\_certifiering/SPCR\\_152\\_version\\_2016.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk_behandling_certifiering/SPCR_152_version_2016.pdf) [http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/U2014-13\\_Metod\\_synliga\\_fororeningar.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/U2014-13_Metod_synliga_fororeningar.pdf)
- <sup>4)</sup> Gjødselvereforskrift <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-07-04-951> Har nylig igangsatt et prosjekt hvor de skal lage en type bransjestandard /norm (kan bli en sertifisering) for kvalitet i substrat til biogassanlegg. Prosjektet skal være ferdig før jul. I prosjektet vil det inngå anbefalinger på urenheter og målemetoder.
- <sup>5)</sup> Finnish regulation for fertilizers and soil improvers <http://www.finlex.fi/data/normit/37638-11024fi.pdf>
- <sup>6)</sup> Compost Ordinance, FLG II Nr. 292/2001 [http://www.kompost.at/downloads/Downloads/Zusfsg\\_KompVO2001.pdf](http://www.kompost.at/downloads/Downloads/Zusfsg_KompVO2001.pdf)
- <sup>7)</sup> ECN - QAS: [http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/2010/08/141015\\_ECN-QAS-Manual\\_2nd-edition\\_final\\_summary.pdf](http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/2010/08/141015_ECN-QAS-Manual_2nd-edition_final_summary.pdf)
- <sup>8)</sup> CE-mærkede gødningsprodukter: <http://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/5743aaef-09d9-42e0-9cbb-5db26e111269/COM%202016%20157%20DA%20ACTE2%20f.pdf>

De enkelte landes krav til fysiske urenheder, herunder analysemetode, fremgår af følgende afsnit 7.2.1 til 7.2.6.

### 7.2.1 Tyskland

I Tyskland er der en frivillig certificeringsordning for afgasset biomasse fra biogasanlæg. Her tillades maksimalt 0,5 vægt-% fremmede stoffer over 2 mm, og disse må maksimalt udgøre 25 cm<sup>2</sup>/L af det samlede areal. Kravene fremgår ligeledes af den tyske gødningsforordning, hvori omfanget af urenheder over 0,5 vægt-% skal angives (DüMV, 2012).

Der er i 2002 samlet metoder til analyse af kompost<sup>1</sup> med henblik på sikring af kvaliteten i materialet. Håndbogens afsnit om "foreign matters and stones" (fremmedlegemer og sten) anviser, hvordan analysen gennemføres, og hvordan resultaterne præsenteres, samt hvorledes de evalueres i forhold til en fastlagt skala.

Metoderne arbejder med sten større end 5 mm (max 5 vægt-procent af TS) og fremmedlegemer større end 2 mm. Resultaterne præsenteres generelt som vægtprocenter, men der er særlige forhold for plastik, hvor der opereres med en grænseværdi på 800 mm<sup>2</sup> liter tør prøve.

### 7.2.2 England

I England anvendes PAS 110, der bl.a. har til formål at sikre, at der anvendes det korrekte inputmateriale, samt at den afgassede biomasse lever op til den kvalitet, som er angivet i PAS 110 og undersøges for de angivne parametre.

I PAS 110 er der for fysiske urenheder angivet følgende:

For totalt glas, metal, plastik og andre ikke-sten/, menneskeskabte fragmenter > 2 mm er der en grænseværdi på 0,5% m/m TS, afhængigt af aktuelt N indhold, og hvoraf ingen er "skarpe". For sten >5 mm er der angivet en grænseværdi på 8% m/m TS. Den angivne testmetode er REA-DM-PC&S.

### 7.2.3 Sverige

I Sverige er kravene til anvendelse af den afgassede biomasse udmøntet i retningslinjer om anvendelse af biopulpen i Naturvårdsverkets allmänna råd til kapitel 2, § 3 i Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket (SNFS 19942 MS:72).

For biogas, der er tilsluttet certificeringsordningen SPCR 120, gælder der en række krav for håndtering, analyse og kvalitetskrav for den afgassede biomasse. Et af kravene i denne certificeringsordning er bl.a., at den afgassede biomasse (dvs. slutproduktet) skal analyseres for "fysiske urenheder".

Sverige har tidligere haft en grænseværdi for fysiske urenheder (plast, glas og kompositmaterialer) større end 2 mm, som var baseret på en vægtbaseret metode (vægt% af tørstof), men besluttede i 2017 at skifte metode fra den vægtbaserede metode til en arealbaseret metode. Det arealbaserede krav blev etableret som et forsøg under SPRC 120 den 1. januar 2016, hvor de to metoder blev evalueret.

---

<sup>1</sup> Reference: *Methods Book for analysis of Compost, (FCQAO), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)*

Den arealbaserede metode, der blev indført primo 2018, er følgende:

"Løbende gennemsnit må ikke overstige 20 cm<sup>2</sup>/kg. Isolerede prøveresultaterne må ikke overstige grænseværdien, og løbende gennemsnit må ikke overstige 40 cm<sup>2</sup>/kg.

For hver prøve (primærprøve), der sendes til analyse, skal der gemmes en nedfrosset referenceprøve. Efter 1-12 timer tages en sekundær prøve, der nedfryses med det samme. Hvis primær prøve overstiger 40 cm<sup>2</sup>/kg, sendes den sekundære prøve til analyse. De tre prøver (primær, reference og sekundær) bruges til udjævning af det glidende gennemsnit over 12 måneder, men skal håndteres som en afvigelse. I det tilfælde, at selv gennemsnittet af de tre prøver overstiger 40 cm<sup>2</sup>/kg, underkendes hele partiet".

For fast gødning gælder samme principper for grænseværdierne 60 cm<sup>2</sup>/kg og 120 cm<sup>2</sup>/kg.

Analysen udføres efter "Metod för bestämning av synliga föroreningar i biogödsel och förbehandlet matavfall", Rapport U2014:13, der bygger på en tysk metode beskrevet i "Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Boden-verbesserungsmittel und Substrate" fra 2016". Metoden kan anvendes til bestemmelse af mængden af fysiske urenheder i flydende og fast biomasse fra biogasanlæg, biogødning samt flydende substrat fra forbehandling af madaffald, emballerede fødevarer samt andre organiske affaldstyper, der er egnet til afgang i biogasanlæg. Metoden består i udtagelse af et antal prøver og deraf følgende beregning på baggrund af gennemsnitsbetragtninger.

Definitionen på synlige forureninger er "föremål" som er >2 mm, dvs. sådanne föremål som ikke passerer en sigte med 2 mm maskevidde, og som består af:

- Glas
- Plast (alle former af transparente og ikke-transparente folier, hård plast og lignende)
- Metal
- Gummi
- Kompositter (som for eksempel kombinationer af plast og metal)
- Biologisk nedbrydeligt polymer (bioplast)
- Pap
- Sten (grus), ben (knogler) og æggeskaller defineres ikke som fysiske urenheder.

Der skal udtages 12 prøver om året.

Fysiske urenheder i form af plast, glas, metal og komposit >2 mm i flydende og faste biogødninger fastsættes ved månedlige prøver, hvoraf et gennemsnit udregnes af de sidste 12 måneders prøver.

Det svenske system bygger på egenkontrol ved en årlig indberetning til Avfalls WEB

#### **7.2.4 Norge**

I den norske gødningsbekendtgørelse er der fastsat krav til maksimalt indhold af fysiske urenheder over 2 mm. Produkterne må højst indeholde 0,5 % urenheder over 4 mm efter tørstof.

I Norge anvendes det svenske certificeringssystemet SPRC 120, hvilket vil sige, at Norge har samme krav til fysiske urenheder som Sverige.

Der findes ikke konkrete regler, når det kommer til grænseværdier for plastik, metal og glas i biopulpen.

Der blev i 2016 igangsat et projekt fra Lindum AS, hvor det var målet at kortlægge problemstillingen og dernæst udarbejde normer og standarder på området. I den sammenhæng var det et

væsentligt aspekt at udarbejde konkrete analysemetoder til fastlæggelse af niveauet af synlige og ikke-synlige forureninger af fremmedlegemer. Med fremmedlegemer menes materialer så som metal, glas og plastik.

### 7.2.5 Finland

I de finske regler for gødnings- og jordforbedringsmidler er der stillet kvalitetskrav til de produkter, der må anvendes til jordbrugsformål og lign.

Emballerede produkter må højst indeholde 0,2% af fysiske urenheder over 2 mm efter faktisk vægt, og produkter i løs vægt må højst indeholde 0,5% efter faktisk vægt.

### 7.2.6 Østrig

I henhold til Østrigs kompostforordning er der opsat kvalitetskrav til kompost fremstillet af affald. Komposten kan kun markedsføres som produkt på markedet, hvis den opfylder kravene i denne forordning. Opfyldes kravene, ændrer materialet status fra affald til den påtænkte anvendelse (Bundesgesetzblatt, 2001).

Der stilles krav til indhold af miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Derudover stilles krav til indhold af fremmedlegemer så som plast (kunststoffer). Skal komposten anvendes til landbrugsformål, er kravet skærpet, og mængden af plast må maksimalt udgøre 0,2 vægt-% af tørstoffet, og andelen af plaststykker >20 mm må maksimalt udgøre 0,02 vægt-%.

Det er kompostproducenternes ansvar at sikre sig, at det indkommende materiale egner sig til fremstilling af kompost, herunder med angivelse af oprindelse og kvalitet. Urenheder skal dokumenteres, og erhvervelsen af komposterbart affald skal foregå direkte, således at sporbarheden ikke går tabt.

Slutproduktet skal ligeledes testes af fagpersoner, før det kan mærkes og anvendes.

Der henvises til en standard S2122-1.

### 7.2.7 ECN

Det Europæiske kompostnetværk (ECN) har udarbejdet en standard for kompostkvalitet, hvor der er opstillet et krav på  $\leq 0,5$  % TS for glas, metal og plastik samt analysemetode til måling af fysiske urenheder<sup>2</sup>.

### 7.2.8 EU

EU har taget problemstillingen om indhold af fysiske urenheder i biogødninger op i det nye forslag til revideret gødningsforordning<sup>2</sup>. Forslaget omfatter regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter, der sikrer en ensartet systematisk kontrol og certificeringsordning, således at der kan handles grænseoverskridende med produkter udvundet fra organisk ressourcer og affald.

Forslagets hovedpunkter er:

- Forslaget er første del af EU-Kommissionens gennemførelse af Cirkulær Økonomi Pakken.

---

<sup>2</sup> Reference: ECN-QAS European Quality Assurance Scheme for Compost and Digestate, 15th October 2014.

<sup>3</sup> Europa-Parlamentets og Rådets forordning om fastsættelse af regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter og om ændring af Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1069/2009 og Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1107/2009

- Forslaget er desuden opfølgning på 2010-evalueringen af den eksisterende gødningsforordning (Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 2003/2003 af 13. oktober 2003 om gødninger<sup>3</sup>).
- Kommissionens intention er at sikre et fælles reguleringsgrundlag på gødningsområdet, med henblik på at sikre et fælles indre marked for alle gødningsstoffer, der kan initiere større innovation og et mere brugerdrevet marked på tværs af nationale grænser.
- Endvidere søges at sikre klare regler for CE-mærkning af alle relevante gødningsstoffer, herunder kvalitetskrav og grænseværdier for råvaregrundlaget til disse.
- Forslaget søger blandt andet at skabe et grundlag for et fælles indre marked for gødningsstoffer af organisk affaldsoprindelse. Derved fremmes genanvendelse af næringsstofferne, og presset på forbrændings- og affaldsdeponisektoren lettes.
- Forslaget vil desuden via en fælles EU-grænseværdi for cadmium i uorganiske fosfatgødningsstoffer sikre et fælles indre marked. Derved sikres en bedre beskyttelse af jorden og menneskers sundhed, når den uønskede ophobning af cadmium i fødevarer, vand og jord begrænses.
- Det kan begrænse EU's import af fosfor, der er en endelig og begrænset ressource<sup>4</sup>, hvor EU er helt afhængig af import fra tredje lande.

For fysiske urenheder er der foreslået et krav om maksimalt 0,5 vægt % af TS og heraf maksimalt 0,25 vægt % plast af TS (5 år efter i ikrafttræden). Det forslås yderligere, at kravet tages op til revision efter 8 år. Forslaget er baseret på EU's udkast til end-of-waste kriterier for kompost og afgasset biomasse.

Ordninger til kvalitetssikring af kompost og afgassede produkter er blevet introduceret i en række af EU's medlemsstater igennem de seneste 20 år. Dette danner basis for en bæredygtig genanvendelse af organisk affald og sikrer, at kvalitetsprodukter imødekommer standarder for minimumskvalitetskrav konsekvent. Kommissionen begyndte allerede at arbejde på produktstandarder for bioaffald under udarbejdelsen af affaldsrammedirektivet.

Udviklingen af End-of-Waste standarder for kompost og afgassede produkter og revisionen af den europæiske gødningsforordning har medført et behov for en europæisk ensartet kvalitetsstandard for kompostering og anaerob nedbrydning samt kvalitetskrav for komposterede/biologisk omsatte produkter.

Den europæiske Kompost Network ECN har udviklet et koncept for en europæisk ordning for kvalitetssikring, der omfatter forslag til kvalitetskrav for kompost og biologisk omsatte produkter.

### 7.3 Sammenligning

Alle de undersøgte lande har indført krav til fysiske urenheder i kompost og/eller afgasset biomasse enten direkte i lovgivningen eller indirekte via certificeringsordninger. Herudover har European Compost Network (ECN) udarbejdet et kvalitetsstyringssystem (Quality Assurance Scheme) for kompost og afgasset biomasse, hvor der ligeledes indgår krav til fysiske urenheder. EU har i deres høringsudkast til gødningsforordningen også foreslået krav til fysiske urenheder. Forslaget er baseret på udkastet til End-of-Waste kriterier for Kompost og afgasset biomasse.

<sup>3</sup> EUT L 304 af 21. november 2003, side 1.

<sup>4</sup> Der er forskellige estimater for de nuværende tilgængelige ressourcer af uorganisk fosfat. Estimaterne ligger på mellem 80 og 100 års forbrug med den nuværende udvindingsfrekvens. Tendensen er, at der er et stigende cadmiumindhold.

Tyskland, Sverige, Norge, EU og ECN angiver en grænseværdi for fysiske urenheder på 0,5 vægtprocent af TS. Østrig har en grænseværdi på 0,2 vægtprocent af TS og et maksimalt indhold af fysiske urenheder større end 20 mm på 0,02 vægtprocent af TS. Den engelske grænseværdi er 0,5 vægtprocent TS. I Finland er grænseværdien på 0,2 vægtprocent af frisk materiale/faktisk vægt.

Alle lande betragter fysiske urenheder, der som minimum omfatter glas, metal og plastik. Sverige nævner foruden disse fraktioner også kompositter, gummi og pap. I England nævnes foruden glas, metal og plastik også andre "non-stone, man-made fragments".

Sverige har skiftet til en arealbaseret grænseværdi for fysiske urenheder, og Tyskland har - udover de vægtbaserede krav - også en arealbaseret grænseværdi for plast. I Sverige er grænseværdien på 20 cm<sup>2</sup>/kg, mens den i Tyskland er på 25 cm<sup>2</sup>/l.

Tyskland har udviklet analysemetoder for fysiske urenheder, som også anvendes i den svenske SPCR 120 metode. Hertil kommer, at Norge anvender sammen metode som Sverige. Det har ikke været muligt at finde den engelske metode, og den østrigske metode er ikke umiddelbart tilgængelig, men kan købes.

# 8. Metoder til bestemmelse af fysiske urenheder

Der er identificeret følgende metoder til bestemmelse af fysiske urenheder i forbehandlet organisk affald-biopulp.

## 8.1 Dansk Standard

Der findes i dag en europæisk teknisk specifikation, der har status af DS-information fra Dansk Standard, som beskriver, hvordan slam, bioaffald og jord analyseres for fremmedlegemer, herunder plastik, metal og glas. Det afgørende ved denne standard er, at plastik angives efter analyse som et areal  $\text{cm}^2/\text{g}$ , hvor andre urenheder (for eksempel glas og metal) angives som procentdel af den samlede masse.

Denne metode er ikke egnet til analyse af flydende prøver for undersøgelse af urenheder i bioaffald.

## 8.2 Tyskland

Der blev i 2002 samlet metoder til analyse af kompost med henblik på sikring af kvaliteten i materialet. Håndbogens afsnit om "foreign matters and stones" (fremmedlegemer og sten) anviser, hvordan analysen gennemføres, og hvordan resultaterne præsenteres, samt hvorledes de evalueres i forhold til en fastlagt skala.

Metoderne arbejder med sten større end 5 mm og fremmedlegemer større end 2 mm. Resultaterne præsenteres generelt som vægtprocenter, men der er særlige forhold for plastik, hvor der opereres med en grænseværdi på  $800 \text{ mm}^2/\text{liter}$  tør prøve.

## 8.3 SPCR 120, Sverige

Den svenske metode i SPCR120 er baseret på den tyske metode (se ovenstående afsnit om Tyskland). Metoden kan anvendes til bestemmelse af mængden af fysiske urenheder i flydende og fast biomasse fra biogasanlæg, biogødning samt flydende substrat fra forbehandling af madaffald, emballerede fødevarer samt andre organiske affaldstyper, der er egnet til biogasproduktion.

## 8.4 Teknologisk institut

Teknologisk Instituts metode er en analysemetode, der er sammenlignelig med andre metoder, hvor der bruges vask igennem sigte, vejning og visuelle metoder med henblik på procentangivelser og overfladeareal angivelser  $\text{cm}^2/\text{g}$ .

Analysemetoden bruges til plastik og andet materiale, der forekommer i biopulp som fremmedlegemer. Analysemetoderne hviler på samme principper som europæiske standarder for området generelt, med den forskel, at sigtene i de europæiske standarder typisk har en maskevidde på 2 mm, hvor der her vælges 1,3 mm.



# 9. Ringtest til vurdering af analysemetoder

## 9.1 Indledning

I Danmark er kravene til anvendelse af afgasset biomasse angivet i bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål. Der er i forbindelse med den seneste revision af de danske regler blevet indført krav til måling for "fysiske urenheder" i den forbehandlede biopulp.

Tyskland, England, Sverige, Norge og Finland har krav til indholdet af fysiske urenheder i den afgassede biomasse samt målemetoder herfor. Dette betyder, at de beskrevne metoder ikke umiddelbart kan overføres til de danske regler for behandlingsanlæg, da danske biogasanlæg overvejende er baseret på mindst 75 % gulle og max. 25 % affald, hvor tilførsel af affald skal undersøges for tungmetaller og miljøfremmede stoffer inden tilførsel til biogasanlægget.

Der gennemføres derfor en ringtest af metoderne, der er anvendt til bestemmelse af indholdet af fysiske urenheder i den forbehandlede biopulp fra de forskellige typer af forbehandlingsanlæg, som findes i Danmark. Ringtesten er foretaget med henblik på at vurdere, om der er forskel på de anvendte metoder.

På baggrund af resultaterne af bl.a. ringtest og en dialog med branchen, er der i dette projekt udarbejdet et forslag til grænseværdier for indhold af fysiske urenheder i forbehandlet biopulp, der tilføres biogasanlæg til brug ved revision af bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål.

Gennemførelsen af ringtesten beskrives i de følgende afsnit 9.2 til 9.8. Analyseresultaterne fremgår af afsnit 9.9.

## 9.2 Prøveudtagningskampagne

Der i forbindelse med projektet gennemført en prøvetagningskampagne fra forskellige typer forbehandlingsanlæg i Jylland og på Sjælland. Ved hvert forbehandlingsanlæg er udtaget to prøver til hvert af de 3 udvalgte analyselaboratorier. Der er derfor udtaget 6 fysiske prøver ved hvert anlæg. Enkelte anlæg har udtaget referenceprøver, der er nedfrosset til eventuelt senere undersøgelser uden for dette projekt.

Prøvekampagnen er gennemført i dagene 21.-23. november 2016, og alle prøver er udtaget af Rambølls teknikere under ledelse af Rambølls rådgivere.

## 9.3 Forbehandlingsanlæg

Der er udtaget prøver fra de fire forbehandlingsanlæg, som har deltaget i projektet, jf. tabel 9-1. Tabel 9-1 Tabel 9-1 Besøgte anlæg, hvor der er udtaget prøver i henhold til planen

Virksomhed	Adresse	Prøveudtagning
KomTek Miljø af 2012 A/S	Drivervej 8, 6670 Holsted	21-11-2016
HCS A/S	Paul Bergsøevej 47, 2600 Glostrup	23-11-2016
Daka Denmark A/S	Ålkærgårdsvej 13, Horsens	22-11-2016
Ragn-Sells (NNC Miljø)	Grindstedvej 4A, 6670 Holsted	21-11-2016

## 9.4 Udtagning af prøver

Alle prøver er udtaget på forbehandlingsanlæggene, men der er forskel på, hvor præcist prøverne er taget på anlægget og i processen, samt over hvor lang tid prøverne taget.

Således er nogle prøver taget i flowet fra proces til tank, hvor der er udtaget delprøver over længere tid, mens andre prøver er taget under udpumpning fra tanken. Det har ikke været muligt at udtage repræsentative prøver, da det vil kræve udtagning af delprøver over en længere periode, end det var muligt i projektet.

Da prøverne skal være repræsentative og derfor dække bredt, har det været målet at sikre dette ved at udtage prøverne over tid og under turbulens, hvor materialet holdes omrørt eller i bevægelse. Det har dog ikke alle steder været muligt at tage prøverne over en længere tidsperiode, men det har været muligt at tage prøverne ud af flowet fra en turbulent proces, der sikrer, at alle materialer i biopulpen bør være til stede i prøverne, idet bundfældning og flydning er søgt reduceret mest muligt.

Alle prøver er udtaget således, at delmængder af prøverne er udtaget over kortere eller længere tid i en balje, og disse er blandet for at sikre mod bundfældning og flydning af materialer i prøvematerialet.

### *Eksempel på prøvetagning på forbehandlingsanlæg*

Alle prøvebeholdere er fyldt ved, at prøvematerialet under konstant omrøring er hældt over i 2 liters prøvebeholdere af flere omgange for derved at opretholde en så høj repræsentativitet som muligt, og således at alle 6 prøver fra hvert anlæg har så ens indhold som muligt.

De fyldte prøvebeholdere (fyldning ca. 70-80% af volumenet af hensyn til eventuel gasdannelse) blev straks nedkølet efter udtagning og blev holdt nedkølet under transporten til laboratorierne.





Prøve af biopulp

## 9.5 Forbehandlingsanlæg og prøver

Der er udtaget 6 prøver ved alle 4 anlæg. Tabel 9-2 viser, hvor på anlægget prøvetagningen er foregået, antal prøver, prøvens udseende og hvilket inputmateriale prøven består af.

**Tabel 9-2 Prøver udtaget fra de fire deltagende forbehandlingsanlæg**

Prøvenr.	Udtagning	Antal	Udseende	Indhold
Anlæg V	Prøvetagningstank	6	Lys brunt, let groft	Storkøkken, fødevarerindustri
Anlæg X	Flow før tank	6		Supermarked, fødevarerindustri
Anlæg Y	Flow før tank	6		Supermarked, fødevarerindustri
Anlæg Z	Efter tank	6	Karrygulligt, let klumpet	Supermarkeder, storkøkken

Som det fremgår af Tabel 9-2, er der forskel på hvor på anlægget, det har været muligt at udtage prøverne. Endvidere kan det bemærkes, at inputmaterialerne er nogenlunde ensartede, samt at ingen af anlæggene har behandlet KOD i prøvetagningsperioden. To anlæg har behandlet inputmateriale fra supermarkeder og fødevarerindustrien, et anlæg har behandlet affald fra supermarked og storkøkkener og det sidste anlæg en blanding af affald fra storkøkkener og industri. Blandingsforholdet mellem de forskellige behandlede affaldstyper varierede fra anlæg til anlæg.

## 9.6 Laboratorier

Der er udvalgt 3 laboratorier, der har indvilget i at deltage og udføre analyser for indhold af fysiske urenheder større end 2 mm i de leverede prøver. De tre laboratorier og de anvendte analysemetoder fremgår af Tabel 9-3.

**Tabel 9-3 Deltagende laboratorier og den analysemetode, der er anvendt til analyse af prøverne for fysiske urenheder**

Laboratorie	Adresse	Analysemetode
Eurofins Miljø A/S	Ladelundvej 85, 6600 Vejen	Avfall Sverige Rapport U2014:13 + BGKII:10 1998:4
Teknologisk Institut	Kongsvand Allé 29, 8000 Aarhus C	TI's egen metode
AnalyTech Miljølaboratorium A/S	Bøgildsmindevej 21, 9400 Nørresundby	Methods Book for analysis of Compost, (FCQAO), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

## 9.7 Analysemetoder

Hvert af de tre laboratorier er blevet bedt om at analysere de modtagne prøver efter bestemte analysemetoder (se Tabel 9-3). Det forudsættes i analysemetoderne, at der er tale om fast og/eller pumpbart organisk affald. Disse metoder er valgt, fordi de er hyppigt anvendte, og fordi vores nærmeste nabolande anvender dem.

### 9.7.1 Metode 1 gennemført af Eurofins A/S

#### Avfall Sverige Rapport U2014:13

Fra den oprindelige prøve udtages en prøve til bestemmelse af tørstofindhold, og resten af prøven (ca. en liter) bruges til bestemmelse af synlige urenheder.

Prøven hældes i mindre portioner i en 2 mm sigte og skylles igennem. Alle fysiske urenheder fjernes med pincet fra prøven i sigten. Den samlede mængde fysiske urenheder tørres til "rumtørhed".

Alle dele foldes ud og lægges på en plade til scanning. Plaststykker af folier foldes ud, men aluminiumskugler ikke foldes ud. Med scanningsprogrammet findes det samlede areal af materialet, mens alle partikler med areal mindre end 4 mm<sup>2</sup> frasorteres via scanningsværktøjet.

Prøvens tørstofindhold angives i %, og arealet af den samlede mængde fysiske urenheder angives i cm<sup>2</sup>/kg prøve, og scanningsbilleder lægges ved.

### 9.7.2 Metode 2 gennemført af Teknologisk Institut

Teknologisk Instituts analysemetode, KB01/1, Bestemmelse af pumpbar pulp eller fast våd biomasse, produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til bioforgasningsanlæg, marts 2017.

#### Teknologisk Instituts metode KB01/1

Fra hver af prøverne blev der udført en dobbeltbestemmelse af tørstof. Til renhedsbestemmelse er der anvendt følgende fremgangsmåde:

- Der afvejes ca. 1 kg pulp. Den afvejede vægt noteres. Da prøverne nemt faseadskiller, kræves omrøring under overførsel af prøverne.
- Prøven overføres til en sigte med 2,0 mm runde huller under overbrusning med lunt vand.
- Retentatet fra sigtningen overføres til alu-bakke og tørres i ca. 1 døgn ved 60 °C.
- Under tørringen blev prøven (retentatet) adskilt/ vendt for at undgå sammenfiltring som følge af indhold af papirfibre.
- Efter ca. 1 dag var prøverne nogenlunde tørre og lugtfri. Prøverne blev herefter opbevaret i varmeskab ved lav temperatur, ca. 30-40 °C, indtil analysen var færdig.
- Alle urenheder i form af plast, metal, glas, keramik, gummi og genkendelige tekstilfiberstykker blev herefter frasorteret ved visuel inspektion.

- Frasorterede urenheder blev vejet, og andelen af plast blev herefter frasorteret og vejet separat.
- Afslutningsvis blev urenhederne fotograferet.

Der udtages en prøve med mindst 400 gram tørstof, hvoraf der udtages en prøve med 100 gram tørstof til bestemmelse af tørstofindhold. Tørstoffet bestemmes efter DS204 og en temperatur på 105°C.

Prøven skylles med lunkent vand (45-50°C) i gennem en sigte med maskevidde 1,3 mm, hvorved partikler større end 1,3 mm tilbageholdes. Der skylles ad to omgange, og sigten 40 cm x 40 cm afdryppes i mindst 10 min. Det anbefales, at sorteringen udføres på en våd prøve med pincet, men den kan også udføres efter tørring.

Der sorteres i 1) ikke naturligt forekommende restaffald, 2) organisk affald og 3) naturligt forekommende slidende partikler. Alle fraktioner vejes og fotograferes. Herefter behandles kun fraktion 1).

Fraktionen af "ikke naturligt forekommende restaffald" fotograferes.

For fraktionen "ikke naturligt forekommende restaffald" frasorteres partikler større end 6 mm, der vejes og tælles, og partikler større end 10 mm tælles og arealbestemmes.

Den samlede masse af fysiske urenheder angives som procent af den samlede masse af tørstof i prøven, den samlede renhed af prøven, mens arealet af partikler over 10 mm angives som cm<sup>2</sup>/gram tørstof.

I en opdatering af metoden fra 22. august 2016 tillades andre sigtestørrelser. Det er derfor valgt at benytte sigte med runde 2 mm huller af hensyn til sammenligning med de andre metoder.

Arealbestemmelse med brug af metoden indgår ikke i leverancen til ringtesten, men der er foretaget bestemmelse af areal af alle urenheder på 3 udvalgte prøver til brug for sammenligning med andre analyseresultater.

### **9.7.3 Metode 3 (særlig tørring ved 65°C) gennemført af Analytech**

#### Methods Book for analysis of Compost, (FCQAO),

Der udtages en liter prøve, som i våd tilstand sies igennem en 1 mm sigte. Prøven tørres ved 105°C indtil konstant vægt. Materialet sigtes herefter igennem 10 mm, 5 mm og 2 mm sigter, således at to fraktioner af materiale >5 mm og 2-5 mm kan samles.

Herefter behandles de to fraktioner hver for sig. Hver af de to fraktioner vejes med 3 decimaler, og materialerne scannes, og via scanningsværktøjer bestemmes overfladen.

#### Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

Der udtages en liter prøve, som i våd tilstand sies igennem en 1 mm sigte. Prøven tørres under 105°C indtil konstant vægt. Materialet sigtes herefter igennem 10 mm, 5 mm og 2 mm sigter, således at to fraktioner af materiale >5 mm og 2-5 mm kan samles.

Efter at sten er fjernet fra begge fraktioner, blandes disse sammen, og denne samlede fraktion vejes, og det procentvise indhold af synlige urenheder bestemmes.

#### 9.7.4 Vurderinger af de anvendte metoder

Generelt vurderes det, at de forskellige metoder er så ens, at det er ubetydende hvilken metode, der vælges. Det er vigtigt, at både prøven og analysemetoden bliver beskrevet grundigt, da de enkelte metoder giver plads til forskelligheder.

Laboratorierne havde oplevet, at jo højere TS-indhold, jo sværere er prøven at sigte. Prøverne er også fyldt med papirfibre, som klumper sig sammen som f.eks. plasten, som er vanskeligt at skille ad. Generelt blev følgende bemærket:

- Analyseresultater skal beregnes i forhold til TS og plast i forhold til areal (cm<sup>2</sup>/liter prøve)
- Der skal som minimum anvendes en sigte med 2 mm maskevidde
- Prøven skal tørres, da det er det mest praktiske
- Plasten skal foldes ud

Metoderesultaterne viser, at:

- de forskellige testmetoder i udgangspunktet ligner hinanden så meget, at de alle kan benyttes. Det er dog vigtigt, at det enkelte anlæg anvender samme metode ved alle analyser, så analyseresultaterne kan sammenlignes,
- Tørring ved 105°C ser ikke ud til at ændre urenhedernes fysiske karakter
- Store variationer i indholdet (vægt og areal) af fysiske urenheder i samme prøve ved samme analysemetode, hvilket indikerer, at antallet af test/prøver ikke er tilstrækkeligt stort til, at der kan konkluderes noget sikkert

Et laboratorium har foretaget en specialtest, hvor prøvematerialet er udtørret ved 65°C til konstant vægt, og først efter sorteringen er det udsorterede materiale udtørret ved 105°C. Dette er gjort for at undersøge den faktiske materialedeformation ved høje temperaturer. Visse materialer tåler ikke 105°C uden at deformere, smelte eller på anden måde ændre fysisk karakter. Specialtesten viste dog, at materialerne ikke ændrede karakter ved en tørring på 105°C.

Det vurderes, at metoden til udtagning af en repræsentativ prøve er af væsentlig betydning, da der er et væld af faktorer ved udtagning af prøven, som spiller ind på resultatet.

*Det skal understreges, at den mest optimale måde at udtage en repræsentativ prøve på (under omstændighederne) vil være at udtage 1 prøve pr. dag, som samles til en ugentlig prøve. De ugentlige prøver samles til 1 månedsprøve, der analyseres. Dette var desværre ikke muligt at udføre i Ringtesten.*

Der bør foretages 12 prøver pr. år, hvoraf 4 prøver foretages af akkrediteret laboratorium. Prøvetagningsstedet vurderes til bedst at være ved tilløbet til tanken med den færdige biopulp.

Det er en mulighed for anlæggene at køre med dobbeltbestemmelser af prøverne, da udtagning af prøver bl.a. handler om erfaring og træning. Størrelsen på prøven er vigtig, og 5 liter blev vurderet som passende på grund af den store variation i mængden af urenheder i pulpen.

Der er blevet udarbejdet en detaljeret vejledning for, hvordan man udtager en prøve af den forbehandlede biopulp, som har været til kommentering i følgegruppen, jvf. bilag 1.

#### 9.8 Analyseresultater

Analyseresultaterne fra de tre laboratorier fremgår af Tabel 9-4, hvor hvert anlæg (V, Y, X eller Z) har leveret prøver mærket A, B, C, D, E og F, hvoraf prøverne A og B er analyseret hos Eurofins, prøverne C og D er analyseret hos Teknologisk institut, og prøverne E og F er analyseret hos Analytech. Teknologisk institut er ikke blevet bedt om at levere arealberegninger, men

har leveret billeder af de fysiske urenheder, der er fundet i prøverne (bilag 1.2). Indhold, angivet i procent, er opgjort som indhold i procent pr. TS indhold.

Som det ses af tabellen, varierer analyseresultaterne (indholdet af fysiske urenheder i både vægt og areal) meget - både i den samme prøve og med den samme analysemetode. Dette indikerer, at antallet af test/prøver ikke er tilstrækkeligt til, at der kan konkluderes noget sikkert.

**Table 9-4 Results from ring test**

Anlæg	Prøve	Tørstof	Tørring	Urenheder	Urenheder	Urenheder	Urenheder	Urenheder
		[%]	[°C]	Total	Total	Plast	Plast	Plast
				[% TS]	[g/kg]	[% TS]	[g/kg]	[cm <sup>2</sup> /kg]
<b>Eurofins</b>								
Anlæg V	A	10,7	105	0,240	0,527		0,160	45,27
Anlæg V	B	11,7	105	0,230	0,537		0,038	14,20
Anlæg X	A	11,2	105	0,060	0,290		0,003	2,69
Anlæg X	B	10,9	105	0,100	0,218		0,000	1,09
Anlæg Y	A	5,7	105	1,000	1,141		0,120	48,58
Anlæg Y	B	5,7	105	0,940	1,082		0,100	41,87
Anlæg Z	A	8,8	105	0,350	0,600		0,024	12,59
Anlæg Z	B	11,4	105	0,160	0,358		0,016	15,78
<b>Teknologisk Institut</b>								
Anlæg V	C	17,8	60	0,208		0,116		
Anlæg V	D	17,4	60	0,287		0,204		
Anlæg X	C	14,0	60	0,086		0,034		
Anlæg X	D	14,2	60	0,054		0,022		
Anlæg Y	C	10,0	60	0,725		0,528		
Anlæg Y	D	10,1	60	0,726		0,529		
Anlæg Z	C	14,8	60	0,180		0,111		
Anlæg Z	D	14,4	60	0,475		0,124		
[cm <sup>2</sup> /l]								
<b>Analytech</b>								
Anlæg V	E	17,5	50	0,388		0,341		36
Anlæg V	F	17,2	50	0,291		0,290		15
Anlæg X	E	14,2	50	0,021		0,011		0,9
Anlæg X	F	14,1	50	0,046		0,034		4,5
Anlæg Y	E	9,92	50	0,684		0,602		35
Anlæg Y	F	10,1	50	0,222		0,130		17
Anlæg Z	E	14,4	50	0,060		0,035		2,9
Anlæg Z	F	14,5	50	0,163		0,109		11

Tørstofindholdet i prøverne fra Teknologisk institut og Analytech er samstemmende, hvorimod tørstofindholdet i prøverne fra Eurofins er målt noget lavere på trods af, at prøverne er identiske. Herudover fremgår det, at det totale indhold af fysiske urenheder i % af tørstof vægt i nogle tilfælde varierer en del mellem de to identiske prøver fra samme anlæg, som f.eks. anlæg Z: Prøve A (0,35) og B (0,16); C (0,18) og D (0,475) samt E (0,06) og F (0,163).

Ligeledes kan der tilsvarende findes forskelle for plasturenhederne (%), hvor særligt Analytech anlæg Y: Prøve E (0,602) og F (0,130) samt anlæg Z: Prøve E (0,035) og F (0,109) varierer meget. Kun 4 prøver ud af 24 overskrider et vægtbaseret krav på 0,5 vægt-%/TS med 2 mm sigte.

Ses der på de arealbaserede resultater for plast, er der også her store variationer f.eks. for Eurofins (cm<sup>2</sup>/kg): anlæg V: Prøver A (45,27) og B (14,20) og Analytech (cm<sup>2</sup>/l): Anlæg V prøve E (36) og F (15) samt anlæg Y: Prøve E (35) og F (17). Ud af de 8 arealbaserede resultater fra Eurofins er der 3 prøver, der overskrider det svenske krav om maksimalt 40 cm<sup>2</sup>/kg plasturenheder i en enkelt prøve.

Det vurderes umiddelbart, at prøvetagningen kan have betydning for analyseresultaterne, da det ikke har været muligt at udtage en repræsentativ prøve over lang tid (se udkast til prøvetagningsvejledning i bilag 3). Derudover er analyseresultaterne opgivet i forskellige enheder f.eks. i vægtprocent af TS g/kg og cm<sup>2</sup>/kg og cm<sup>2</sup>/l, hvilket gør det svært umiddelbart at sammenligne resultaterne. Det vurderes derfor, at det er vigtigt, at analyseresultaterne beregnes på samme måde.

### **9.8.1 Bestemmelse af tørstof (test af metode)**

Ved analysen af indholdet af fysiske urenheder i biopulpen fra 4 forbehandlingsanlæg i Danmark, blev der også foretaget tørstofbestemmelse på alle prøverne. Resultaterne af tørstofbestemmelserne viste en vis variation prøverne imellem fra de 4 anlæg. Variationer, der kan skyldes prøvernes indhold af fysiske urenheder.

Analyserne af tørstofindhold fra to laboratorier Analytech og Teknologisk Institut viste høj grad af sammenlignelighed, mens prøverne fra Eurofins afveg betragteligt.

Efter en dialog med laboratorierne viste det sig, at mængden af materiale, udtaget til tørstofbestemmelse hos Eurofins, var langt mindre (8-10 gram) end hos de to andre laboratorier (25-75 gram), hvilket kunne give anledning til at antage, at dette kan forklare Eurofins afvigende resultater for tørstofbestemmelserne. Der var ikke tilbageværende materiale til at gentage tørstofbestemmelsen på de samme prøver.

Der er derfor foretaget en begrænset analyse af problemstillingen ved at tage biopulp fra 1 af de 4 anlæg, og lade et laboratorium foretage tørstofbestemmelse på delprøver af den samme prøve, fordelt på forskellige delprøvemængder.

Således blev der udtaget 4 delprøver à 10 gram, 4 delprøver à 25 gram, 4 delprøver à 50 gram og 4 delprøver à 100 gram, udelukkende for at afprøve sammenhængen mellem delprøvens mængde og delprøvens tørstofindhold i %.

#### **9.8.1.1 Analyse**

En samlet prøve blev udtaget fra et forbehandlingsanlæg, der var med i første runde af undersøgelserne, og delprøverne blev alle udtaget af denne prøve og undersøgt på Analytechs laboratorium i henhold til DS 204 for tørstofbestemmelse, metode M-0008.



**Tabel 9-5 Samlede resultater af analyserne for tørstof fordelt på 4 delprøver af hver henholdsvis 10 gram, 25 gram, 50 gram og 100 gram**

	Delprøvemængder [g]			
	10	25	50	100
Tørstofindhold [%]	15,5	16,7	15,9	15,6
	16,4	15,6	15,9	15,6
	15,4	15,8	15,8	15,2
	15,8	15,6	15,6	9,31
Gennemsnit	<b>15,8</b>	<b>15,9</b>	<b>15,8</b>	<b>13,9</b>
Std. afvig.	<b>0,390</b>	<b>0,455</b>	<b>0,122</b>	<b>2,671</b>

*Kommentar fra Analytech i forbindelse med testen af bestemmelse af tørstof:*

*"De midlertidige analyseresultater indikerer allerede, at 25 gram prøvemateriale bør være nok, da usikkerheden på tværs af mængderne er meget lille".*

### 9.8.1.2 Vurdering

Valget af delprøvemængder på hhv. 10, 25, 50 og 100 gram skulle give en indikation af variation i tørstofindholdet inden for samme delprøvemængde og/eller mellem de forskellige delprøvemængder, hvis antagelsen om, at indholdet af fysiske urenheder har betydning for bestemmelsen af tørstofindhold, er rigtig.

I dette begrænsede forsøg, er der ikke noget der tyder på, at ovenstående skulle have betydning. Ses der bort fra en enkelt delprøve på 100 gram, så ligger alle resultaterne inden for et begrænset interval, og der er ikke noget, der angiver, at variationen er større mellem forskellige delprøvemængder i forhold til delprøverne inden for samme delprøvemængde.

Ved mindre mængder (<10 gram), kan det ikke udelukkes, at usikkerheden i bestemmelsen af tørstofindhold øges, og ved større mængder (>50 gram) skabes tekniske problemstillinger i forhold til laboratoriernes udstyr.

### 9.8.1.3 Konklusion

Det gennemførte forsøg giver, på grundlag af det udførte arbejde, ikke anledning til at konkludere, at der er væsentlig forskel på bestemmelse af indholdet af tørstof, baseret på forskellige mængder, udtaget til analyse i intervallet 10-100 gram. Der er ikke analyseret delprøver mindre end 10 gram, men det kan ikke udelukkes, at der med et højt indhold af fysiske urenheder følger en stigende usikkerhed i bestemmelsen ved meget små mængder delprøve (under 10 gram).

### 9.8.1.4 Anbefaling

Det anbefales på baggrund af det udførte forsøg, at der fastlægges en nedre grænse for delprøvemængder til tørstofbestemmelse på mindst 25 gram.

## 9.9 Opsamling

Ringtesten er udført på 4 forskellige forbehandlingsanlæg, hvor der er udtaget 6 prøver på hvert anlæg. Prøverne er analyseret på 3 forskellige laboratorier, (2 ens prøver fra hvert anlæg er sendt til de tre laboratorier), og analyseret for fysiske urenheder. Hvert laboratorium har anvendt hver deres analysemetode.

### 9.9.1 Prøvetagning og -behandling

Der er udtaget to prøver til hvert af de 3 udvalgte analyselaboratorier på hvert forbehandlingsanlæg, hvilket betyder, at der er udtaget 6 fysiske prøver pr. anlæg (4 anlæg i alt). Der er forskel på, hvor prøverne er taget på anlægget, og hvor i processen, samt over hvor lang tid de er taget. Det har ikke været muligt at tage alle prøverne over en længere tidsperiode, men det har været muligt at tage dem ud fra flowet fra en turbulent proces. Der er udtaget delmængder af prøverne, som er blandet. Alle 6 prøver fra hvert anlæg er forsøgt udtaget med så ens indhold som muligt. Alle prøver blev nedkølet og inden for 2 timer frosset ned. De frosne prøver blev efter 1-3 dage sendt med kurer til laboratoriet i frossen tilstand i kølekasser. Kurertransporten var til alle laboratorier under 3 timer.

Den indledende prøvebehandling er generelt ens, hvor der udtages en delprøve til tørstofbestemmelse af den indkomne prøve, og at resten af prøven vaskes igennem en sigte på 2 mm. Enkelte metoder sigter i flere størrelser, dog med 2 mm som mindste sigte.

### 9.9.2 Tørstofbestemmelse

En del af hver prøve blev udtaget til bestemmelse af tørstofindhold i henhold til DS 204 for tørstofbestemmelse, metode M-0008.

### 9.9.3 Sortering

Alle laboratorier bruger udsortering af fysiske urenheder, hvor det sigtede materiale i tør eller våd tilstand sorteres med en pincet, for derefter at blive vejlet og fotograferet og/eller scannet.

### 9.9.4 Tørring

Tørring af prøven er udført ved tre forskellige temperaturer hhv. 50, 60 og 105°C, hvilket muligvis kan være problematisk i forbindelse med plastik, der vil krympe, før denne temperatur opnås.

Et laboratorium har foretaget en speciel test, hvor det udsorterede materiale blev udtørret ved 105°C. Dette er gjort for at undersøge den faktiske materialedformation ved høje temperaturer. Visse materialer tåler ikke 105°C uden at deformere, smelte eller på anden måde ændre fysisk karakter. Specialtesten viste dog, at materialerne ikke ændrede karakter ved en tørring på 105°C.

### 9.9.5 Metode

Den gennemførte ringtest har brugt følgende tre metoder til bestemmelse fysiske urenheder:

- Avfall Sverige Rapport U2014:13, samt BGKII:10 1998:4
- Teknologisk Instituts metode
- Methods Book for Analyses of Compost, (FCQAO), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK)

De forskellige testmetoder ligner i udgangspunktet hinanden så meget, at de alle kan benyttes. Det er dog vigtigt, at det enkelte anlæg anvender samme metode ved alle analyser, så analyseresultaterne kan sammenlignes. Generelt vurderes følgende parametre at være vigtige:

- Der skal som minimum anvendes sigte med 2 mm maskevidde
- Prøven skal tørres, da det er det mest praktiske.
- Plaster skal foldes ud

### 9.9.6 Analyseresultater

Der ses store variationer i indholdet (vægt og areal) af fysiske urenheder i samme prøve ved anvendelse af samme analysemetode, hvilket indikerer, at antallet af test/prøver ikke er tilstrækkeligt stort til, at der kan konkluderes noget sikkert. Det vurderes generelt, at prøvetagningen har betydning for analyseresultaterne, samt at de bør beregnes på samme måde.

# 10. Efterskrift

Efter at ringtestene er afsluttet, er de fleste anlæg, som oparbejder KOD og forskellige former for kasseret madaffald, begyndt at analysere for indhold af fysiske urenheder, især plast. De har på en række møder i brancheforeningen, Genanvend Biomasse, fremlagt og drøftet de erfaringer, som er opnået siden ringtestene blev igangsæt. På baggrund af disse og af projektet er konklusionen, at der er en række elementer, som ikke kunne forudses ved især de svenske analysemetoder.

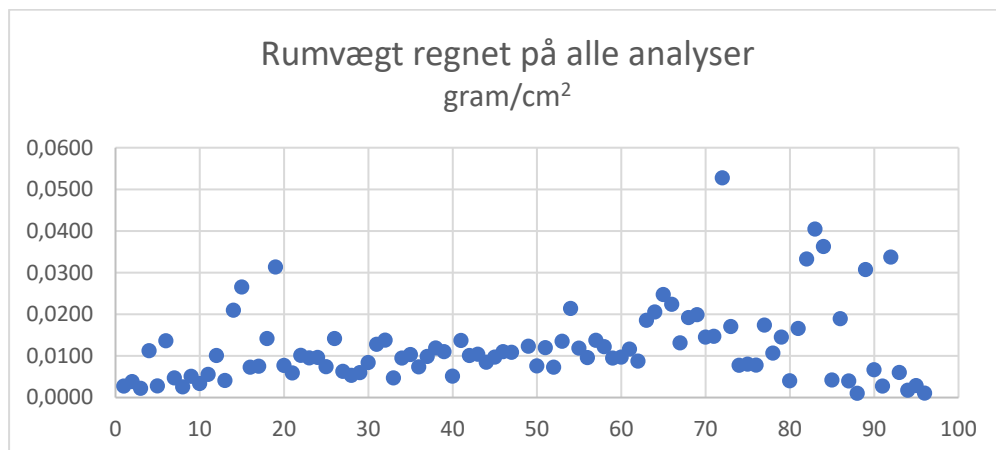
Det væsentligste er, at der ikke kun anvendes arealmål for indholdet af plast, målt pr. liter, men at der også anvendes en vægtafhængig grænse for plast, målt i forhold til tørstof. Begrundelsen herfor er følgende:

- Ved at måle et areal af plast i forhold til prøven i foreliggende stand (liter eller kg) er der mulighed for på forbehandlingsanlægget at justere på mængde af vandindholdet i biopulpen og derved opnå mindre areal af plast i forhold til prøven.
- Det har vist sig vanskeligt at måle et præcis areal for plast i en prøve, især under egenkontrolmålinger. Disse data for den enkelte prøve skal gerne være reproducerbare i forhold til de tal, som findes af et akkrediteret laboratorium. Især da begge sæt data er gyldige i den gennemsnitlige værdi, som skal overholdes.
- Erfaringen med at analysere på plastareal i egenkontrolprogram, har vist sig relativt kompliceret at beskrive, når de sande arealer skal findes på både meget tynd plast, som ruller sammen, men også på større plaststykker som er en formstabil krumme struktur.
- Der har vist sig, at der er meget stor variation i tykkelse på den plast, der findes i den forhandlede biopulp, således at rumvægt kan variere fra 0,005 g/cm<sup>2</sup> til 0,04 gram/cm<sup>2</sup>. Erfaring fra opbevaring i gylletanke viser, at især det tykke plast hurtigt samler sig i mindre plast-øer oven på flydelaget, der dermed bliver meget synligt.
- Der har gennem de sidste 12 måneder været udførte mere end 103 analyser på flere behandlingsanlæg, hvor de analyserede data er omregnet til, hvad 20 cm<sup>2</sup> plast i gennemsnit vejer. Et tal som kan anvendes til at finde en sand kollation til en grænseværdi for tilladeligt plast målt i tørstof.

I efteråret 2016 og i 2017 er der analyseret for fysiske urenheder på forskellige anlæg, hvor rumvægten er fundet for alle prøver. Efterfølgende diagram viser, hvorfra de enkelte analyser kommer.

	g/cm <sup>2</sup> middel	Std. Afvigelse	gram plast pr. kg TS	Antal analyser
Rambøll, ring test	0,020	0,01	2,0	16
Teknologisk Institut	0,008	--	0,8	7
Ecogi	0,009	0,01	0,9	12
Daka	0,011	0,06	1,1	68

Efterfølgende diagram, viser de enkelte beregnede rumvægt for alle 96 prøver. Den beregnede rumvægt er fundet, ved at dividere den faktiske vægt på den fundet plast op i det målte areal.



Gennemsnitsrumvægten på alle prøver er 0,012 gram/cm<sup>2</sup> med en standardafvigelse på 0,009.

Den rumvægt, som anbefales som omregningsfaktor for at komme fra et areal-baseret krav til en vægt-baseret krav, er valgt ud fra anbefaling fra brancheforeningen Genanvend Biomasse, hvis medlemmer også deltog i følgegruppe møder under udarbejdelse af selv projektet.

## 10.1 Fra areal til tørstofsverdier

Den anbefalede værdi for omregningsfaktor er 0,015 gram/cm<sup>2</sup> plast, hvilken 78 % af alle data ligger under.

Omregning af det svenske arealbaserede krav på 20 cm<sup>2</sup> per liter til et vægtbaseret krav på 0,015 gram/cm<sup>2</sup> \* 20 cm<sup>2</sup> = 0,3 gram/liter v. 20% TS =>

Omregnet til tørstof

0,3 gram/liter v. 20% TS \* (100/20) % TS = 1,5 gram plast pr. kg TS => 0,15% plast i TS

# 11. Konklusion

Overordnet viser projektet, at der er behov for yderligere krav til kvaliteten af den forbehandlede biopulp udover kravene til tungmetaller og miljøfremmede stoffer, som er angivet i bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (Affald-til-jordbekendtgørelsen). Disse krav til kvalitet dækker primært parametre som fysiske urenheder. Fysiske urenheder dækker et bredt spekter af materialer, men særligt glas, metal, komposit, læder, tekstil og plastik.

Generelt har projektet vist, at branchen bredt ønsker en høj kvalitet samt fælles krav og standard for fysiske urenheder. Høj kvalitet og krav til fysiske urenheder er vigtige faktorer for genanvendelsen af organisk affald til jordbrugsformål.

De fleste forbehandlingsanlæg undersøger i dag biopulpen for fysiske urenheder og stiller krav til kvaliteten af det modtagne organiske affald bagud i kæden til kommuner og virksomheder. Forbehandlingsanlæggene stiller krav om kildesortering og informerer generelt deres kunder om, hvordan der skal kildesorteres. Flere anlæg angiver på deres hjemmesider hvilke affaldsfraktioner, der ikke må være i det organiske affald. Det er fraktioner som f.eks. træ, metal, større plastdele, flamingo og tekstiler.

Alle undersøgte biogasanlæg modtager biopulp, der hovedsageligt indeholder organisk affald fra supermarkeder mv. Kun få anlæg modtager biopulp, der også indeholder KOD fra husholdninger. Biopulpen er analyseret for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i henhold til Affald-til-jord bekendtgørelsen.

7 af de undersøgte biogasanlæg analyserer selv biopulpen for fysiske urenheder, hvoraf 3 benytter Teknologisk Instituts analysemetode. De øvrige 4 anlæg benytter den svenske SPCR 120 metode. De fleste anlæg stiller krav om maksimalt 0,5 vægtprocent fysiske urenheder af TS, og ét stiller krav om en arealbaseret grænseværdi for plast på 20 cm<sup>2</sup>/kg.

Der er behov for, at Miljøstyrelsen fastsætter grænseværdier for fysiske urenheder, samt at der anvendes de grænser, man i fællesskab mellem landbrug, fødevarer virksomheder, myndigheder og kommuner har fastsat i Sverige (0,5% på tørstofvægt og plast på maksimalt 20 cm<sup>2</sup>/kg).

De undersøgte lande har indført krav til fysiske urenheder i kompost og/eller afgasset biomasse enten direkte i lovgivningen eller indirekte via certificeringsordninger. Sverige stiller også krav til fysiske urenheder i den afgassede biomasse fra biogasanlæg, der har modtaget biopulp, baseret på KOD og organisk affald fra servicesektoren. Det forventes, at den nye EU gødningsforordningen ligeledes vil omfatte krav til fysiske urenheder i biogødninger.

Fælles for de fleste lande samt EU og ECN er, at der stilles et vægtbaseret krav (vægtprocent af TS) med udgangspunkt i en 2 mm sigte. Kun Finland stiller krav om vægtprocent af frisk materiale. England, Norge, Sverige og Tyskland stiller krav om en grænseværdi på 0,5 vægtprocent af TS. Sverige og Tyskland har udover de vægtbaserede krav også en arealbaseret grænseværdi for plast. I Sverige er grænseværdien på 20 cm<sup>2</sup>/kg, mens den i Tyskland er på 25 cm<sup>2</sup>/l.

Alle lande anser fysiske urenheder til som minimum at omfatte glas, metal og plastik. Sverige nævner foruden disse fraktioner også kompositter, gummi og pap. I England nævnes, foruden glas, metal og plastik, også andre "non-stone, man-made fragments".

## 11.1 Forslag til krav/grænseværdier for fysiske urenheder

Baseret på undersøgelsen af forbehandlingsanlæg og behandlingsanlæg, reglerne i andre lande samt de tilgængelige analysemetoder, den gennemførte ringtest og erfaringerne fra branchen foreslås det, at følgende krav til fysiske urenheder for biopulp indføres i Affald-til-jord bekendtgørelsen:

### Biopulp og kompost:

En vægtbaseret grænseværdi for den totale mængde af fysiske urenheder (glas, metal, gummi, plast mv.) større end 2 mm på 0,5 vægtprocent/tørstof

- En vægtbaseret grænseværdi for plast større end 2 mm på 0,15 vægtprocent/tørstof og en arealbaseret grænseværdi for plast på maksimalt 1 cm<sup>2</sup> pr. procent tørstof målt i 1 liter biopulp.

Analyseresultaterne for fysiske urenheder bør indgå som et krav i deklARATIONEN på samme måde som analyseresultaterne for tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Endvidere bør det også fremgå, om der er anvendt kemiske stoffer, som f.eks. flokkuleringsmiddel i forbindelse af afvanding af biopulpen.

## 11.2 Forslag til metode

De testede metoder gav ikke noget entydigt svar om valg af metode. Et af laboratorierne afveg signifikant i deres analyse af tørstof, hvilket betyder, at indholdet af fysiske urenheder også afveg signifikant, da de fysiske urenheder måles i forhold til tørstofindholdet. Det kan ikke udelukkes, at der med et højt indhold af fysiske urenheder følger en stigende usikkerhed i bestemmelsen ved meget små mængder delprøve (under 10 gram). Det anbefales på baggrund af det udførte forsøg, at der fastlægges en nedre grænse for delprøvemængder til tørstofbestemmelse på mindst 25 gram.

Det foreslås, at anlæggene selv vælger hvilken metode, de ønsker at benytte under forudsætning af, at følgende forhold tages til efterretning:

- Det er vigtigt, at både prøven og analysemetoden bliver beskrevet grundigt, da de enkelte metoder giver plads til forskelligheder.
- Det er vigtigt, at anlægget vælger samme metode for alle analyser, så resultaterne kan sammenlignes
- Analyseresultater skal beregnes i forhold til Tørstof
- Der skal som minimum anvendes 2 mm sigte
- Prøven skal tørres, da det er det mest praktiske.
- Tørringstemperatur bør ikke være over 65°C

## 11.3 Forslag til prøvetagning og -hyppighed

Der er i projektet udarbejdet en vejledning i prøvetagning, som foreslås anvendt, jf. bilag 1.1. Det foreslås, at følgende krav fastsættes:

- Der udtages 12 løbende repræsentative prøver pr. år, hvoraf 4 prøver foretages af et akkrediteret laboratorium. Hvis der på en måned er mindre end 5 produktionsdage, overføres prøven til næste måned.
- Repræsentativ prøve udtages således: 1 prøve pr. dag, som samles til en ugentlig prøve. De ugentlige prøver samles til 1 månedsprøve, der analyseres.
- Prøvetagningssted: Ved tilløbet til tanken med den færdige biopulp og før evt. hygiejnisering. Prøve bør være mindst 8 liter.
- Forbehandlingsanlæggene bør have et egenkontrolprogram.

- Prøverne skal opbevares på frost, og forsendelse af de frosne prøver skal ske i isolerede kasser og inden for en arbejdsdag.
- Analyse for tørstof skal ske med det samme ved optøning.

## 11.4 anbefalinger

I løbet af projektet er der fremkommet en række anbefalinger til understøttende initiativer i forhold til at arbejde for at øge genanvendelsen og kvaliteten af organisk affald til jordbrugsformål.

Anbefalingerne er listet herunder:

- At Miljøstyrelsen fastsætter danske grænseværdier for de fysiske urenheder i lighed med de svenske krav med en grænseværdi for fysiske urenheder (plast, glas og kompositmaterialer) >2 mm på 0,5 vægtprocent/TS samt en vægtbaseret grænseværdi for plast større end 2 mm på 0,15 vægtprocent/tørstof og en arealbaseret grænseværdi for plast på maksimalt 1 cm<sup>2</sup> pr. procent tørstof/total tørstof, målt i 1 liter biopulp.
- Krav om prøvestørrelser til tørstofbestemmelse på mindst 25 gram.
- Det kan overvejes, om deklARATIONEN fra forbehandlingsanlæggene til biogasanlæggene også bør omfatte information om f.eks. biopulpens gaspotentiale.

# 12. Referenceliste

*Oversigt over eksisterende afsætningsmuligheder for plast-, metal- og organisk affald, Miljøstyrelsen, 29. juni 2015*

*Planenergi og Affaldskontoret, Krav fra Mejeriforeningen, 28. januar 2015.*

*CERTIFIERINGSREGLER FÖR BIOGÖDSEL, SPCR 120, (2016), Avfall Sverige*

*Certification rules for digestate, RAPPORT B2009, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige*

*Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Verordnung: Kompostverordnung, 14. August 2001.*

*Kompost e.V. Qualitätskriterien und Güterrichtlinien (RAL-GZ 245) – Gärprodukt fest/flüssig og Düngemittelverordnung – DüMV af 2012.*

*Kortlægning af indsamling og forbehandlingsmetoder for organisk dagrenovation, RenoSam, januar 2013.*

*Metod för bestämning av synliga föroreningar i biogödsel och förbehandlat matavfall, Rapport U2014:13, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige*

*Oversigt over eksisterende afsætningsmuligheder for plast-, metal- og organisk affald, Miljøstyrelsen, 29. juni 2015*

*DS-information, DS/CEN/TS 16202, Slam, bioaffald og jord – Bestemmelse af urenheder og sten, Sludge, treated biowaste and soil – Determination of impurities and Stones, 1. udgave, 29-10-2013.*

*Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast vådbiomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til afgangning i biogasanlægsanlæg, Analysemetode, Teknologisk institut, 27-01-2015.*

[https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/ecoap\\_stayconnected/files/etv/j1005\\_verification\\_report\\_ecogi\\_v9.pdf](https://ec.europa.eu/environment/ecoap/sites/ecoap_stayconnected/files/etv/j1005_verification_report_ecogi_v9.pdf)

<http://www.lehmanns.de/shop/nocategory/7734375-9783939790006-methodenbuch-zur-analyse-organischer-duengemittel-bodenverbesserungsmittel-und-substrate>

*Methods Book for the analysis of compost, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.(BGK), 3<sup>rd</sup> edition, 2003, Tyskland.*

[https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/454414/OENORM\\_S\\_2122-1\\_2013\\_03\\_15](https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/454414/OENORM_S_2122-1_2013_03_15)

*Kompost e.V. Qualitätskriterien und Güterrichtlinien (RAL-GZ 245) – Gärprodukt fest/flüssig og Düngemittelverordnung – DüMV af 2012.*

*Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast vådbiomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til afgangning i biogasanlægsanlæg, Analysemetode, Teknologisk institut, 27-01-2015.*



*Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Verordnung: Kompostverordnung, 14. August 2001.*

*Høring over Kommissionens forslag til Europa-Parlamentets og Rådets forordning om fastsættelse af regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter og om ændring af forordning (EF) nr. 1069/2009 og (EF) nr. 1107/2009, Miljø- og fødevarerministeriet, 23/03 2016*

*Høringssvar på EU-Kommissionen forslag om fastsættelse af regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter, fra BJORJ til Natur og erhvervsstyrelsen, 13/04 2016.*

*CERTIFIERINGSREGLER FÖR BIOGÖDSEL, SPCR 120, (2016), Avfall Sverige*

*Certification rules for digestate, RAPPORT B2009, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige*

*ECN-QAS European Quality Assurance Scheme for Compost and Digestate, 15th October 2014.*

*DS-information, DS/CEN/TS 16202, Slam, bioaffald og jord – Bestemmelse af urenheder og sten, Sludge, treated biowaste and soil – Determination of impurities and Stones, 1. udgave, 29-10-2013.*

*Methods Book for the analysis of compost, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.(BGK), 3<sup>rd</sup> edition, 2003, Tyskland.*

*Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast vådbiomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til afgangning i biogasanlægsanlæg, Analysemetode, Teknologisk institut, 27-01-2015.*

*Høring over Kommissionens forslag til Europa-Parlamentets og Rådets forordning om fastsættelse af regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter og om ændring af forordning (EF) nr. 1069/2009 og (EF) nr. 1107/2009, Miljø- og fødevarerministeriet, 23/03 2016*

*Høringssvar på EU-Kommissionen forslag om fastsættelse af regler om tilgængeliggørelse på markedet af CE-mærkede gødningsprodukter, fra BJORJ til Natur og erhvervsstyrelsen, 13/04 2016.*

*ECN-QAS European Quality Assurance Scheme for Compost and Digestate, 15th October 2014.*

*Telefoninterview 3. oktober 2016 med Aksel Buchholt, Foreningen af Danske Biogasanlæg.*

*Telefoninterview 10. oktober 2016 med Bjørn Malmgren-Hansen.*

[http://www.etv-danmark.dk/filer/energi/EGOGI\\_testreport.pdf](http://www.etv-danmark.dk/filer/energi/EGOGI_testreport.pdf)

# Bilag 1.

## Bilag 1.1 Vejledning i prøvetagning

### 1. Vejledning til udtag af prøver til analyse for fysiske urenheder fra biopulp i forbehandlingsanlæg

Udfordringen ved udtag af prøver fra forbehandlingsanlæg er at sikre en så høj grad af repræsentativitet som muligt. Materialet er inhomogent, og særligt tilstedeværelsen af materiale med væsentligt forskellig densitet gør det vanskeligt at sikre en høj grad af repræsentativitet.

Denne vejledning bygger på en metode, hvor der udtages delprøver til en samlet blandeprøve, der indgår i den faste række prøvetagninger ved forbehandlingsanlæg. Det er væsentligt for den samlede prøve og analysen af denne, at alle delprøver udtages ved samme tapsted på systemet, således at så mange afgørende parametre som muligt kan udelukkes.

#### 1.1 Udtagning af prøve

Prøven udtages fra en taphane på rørføringen mellem pulpningen og tanken under processen, således at muligheden for bundfældningen begrænses.

Taphanen udtømmes, således at størknet biopulp og andet fjernes, før den egentlige prøve udtages.

#### 1.2 Tidsperiode for udtagning af prøver

Der udtages en prøve hver dag under produktion, og disse hældes sammen til en samlet ugeprøve. Hver måned samles ugeprøverne i en samlet månedsprøve, og denne analyseres i henhold til reglerne.

Udgøres månedsprøven af mindre end 5 dages produktion, samles denne prøve med efterfølgende månedsprøve. Det angives, at prøve er fra 2 måneder.

#### 1.3 Prøvemængder

Hver dags prøve skal udgøre minimum 250 ml, hvilket giver en samle ugeprøve på 1250 ml og en månedsprøve på mindst 5 liter.

Prøverne må ikke være mindre af hensyn til repræsentativiteten.

#### 1.4 Udstyr til udtagning af prøver

Der skal stilles ikke krav til udstyrets beskaffenhed udover, at det skal være rent og fri for afgivelse af materiale til biopulpen.

Det anbefales, at der bruges plastikbeholdere med skrulåg eller spande med låg, der kan fastgøres.

Gør plads i beholderne til gasdannelse og til volumenforøgelse ved frysning.

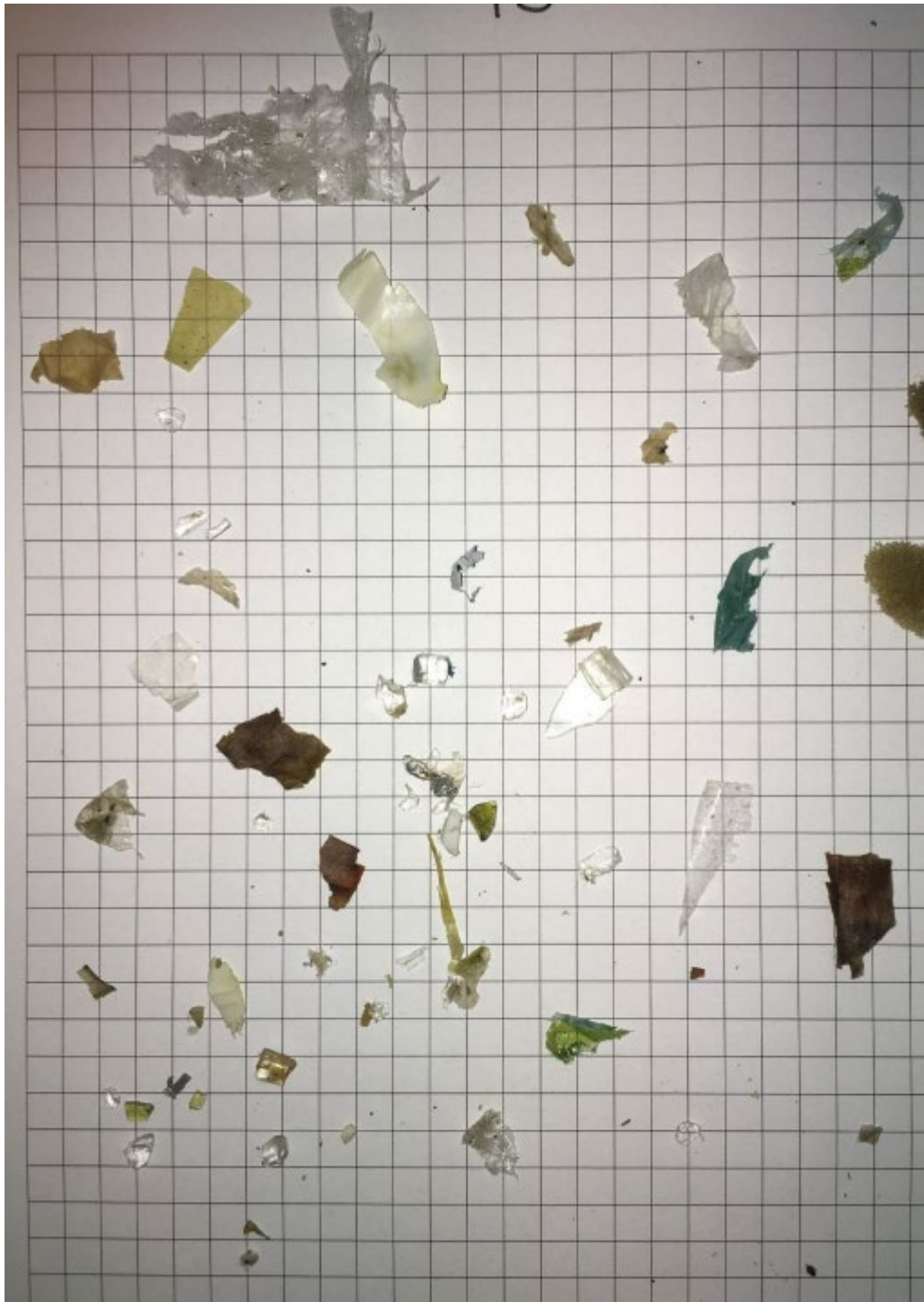
#### 1.5 Opbevaring af prøver

Prøverne opbevares på køl, og den blandede ugeprøve kan dernæst nedfryses for at reducere gasdannelsen. Vær opmærksom på, at der er stor risiko for dannelse af biogas, der er brandfarlig og eksplosiv ved kontakt med ild og gnister.

## **Bilag 1.2 Billeder af fysiske urenheder, Teknologisk institut**













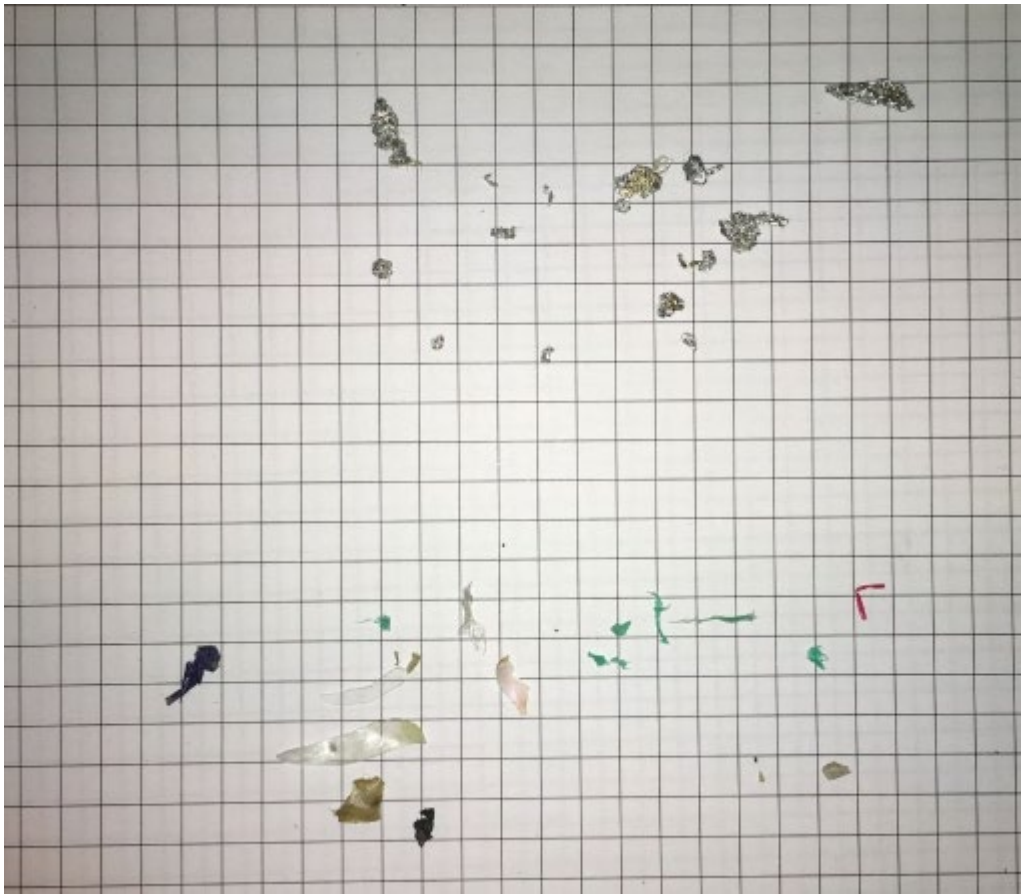




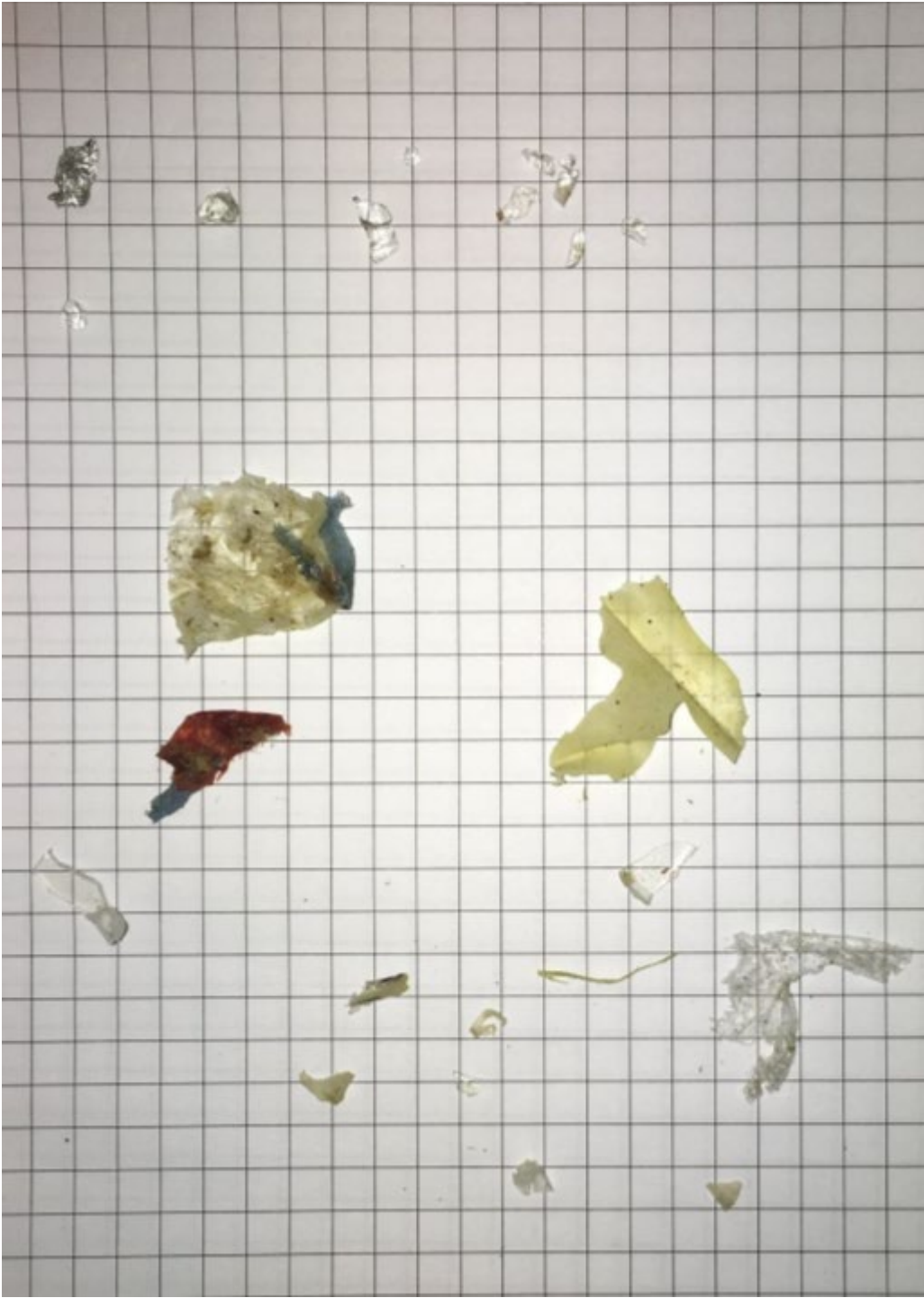












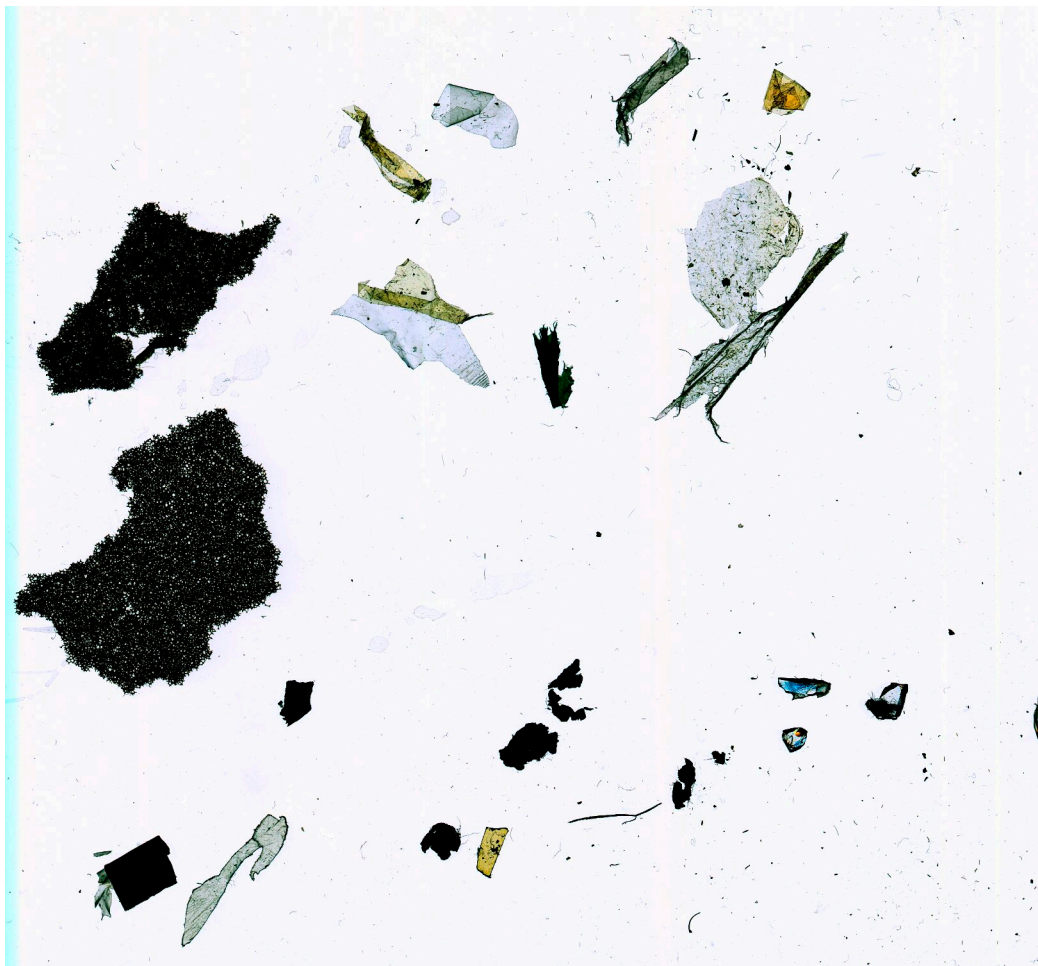




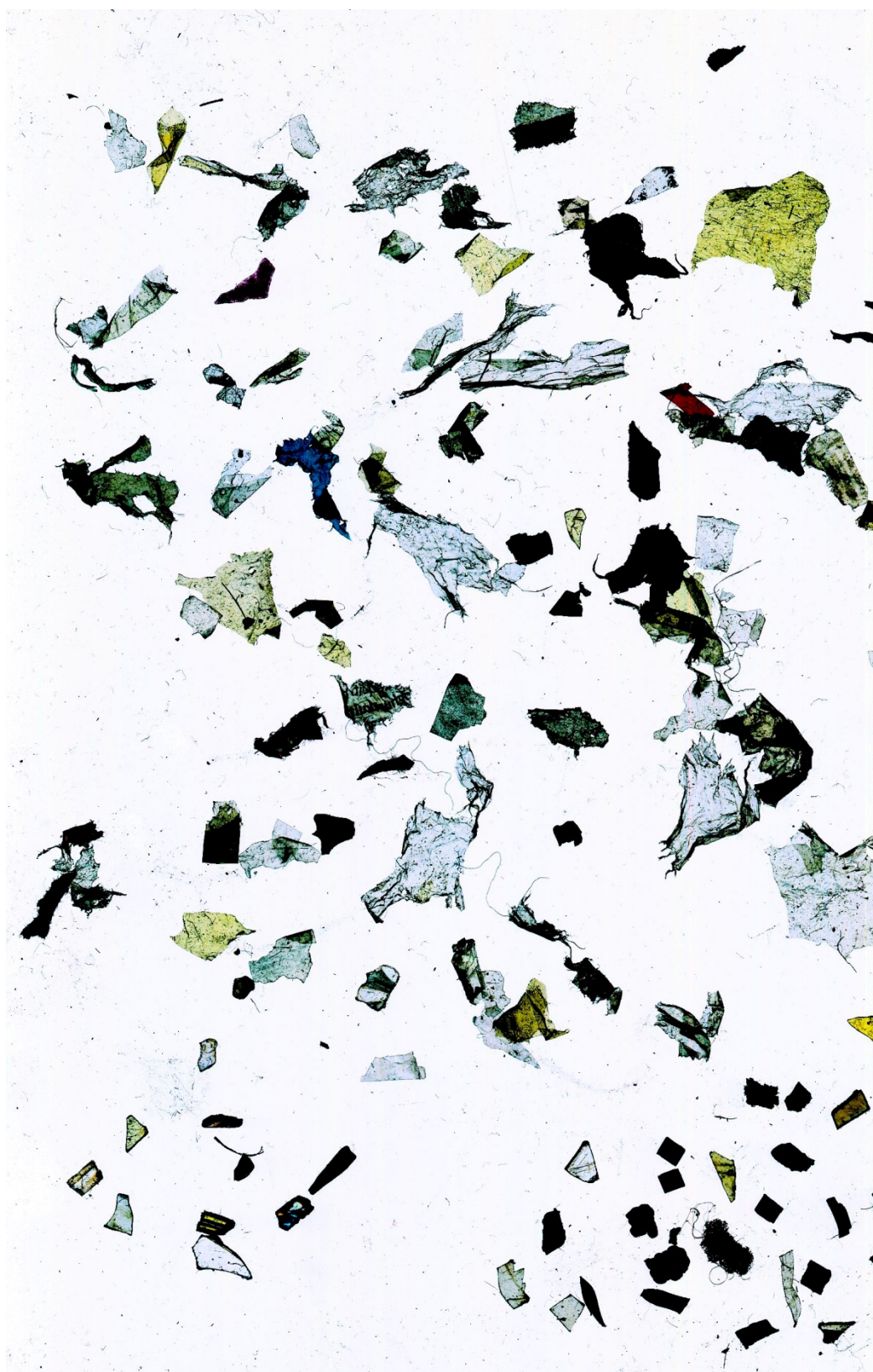




### **Bilag 1.3 Billeder af fysiske urenheder, Eurofins**



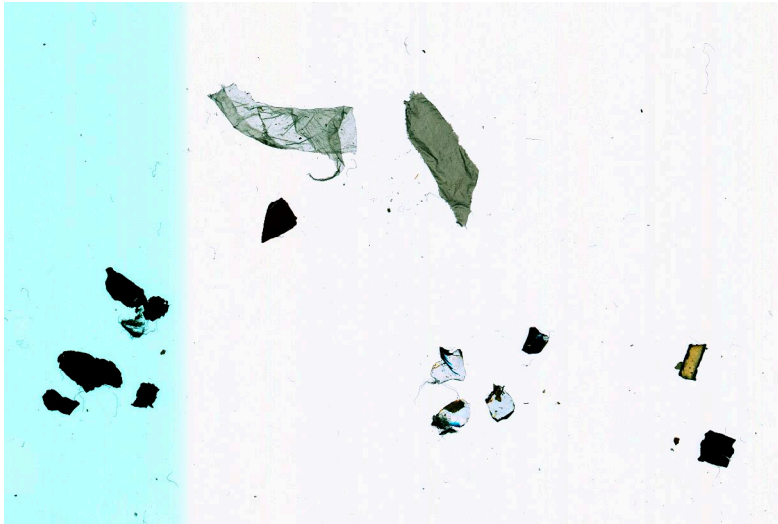


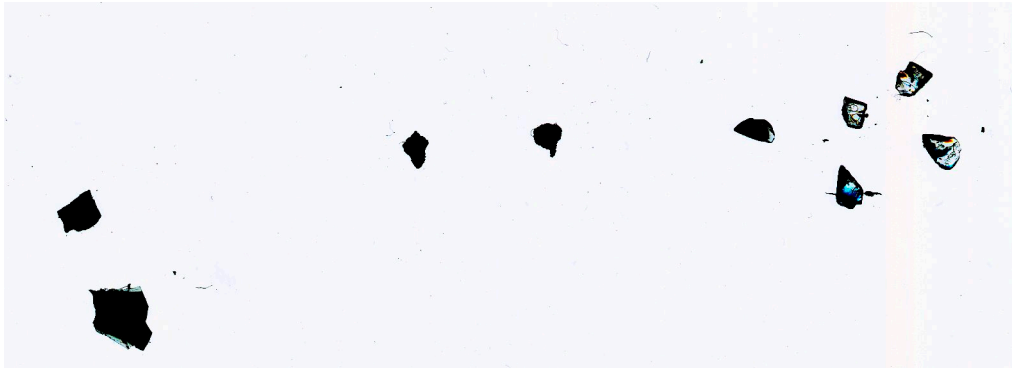


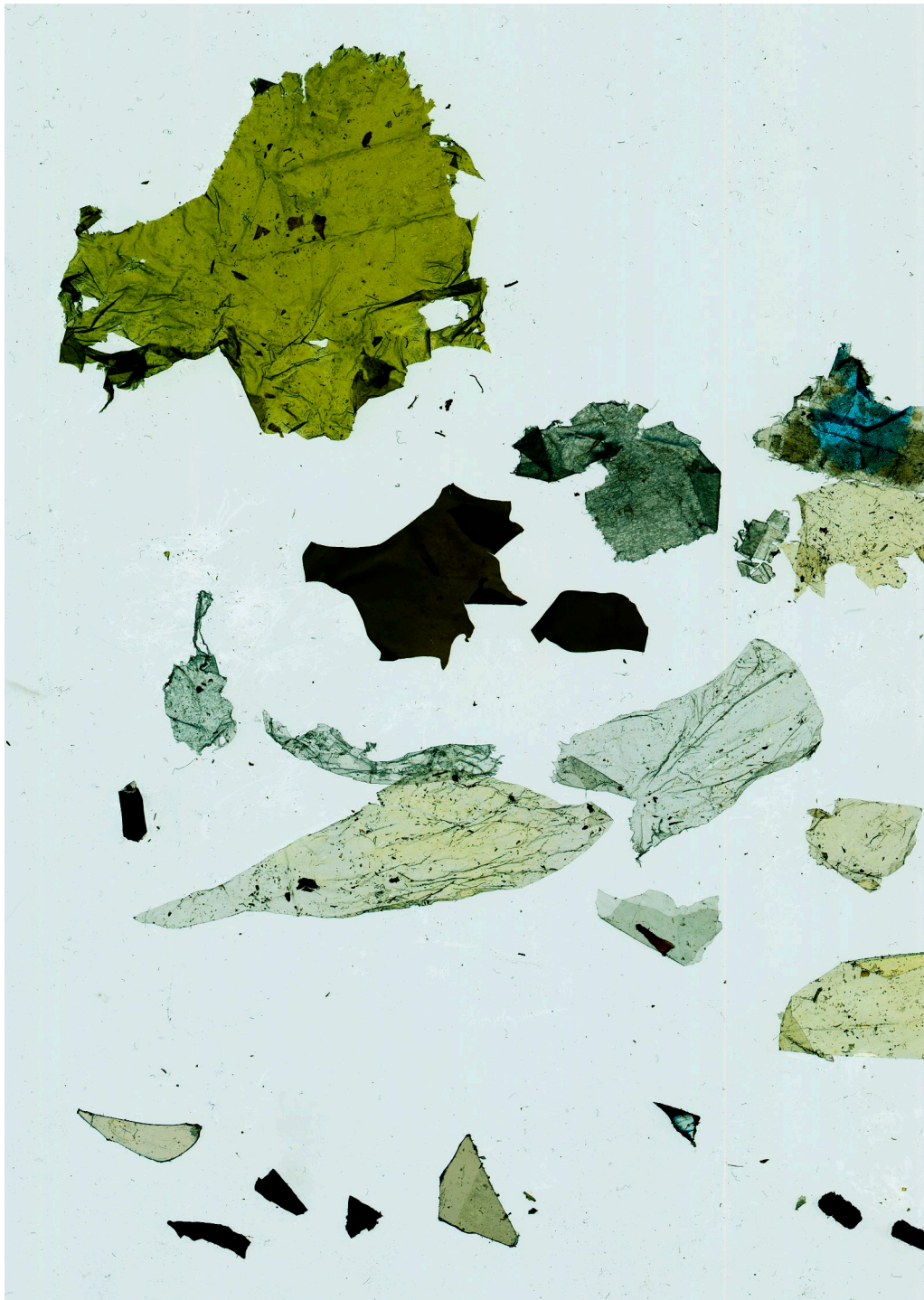


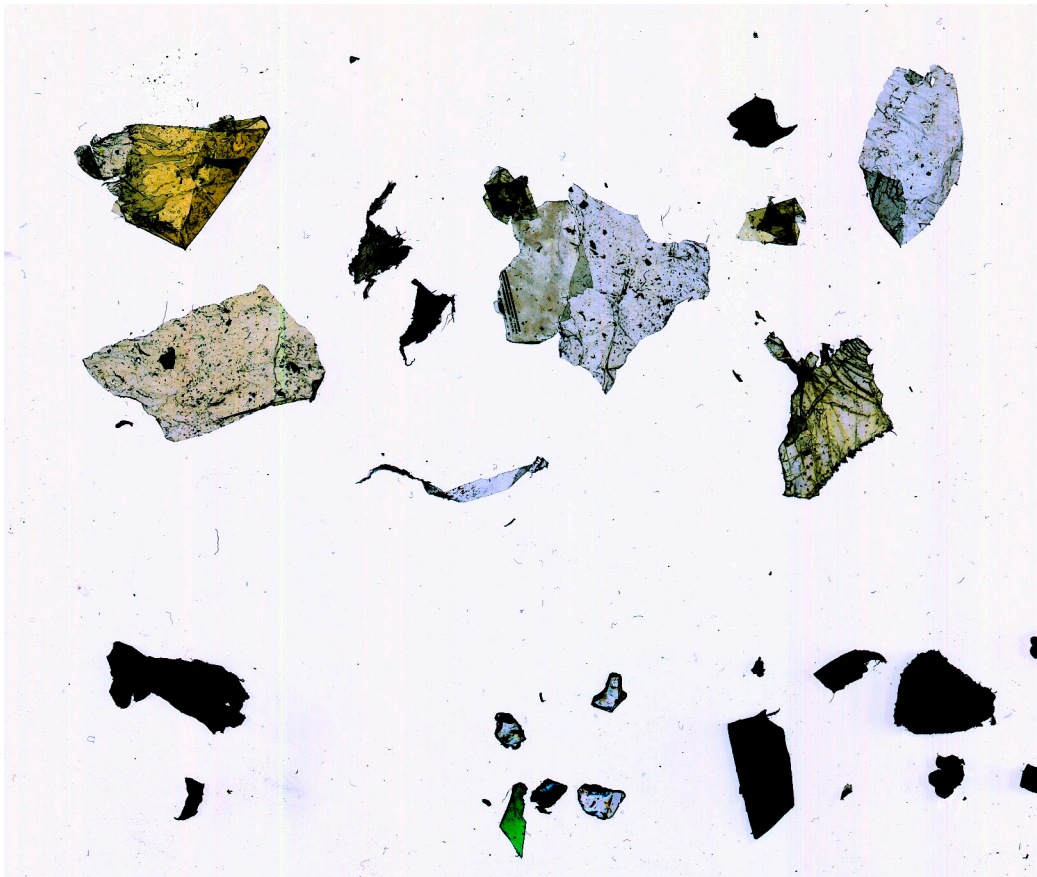














### **Organisk affald. Forbehandlet biopulp til biogasanlæg**

Formålet med projektet var at undersøge hvilke yderligere krav, der bør stilles til kvaliteten af den forbehandlede biopulp med fokus på indholdet af fysiske urenheder, inden den leveres til biogasanlæg og i givet fald hvilke parametre og metoder, prøverne skal udtages og analyseres efter.

Fysiske urenheder anvendes som en fælles betegnelse for den totale mængde af uønskede materialer i biopulpen. Det er materialer som f.eks. sten, jord, metal, glas, plast mv. Herudover har projektet undersøgt hvilke parametre, der i dag undersøges for samt om de biogasanlæg, der modtager den forbehandlede biopulp, stiller yderligere krav til kvaliteten af biopulpen som f. eks. Fysiske urenheder.

Udover at undersøge de eventuelle danske krav, er det også undersøgt hvilke krav til fysiske urenheder i biopulpen, der stiller i andre lande (Tyskland, England, Sverige, Norge, Finland og Østrig) samt hvilke andre parametre, der undersøges for i de nævnte lande.



Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)