



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Fremme af efterspørgslen af organisk affald til genanvendelse

## Krav til kvaliteten efter forbehandling

Miljøprojekt nr. 2082

Maj 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

NIRAS ved Inge Werther;

Camilla K. Damgaard;

Lene Holm Christensen;

Lars-Christian Sørensen;

Micheal Hallstrøm Eriksen;

Karina Kloosterman Jensen;

Marlene Ullum

FORCE ved Pia Brunn Poulsen

VKST ved Marianne Tesdorpf

ISBN: 978-87-7038-067-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. 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>Forord</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>7</b>
2.1	Regler og krav - deres betydning for afsætning og efterspørgsel	8
2.2	Tekniske muligheder for at øge kvaliteten af organisk affald	9
2.2.1	Indsamlingsleddet	10
2.2.2	Forbehandlingsleddet	11
2.2.3	Behandlingsleddet	14
2.2.4	Muligheder for at mindske tab	15
2.3	Fremme af afsætning af kildesorteret organisk dagrenovation til økologiske landmænd	16
2.4	Migration fra plastposer	17
2.5	Konklusion	17
2.6	Forslagskatalog	18
<b>3.</b>	<b>English Summary</b>	<b>19</b>
3.1	Rules and requirements – their importance for markets and demand	20
3.2	Technical possibilities for increasing the quality of organic waste	21
3.2.1	Collection of organic waste	22
3.2.2	Pre-treatment of organic waste	22
3.2.3	Treatment of organic waste (biopulp)	26
3.2.4	The possibilities to reduce loss of organic waste	27
3.3	Encouraging recycling of organic waste from households to organic farmers	27
3.4	Migration of substances from plastic bags	28
3.5	Conclusion	29
3.6	Inspirational catalogue	30
<b>4.</b>	<b>Indledning</b>	<b>31</b>
4.1	Baggrund	31
4.2	Formål	31
4.3	Metode	31
4.3.1	Litteraturstudie	32
4.3.2	Interviews	33
<b>5.</b>	<b>Regler og kravs betydning for afsætning og efterspørgsel</b>	<b>35</b>
5.1	Lovgivning og regler på området	35
5.1.1	Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål ( <i>Affald til jord-bekendtgørelsen</i> )	35
5.1.2	Økologiforordningen	37
5.2	Vurdering af krav i <i>Affald-til-jord bekendtgørelsen</i>	39
5.2.1	Krav til fysiske urenheder	39
5.2.2	Krav til miljøfremmede stoffer og tungmetaller	41
5.2.3	Betydningen af graden af overholdelse af grænseværdier for afsætning og efterspørgsel	41
5.3	Opsamling	42

<b>6.</b>	<b>Tekniske muligheder for at øge kvaliteten af organisk affald</b>	<b>43</b>
6.1	Indsamlingsleddet	43
6.2	Forbehandling	46
6.2.1	Forsortering og indfødning	49
6.2.2	Neddelings- og pulpingsteknologier	49
6.2.3	Rense- og separationsteknologier	52
6.2.4	Fremtidige teknologier og udviklingstendenser	58
6.2.5	Kvaliteten af biopulpen	58
6.2.6	Økonomiske konsekvenser	60
6.3	Behandling	65
6.4	Opsamling	67
<b>7.</b>	<b>Muligheder for at mindske tab</b>	<b>70</b>
7.1.1	Tab hos husholdningerne	70
7.1.2	Tab ved indsamling og omlastning	71
7.1.3	Tab ved forbehandlingsanlæg	71
7.1.4	Tab hos biogasanlæg	72
7.2	Opsamling	72
<b>8.</b>	<b>Fremme af kildesorteret organisk dagrenovation til økologiske landmænd</b>	<b>73</b>
8.1	De økologiske landmænds bekymringer med hensyn til brug af kildesorteret organisk dagrenovation	73
8.2	Lovgivning	75
8.2.1	Bekendtgørelse om økologisk arealtilskud.	75
8.2.2	Landbrugets organisationer ønsker mere fokus på recirkulering	76
	Landbrugets organisationer ønsker at fremme recirkulering af næringsstoffer fra by til økologiske marker, og de ønsker fortsat at reducere anvendelsen af ikke-økologisk husdyrgødning. Derfor fremgår det også af Vækstplan for dansk økologi, at det skal undersøges, om det er muligt at skabe en incitamentsstruktur, der kan understøtte økologierhvervets vision om at bruge flere recirkulerende næringsstoffer frem for konventionel husdyrgødning.	76
8.3	Kvalitet	76
8.3.1	Tungmetaller	76
8.3.2	Andre miljøfremme stoffer	76
8.3.3	Næringsstoffer	78
8.4	Biogasanlæg og afgasset biomasse til økologer	80
8.5	Behov og pris	82
8.5.1	Behov	82
8.5.2	Pris på afgasset biomasse	82
8.5.3	Oplagring og udbringning	82
8.6	Opsamling	83
<b>9.</b>	<b>Migration fra plastposer og påvirkning fra plastemballager</b>	<b>85</b>
9.1	Kortlægning af anvendelsen af poser til indsamling af organisk affald	86
9.2	Påvirkning af den organiske fraktion fra papirposer	89
9.3	Påvirkning af den organiske fraktion fra plastemballager godkendt til fødevarekontakt	90
9.4	Påvirkning af den organiske fraktion fra plastposer godkendt ifølge DS/EN 13432	92
9.5	Migration fra almindelige plastposer til indsamling af madaffald fra husholdninger	93
9.6	Diskussion og sammenfatning af migration fra plastposer	94

<b>10.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>96</b>
10.1	Hvordan fremmes kvaliteten af det organiske affald	96
10.2	Hvordan kan tabet af organisk materiale mindskes	97
10.3	Hvordan kan efterspørgslen fremmes gennem lovgivning og krav, herunder fremme af efterspørgsel hos økologiske landmænd	99
<b>11.</b>	<b>Forslagskatalog</b>	<b>101</b>
<b>12.</b>	<b>Litteraturliste</b>	<b>112</b>
<b>Bilag 1.</b>	<b>Interviewguide</b>	<b>118</b>
<b>Bilag 2.</b>	<b>Notat fra Genanvend Biomasse, KOD gruppe</b>	<b>121</b>
<b>Bilag 3.</b>	<b>Supplerende bekendtgørelser inden for landbrugsområdet</b>	<b>124</b>
<b>Bilag 4.</b>	<b>Migration fra plastposer</b>	<b>127</b>
Bilag 4.1	Generelt om kemisk indhold og sammensætning af almindelige plastposer	127
Bilag 4.2	Generelt om migration af kemiske stoffer fra almindelige plastposer	130
Bilag 4.3	Worst-case beregninger af migration fra almindelige plastposer	132

# 1. Forord

Miljøstyrelsen har i september 2018 igangsat projektet "Fremme af efterspørgslen af organisk affald til genanvendelse - Krav til kvaliteten efter forbehandling". Projektet er gennemført i perioden september 2018 til januar 2019.

Baggrunden for projektet er EU's nye affaldsdirektiv, som stiller krav om, at husholdninger skal udsortere organisk affald og affald, der er sammenligneligt med husholdningsaffald, til genanvendelse inden udgangen af 2023. Det kan derfor forventes, at mængden af udsorteret organisk affald vil accelerere yderligere frem mod 2023.

Herudover er der i Vækstplan for økologi et initiativ om, hvordan man kan fremme brugen af kildesorteret organisk dagrenovation til økologisk landbrug.

Implementeringen af kravet fra affaldsdirektivet samt initiativet fra vækstplanen for økologi skal bl.a. løftes via den kommende nationale affaldsplan.

Følgende organisationer og personer har deltaget i projektet:

## **Styregruppe**

### Miljøstyrelsen (projektejer)

Linda Bagge

### Konsulenter

NIRAS ved Inge Werther (projektleder), Camilla K. Damgaard, Lena Holm Christensen, Lars-Christian Sørensen, Micheal Hallstrøm Eriksen, Karina Kloosterman Jensen, Malene Illum.

FORCE ved Pia Brunn Poulsen.

VKST ved Marianne Tesdorpf.

## **Styregruppe**

Anton Rasmussen, Økologisk Landsforening

Anders Christiansen, KL

Bruno Sander Nielsen, Biogasbranchen

Christina Busk, Plastindustrien

Lars Holdensen og Henrik Bang Jensen, Landbrug og Fødevarer

Marianne Munck Jensen, Affalds- og Ressourceindustrien (ARI)

Morten Carlsbæk, DAKOFA

Thyge Nygaard, Danmarks Naturfredningsforening

Charlotte Moosfeldt, Miljøstyrelsen

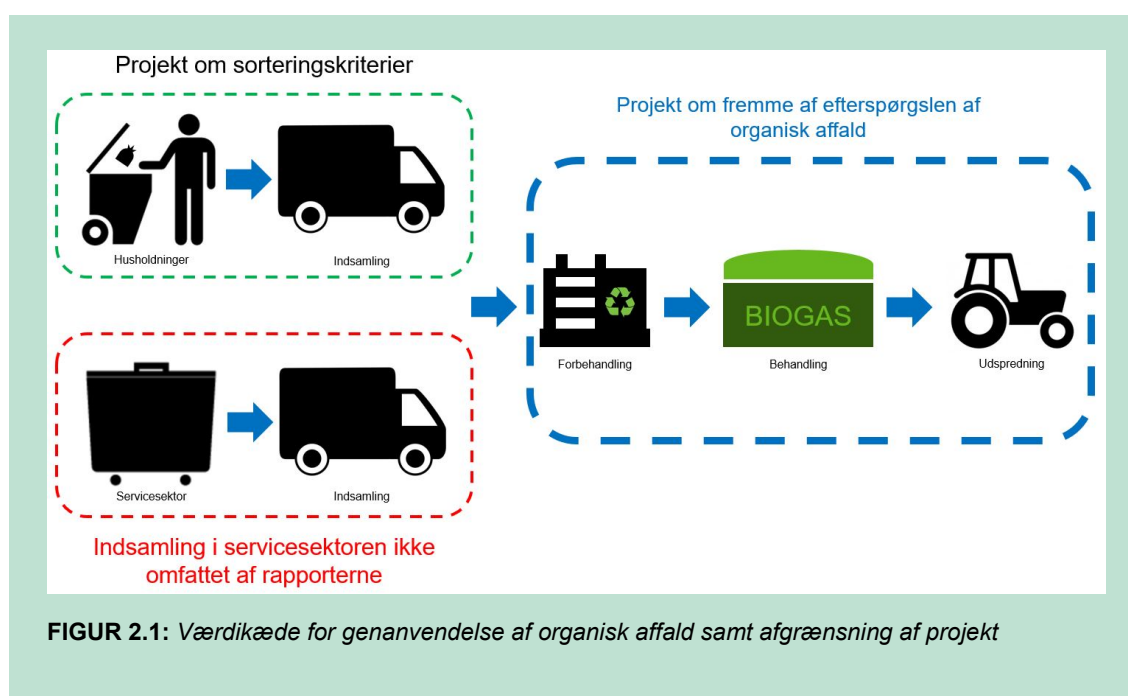
Lena Tinghus, Landbrugsstyrelsen

Charlotte Frische Mønter og Thilde Fruergaard Astrup, Miljø- og Fødevareministeriet

## 2. Sammenfatning

EU's nye affaldsdirektiv stiller krav om, at husholdninger skal udsortere organisk affald og affald, der er sammenligneligt med husholdningsaffald, til genanvendelse inden udgangen af 2023, og det kan derfor forventes, at den igangværende udvikling med stigende udsortering af organisk affald vil accelerere yderligere frem mod 2023.

Undersøgelsen tager udgangspunkt i en værdikædetilgang og omfatter den del af værdikæden, som forbehandler, behandler og genanvender det organiske affald, som vist i den blå kasse i FIGUR 2.1. Undersøgelsen er afgrænset fra indsamlingsleddet hos borgerne, vist ved den grønne kasse, da dette led undersøges i et andet projekt om kommunernes sorteringskriterier. Nærværende rapport har derfor været koordineret med dette projekt. Indsamling af organisk affald fra servicesektoren, vist ved den røde kasse, er ikke omfattet af de to undersøgelser, men forbehandlingsanlæggenes sorteringsvejledninger er medtaget i dette projekt ift., hvilke affaldsfraktioner, der tillades og ikke-tillades.



FIGUR 2.1: Værdikæde for genanvendelse af organisk affald samt afgrænsning af projekt

Rapporten undersøger, hvordan efterspørgslen af det organiske affald til genanvendelse, som f.eks. udsprejning på landbrugsjorden, kan fremmes gennem krav til kvaliteten af det organiske affaldsinput hos forbehandlingsanlæggene. Sammenhængen mellem, hvordan kvaliteten af det organiske affald, der indsamles hos borgerne, påvirker kvaliteten af biopulp til genanvendelse, undersøges, som før nævnt, i et andet projekt om kommunernes sorteringskriterier. Der ses også på effekter og konsekvenser for behandlingsanlæg (biogas) (kapitlerne 4, 5 og 6). Undersøgelsen omfatter en særskilt undersøgelse om afsætning til økologiske landbrug (kapitel 7), og en undersøgelse af, hvorvidt der er risiko for, at uønskede stoffer kan migrere fra plastposer og plastemballager over i det indsamlede organiske affald og tidligere fødevarer (kapitel 8).

Der er gennemført et litteraturstudie af eksisterende undersøgelser, rapporter og statistikker, herunder materiale og oplysninger fra relevante hjemmesider, artikler mv. Herudover er der

gennemført en interviewundersøgelse med aktører i værdikæden, som en væsentlig del af dataindsamlingen. Endvidere er kommuner, der indsamler kildesorteret organisk dagrenovation, blevet spurgt om valg af indsamlingsposer og poseleverandører med henblik på, at indhente oplysninger om information og data om poserne. I FIGUR 2.2 ses, hvor mange aktører, fordelt på kategorier, der har været interviewet.

Aktør	Antal interviews
Brancheorganisation	3
Indsamlingsvirksomhed	4
Forbehandlingsanlæg	7
Biogasanlæg	4
Kommuner	39
Poseproducenter	4

**FIGUR 2.2:** Antal aktører der har været interviewet eller har bidraget med oplysninger til projektet

## 2.1 Regler og krav - deres betydning for afsætning og efterspørgsel

Genanvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation er omfattet af en række forskellige regelsæt inden for miljø-, fødevarer- og landbrugsområdet, herunder økologisk landbrug. De mange forskellige regelsæt kan virke uoverskuelige for mange af værdikædens aktører lige fra forbehandlingsanlæggene til landmændene og give anledning til uklarhed og tvivl om hvilke regelsæt og krav, der skal overholdes i forskellige situationer. Det har vist sig, at især nye aktører på markedet, har behov for oplysninger og vejledning om og på tværs af de forskellige regelsæt.

Kravene i den reviderede Affald til jord bekendtgørelse vurderes af aktørerne til at være relevante og sikre en høj kvalitet i genanvendelsen af organisk affald. Følgende forhold blev identificeret:

- De nye krav til fysiske urenheder er fornuftige og sikrer en god kvalitet i det behandlede organiske affald. Flere biogasanlæg stiller dog i dag skrappe krav til indholdet af fysiske urenheder i biopulp. Et anlæg stiller f.eks. krav om, at biopulpen skal leve op til grænseværdier på det halve af grænseværdierne i Affald til jord bekendtgørelsen. Branchen vurderer, at kravene bør skærpes i fremtiden for fortsat at sikre en høj kvalitet og fortsat efterspørgsel fra biogasanlæggene. En fremtidig skærpelse af bekendtgørelsens krav vil kunne ske ved, at følge udviklingen i biogasbranchen med hensyn til de krav, der bliver stillet til indholdet af fysiske urenheder i biopulpen, og på den baggrund vurdere, om kravene skal skærpes i bekendtgørelsen. Hvis kvaliteten ikke lever op til biogasanlæggenes krav, vil de anvende andre former for organisk inputmateriale.
- Det vægtbaserede krav for plasturenheder virker overflødig, når der også stilles et arealbaseret krav til plasturenheder. Foreløbige erfaringer fra forbehandlingsanlæggene viser, at det vægtbaserede krav ikke kan overskrides og samtidig overholde det arealbaserede krav. Det arealbaserede krav er den begrænsende faktor. Branchen vurderer derfor umiddelbart, at det vægtbaserede krav kan fjernes.
- Branchen efterlyser en tydeliggørelse af konsekvenserne ved overskridelser af kravene til fysiske urenheder samt retningslinjer for, hvordan anlæggene skal forholde sig i tilfælde af overskridelse af grænseværdierne. Dette kan være et udtryk for, at branchen oplever begrænset eller manglende retningslinjer, kommunikation og tilsyn fra tilsynsmyndighederne.
- En tydeliggørelse af, hvordan der sikres en repræsentativ prøve ved afhentning af biopulp fra storkøkkener, restauranter mv., der anvender køkkenkvarne med opsamlingsstank til det organiske affald.



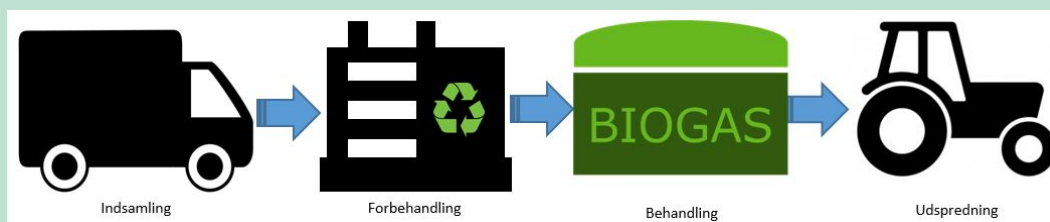
- Reglen om maksimalt 25 % organisk affald og 75 % husdyrgødning virker med den nye husdyrgødningsbekendtgørelse overflødig og kan fremover begrænse anlæggenes muligheder for at aftage større mængder kildesorteret organisk dagrenovation.
- Økologiforordningen stiller skrapere krav til indholdet af visse tungmetaller i forhold til Affald til jordbekendtgørelsen. En harmonisering af Affald til jordbekendtgørelsen ift. Økologiforordningens grænseværdier for tungmetaller vil gøre det lettere, at afsætte det organiske affald til økologerne. Anlæggene har ingen problemer med at overholde de skærpede grænseværdier for tungmetaller i Økologiforordningen.

## 2.2 Tekniske muligheder for at øge kvaliteten af organisk affald

Der er en række forhold gennem værdikæden, der har betydning for kvaliteten af det slutprodukt, der skal genanvendes til jordbrugsformål. De enkelte led i værdikæden, som ses i FIGUR 2.3 er beskrevet og undersøgt ift., hvilke faktorer, der påvirker og fremmer kvaliteten af biopulp og dermed muligheden for at afsætte den til jordbrugsformål.

Der findes dog andre typer værdikæder end den i FIGUR 2.3. Et eksempel er madaffald fra storkøkkener med køkkenkværne, hvor det kværnede affald opsamles i en tank og leveres herfra direkte til et biogas. Disse alternative værdikæder udgør dog en mindre del af den samlede mængde behandlede organisk affald, der genanvendes, hvorfor disse er behandlet på et overordnet niveau i undersøgelsen.

De enkelte led i værdikæden beskrives i de efterfølgende afsnit.



**FIGUR 2.3:** Udsnit af værdikæden for organisk affald til genanvendelse

Fra 2014-2016 er mængden af indsamlet organisk dagrenovation steget med 32 % (fra 37.000 tons til 49.000 tons). I dag indsamler 39 kommuner kildesorteret organisk affald, og flere kommuner er i gang med at indføre kildesorteringsordninger. Samlet set er der indsamlet 146.000 tons organisk affald til genanvendelse i 2016. Forbehandlingsanlæggene<sup>1</sup> har estimeret, at der i 2018 blev behandlet ca. 250.000 tons organisk affald fra husholdninger og erhverv. 38% af denne mængde (ca. 95.000 tons) vurderes at være husholdningsaffald fra kommunerne. En undersøgelse fra Københavns Universitet<sup>2</sup> har i en fremskrivning<sup>3</sup> vurderet, at den samlede mængde organisk affald vil stige frem mod 2030 til ca. 900.000 tons

Der er pt. 8 dedikerede forbehandlingsanlæg til organisk affald, hvoraf 1 er offentligt ejet. Herudover er der 3-4 planlagte anlæg. Anlæggene modtager organisk affald fra både husholdninger og erhverv. Det offentligt ejede anlæg modtager dog kun kildesorteret organisk dagrenovation, da anlægget ikke må behandle genanvendeligt erhvervsaffald.

<sup>1</sup> Genanvend Biomasse, KOD-gruppe, se bilag 2

<sup>2</sup> Gylling, Lillethorup & Jensen (2016)

<sup>3</sup> Der er ved fremskrivningen anvendt FRIDA modellen

Undersøgelsen viser, at forbehandlingskapaciteten i dag er ca. 220.000-232.000 tons pr. år, hvilket fremgår af TABEL 2.1.

**TABEL 2.1: Eksempler på anlægsdata for interviewede forbehandlingsanlæg**

Typen af inputmaterialer	Antal anlæg	Rejekt %	Organisk i rejekt %	Kapaciteter på anlæg i dag tons/år	Kapacitet på anlæg i fremtiden tons/år
Mix af KOD, emballerede fødevarer, palletter mv.	4 <sup>1</sup>	5-22 12-15 ca. 10 12-20	4 30-40 5	35.000 100.000 35.000-40.000 50-55.000	60.000 Nyt anlæg på Sjælland
KOD	1	ca. 10	4	800-2.000	Nyt anlæg i Jylland
<b>I alt</b>	-	5-22	4-40	220-232.000	-

1: Der er kontaktet i alt 5 anlæg. Et anlæg ønskede ikke at deltage i undersøgelsen.

Den eksisterende kapacitet vurderes at være tilstrækkelig til at behandle de mængder af organisk husholdningsaffald, der indsamles til genanvendelse. Forbehandlingsanlæggene forventer, at kapaciteten udbygges i fremtiden bl.a. med etablering af nye anlæg i takt med, at flere kommuner indsamler organisk affald.

Forbehandlingsanlæggene vurderer<sup>4</sup>, at der i dag er en overkapacitet på forbehandlingsanlæggene, og at udbygningen af kapaciteten sker hurtigere end stigningen i mængden af indsamlet organisk affald til genanvendelse. Overkapaciteten vil formodentlig fortsætte fremover, selvom alle kommuner etablerer indsamlingsordninger for organisk affald.

### 2.2.1 Indsamlingsleddet

Biopulpens kvalitet hænger tæt sammen med, at det indsamlede organiske affald er kildesorteret og har et lavt indhold af urenheder og fejlsorteringer. Det er derfor vigtigt, at kommunerne gør en vedvarende indsats for at motivere borgerne til at sortere godt, ligesom kommunernes sorteringsvejledninger er enkle og lette at forstå. Især bør det organiske affald betegnes som mad- og køkkenaffald, da det giver de rette associationer ift., hvilke fraktioner, der skal udsorteres<sup>5</sup>. Forbehandlingsanlæggenes egne sorteringsvejledninger tillader almindeligt madaffald i original emballage, fødevarer, kaffegrums mv., mens fraktioner som uoriginale emballager, træ-kasser, tekstiler, flamingo mv. ikke tillades. Fraktioner, som f.eks. kemikalierester og parfume, vurderes som direkte skadelige for genanvendelsen.

De anvendte indsamlingsposer til organisk affald bør være af almindelig plast, da bioposer skaber problemer i forbehandlingsprocessen, og en større andel af bioplasten havner i biopulpen. Bioposen kan give problemer, fordi den sætter sig fast i anlægget og trevler. Flere anlæg oplever, at bioposer giver et større tab af organisk materiale. Både bioposer og papirposer kan gøre det vanskeligere at afvande rejektet<sup>6</sup>. Endvidere forhindrer bioplast en kommende genanvendelse af det øvrige plastrejekt. Papirposer er generelt uønskede, fordi de øger viskositeten af biopulpen.

<sup>4</sup> Genanvend Biomasse, KOD-gruppe, se bilag 2

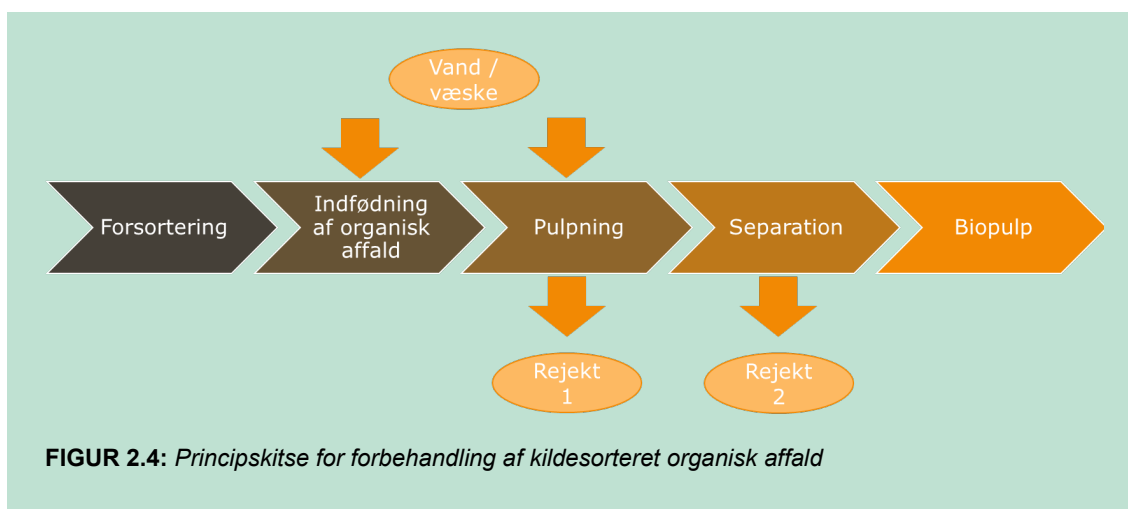
<sup>5</sup> Sammenhængen mellem det indsamlede organiske affald fra husholdninger og biopulpens kvalitet er undersøgt i et andet projekt om kommunernes sorteringskriterier.

<sup>6</sup> Kvalitet af Poser til bioaffald, ARC Februar 2017, Cowi

## 2.2.2 Forbehandlingsleddet

Udviklingen i forbehandlingsteknologier er de seneste 10 år gået stærkt i takt med, at flere og flere virksomheder og kommuner har indført kildesorteringsordninger for organisk affald. Det har betydet, at de teknologier, som de enkelte forbehandlingsanlæg anvender i dag, er forskellige og er udviklet (og stadig udvikles) på baggrund af typen af det organiske affald, som anlæggene modtager dvs. ift. graden af emballering, omfanget af plastposer, fejlsorteringer mv. Dette er nærmere beskrevet nedenunder.

I principdiagrammet FIGUR 2.4 ses nogle overordnede procestrin, som affaldet typisk gennemgår. Der kan være flere eller færre procestrin, ligesom tilsætning af f.eks. vand/væske og udtagning af rejekt kan ske et eller flere steder.



Efter en manuel forsørtning af store fejlsorteringer bliver det organiske affald separeret fra indsamlingsposer, emballager, mindre fejlsorteringer og andre urenheder, som f.eks. metal, glas, sten, skaller fra nødder mv. De fleste forbehandlingsanlæg kan håndtere forholdsvis store mængder urenheder og fejlsorteringer (mindst 20%).

De danske forbehandlingsanlæg benytter sig primært af to typer af teknologier hhv. neddelingsteknologier (6 anlæg) eller pulpingsteknologier (2 anlæg) til at åbne poser og emballager, der indeholder det organiske affald. For at skille urenhederne fra det organiske materiale anvendes forskellige separeringsteknikker. De mest anvendte separeringsteknikker er sold, sigter, riste, cykloner og rejektseparatorer.

Rense- og separationseffekten vil typisk afhænge af en kombination af de anvendte teknologier/teknikker, driften af anlægget og de inputmaterialer, der behandles. Det betyder, at resultatet af to teknologisk forskellige anlæg med hensyn til kvalitet og renhed kan være sammenlignelige. Det er derfor ikke muligt, at vurdere, hvorvidt den ene rense- og separationsteknologien er mere effektiv end den anden, da det afhænger af den sammenhæng, teknologien indgår i.

Der udvikles fortsat på at forbedre kvaliteten af biopulpen og reducere indholdet af fysiske urenheder, som f.eks. mere nænsomme neddelingsteknologier og filtreringsløsninger. Forbehandlingsanlæggene vurderer selv, at de pt. er de førende på markedet, hvilket bl.a. kan skyldes den store fokus på at fjerne fysiske urenheder fra biopulpen, processen op til og indførel-

sen af skrappe grænseværdier for fysiske urenheder i Affald til jord bekendtgørelsen og stigende mængder af udsorteret organisk affald til genanvendelse fra både erhverv og kommuner.

### **Kvaliteten af biopulpen**

Alle de interviewede forbehandlingsanlæg overholder i dag kravene til fysiske urenheder. Der kan være meget stor forskel på indholdet af fysiske urenheder, både hvad angår vægtprocenten og arealet alt efter, hvilke organisk affaldsfraktioner anlægget modtager. Et parti med store mængder glas, som vejer meget, kan f.eks. betyde, at kravet til fysiske urenheder på 0,5%/TS bliver overskredet. Tung plastemballage kan give problemer ved overholdelse af vægtkravet for plasturenheder, mens store mængder af plastemballager og –poser kan give problemer ift. arealkravet. Det vurderes af branchen, at hvis vægtkravet for plasturenheder overskrides, f.eks. pga. af tung plastemballage, vil arealkravet ligeledes være overskredet.

Andelen af rejekt i hhv. madaffald fra storkøkkener mv., kildesorteret organisk dagrenovation og emballeret madaffald varierer som sagt meget, men der kan forsigtigt anlægges en gennemsnitsbetragtning, hvor rejktmængden i de tre fraktioner udgør følgende<sup>7</sup>:

- Madaffald fra storkøkkener, restauranter mv. 2-5 %
- Kildesorteret organisk dagrenovation 10-20 %
- Emballeret madaffald 15-30 %

### **Økonomiske konsekvenser**

De økonomiske konsekvenser i forhold til tekniske muligheder for at øge kvaliteten er dog meget komplekse, og oplysninger videregives ofte kun i fortrolighed til f.eks. samarbejdspartnere og potentielle investorer. Det skyldes bl.a. følgende forhold:

- Anlæggene bruger forskellige pulpingsteknologier, og det betyder, at det vil afhænge af det konkrete anlæg hvilke tekniske tiltag, der er relevante for at opnå bedre kvalitet
- Nogle anlæg er i højere grad dedikeret til bestemte typer organisk affald end andre anlæg. Fælles for alle anlægstyper er, at inputmaterialets kvalitet er afgørende for mængden af rejekt.
- Konkrete oplysninger om anlæg og drift er ofte fortrolige, og det samme gælder oplysninger om investeringer, driftsomkostninger etc.
- Anlægsinvesteringer påvirkes af en række forskellige forhold f.eks.:
  - Etableres anlægget i eksisterende bygninger, hvor installationer og anden infrastruktur allerede er på plads
  - Hvilket niveau af lugtgener kan accepteres af omgivelserne
  - Er anlægget det første af sin art, eller er det et nøglefærdigt anlæg
- Driftsomkostningerne påvirkes af, hvorvidt anlægget kan "dele" personale og udstyr med andre anlæg (fx et biogasanlæg eller et forbrændingsanlæg)
- Den geografiske placering af anlægget f.eks. transportafstande mv.

---

<sup>7</sup> Mundtlig reference: Morten Carlsbæk, DAKOFA

Det har ikke været muligt, at indhente oplysninger om omkostninger for de enkelte forbehandlingsanlæg. Der er derfor foretaget budgetøkonomiske beregninger for et nyt planlagt kommunalt forbehandlingsanlæg, som skal behandle 40.000 tons kildesorteret organisk dagrenovation om året. Omkostningerne er beregnet til 59 mio. kr., og behandlingsprisen er beregnet til 235 kr./ton. På N.C. Miljø's forbehandlingsanlæg er der foretaget investeringer på 100 mio. kr.<sup>8</sup>. Dette anlæg har en kapacitet på 80.000 tons om året. Dette tyder på investeringer hos de to anlæg på omkring 1.200 – 1.500 kr. pr ton organisk affald om året.

For at få et indtryk af, hvad yderligere investeringer i separationsudstyr vil betyde for behandlingsprisen, er der foretaget orienterende beregninger med udgangspunkt i et anlæg, der behandler 40.000 tons organisk affald om året. TABEL 2.2 viser, hvad omkostningerne pr. ton vil være ved en merinvestering på 1 mio. kr. Tilbagebetalingstiden er sat til henholdsvis 3 og 10 år, og der er regnet med en realrente på henholdsvis 4 % og 10%.

**TABEL 2.2:** Omkostning pr ton behandlet affald ved mer-investering på 1 mio. kr

Omkostning pr. ton behandlet affald ved mer-investering på 1 mio kr	Tilbagebetalingstid 3 år	Tilbagebetalingstid 10 år
Realrente 4%	9 kr./ton kapacitet	3 kr./ton kapacitet
Realrente 10%	10 kr./ton kapacitet	4 kr./ton kapacitet

Det fremgår, at afhængig af forudsætningerne vil en merinvestering på 1 mio. kr. betyde omkostninger på 3-10 kr. pr. ton behandlet affald, forudsat at kapaciteten udnyttes fuldt ud.

Omfanget af en investering i at reducere tab af organisk affald til rejektet afhænger af hvor meget organisk materiale, der er i rejektet. Der er beregnet to eksempler, baseret på interviews med forbehandlingsanlæggene. Det er forudsat, at mængden af organisk affald i rejektet kan reduceres med 50% ved en investering i yderligere separationsudstyr. Beregningen viser, hvor meget dette udstyr kan koste, hvis behandlingsprisen ikke må stige (break even). Forudsætninger og resultater ses i TABEL 2.3.

**TABEL 2.3:** Beregning af break even ved investeringer i at reducere tab af organisk affald til rejekt

	Anlæg 1	Anlæg 2
Forbehandlet mængde ton/år	35.000	100.000
Andel rejekt %	13.5	13.5
Andel organisk affald i rejekt %	4	35
Anvendt realrente	4%	4%
Forventet levetid af anlægget	10 år	10 år
Årlig gevinst kr.	52.000	1.299.000
Investering ved break even kr.	422.000	10.539.000

Som det ses af TABEL 2.3 er den årlige gevinst, ved at reducere rejeptomængden til det halve, 52.000 kr. for anlæg 1, der har en lav andel af organisk materiale i rejektet. For anlæg 2 er gevinsten derimod 1.299.000 kr. Dette skyldes, at dette anlæg, dels behandler større mængder end anlæg 1, og dels har en større andel organisk materiale i rejektet. Det betyder, at under de givne forudsætninger kan Anlæg 2 investere op til 10,5 mio. kr. i teknologier til at reducere

<sup>8</sup> <https://www.fyens.dk/erhverv/Har-investeret-100-millioner-Kommunale-planer-smadrer-min-forretning/artikel/3280290>

tab af organisk materiale til rejktet og få dækket udgifterne til investeringen ved gevinsten ved at reducere tabet.

Anlæggenes behandlingspriser og priserne på slutproduktet giver et overordnet indtryk af økonomien i forbehandlingsprocessen. Priserne er markedspriser og er derfor ikke et direkte udtryk for udgifter, forbundet med processen. Priserne indikerer, at hvis indholdet af organisk materiale i rejktet kan reduceres, så giver det en betydelig gevinst pr ton, og at det særligt er de sparede udgifter til at bortskaffe rejktet, f.eks. til forbrænding, der har betydning.

**TABEL 2.4:** Behandlingspriser (Gate fee) for organisk affald og salgspriser for biopulp samt udgifter til bortskaffelse af rejkt

Forbehandlingsanlæg	Gate fee kr./ton <sup>1</sup>	Pris slutprodukt kr./ton	Udgift rejkt kr./ton <sup>4</sup>
A	200-500	110-114	
B	250-300		
C	250-300	0-180 (gennemsnit 100)	
D	250	0-150	
E <sup>2</sup>	400		450
F <sup>3</sup>	200-500	100	

1: Data fra interviews fra projekt om organisk affald fra servicesektoren

2: Er både forbehandler og slutbehandler

3: Afhenter og afsætter organisk affald

4: Kun oplyst fra en respondent – men generelt vil udgiften være mindst gate fee til forbrænding

Nogle forbehandlingsanlæg har indgået langtidskontrakter om afsætning af biopulp til biogasanlæg, hvilket kan give en mere stabil og forudsigelig økonomi. Der ses i øvrigt en tendens til øget og tættere samarbejde mellem forbehandlingsanlæggene og biogasanlæggene.

### 2.2.3 Behandlingsleddet

Det organiske affald leveres i dag til forskellige biogasselskaber og –anlæg. Biogasanlæg, der behandler gylle, modtager oftest forbehandlet organisk affald (biopulp). Enkelt anlæg modtager en begrænset mængde organisk affald fra f.eks. storkøkkener, som kan pumpes direkte ind i biogasanlægget. I TABEL 2.5 ses nogle af de anlæg, der i dag modtager enten forbehandlet eller ubehandlet organisk affald.

**TABEL 2.5:** Biogasselskaber og anlæg, der modtager organisk affald

Virksomhed	Antal anlæg	Andel biopulp %	Affaldstype
Bigadan	8	3,5	Biopulp
Linko Gas	1	5	Biopulp
NGF	6	-	Biopulp
Hashøj biogas	1	18	Biopulp
Lemvig biogas	1	-	Ubehandlet
Billund Biorefinery	1	10	Ubehandlet
Biovækst	1	-	Behandlet

Lemvig Biogas, Billund og Biovækst har egne forbehandlingsteknikker til organisk affald, som en del af deres biogasanlæg. Biovækst slutprodukt er kompost i modsætning til de øvrige biogasanlæg, hvor slutproduktet er afgasset biomasse.

Et anlæg vurderer, at prisen på biopulp er mellem 75-115 kr./ton, hvilket ligger inden for den ramme, som forbehandlingsanlæggene angiver.

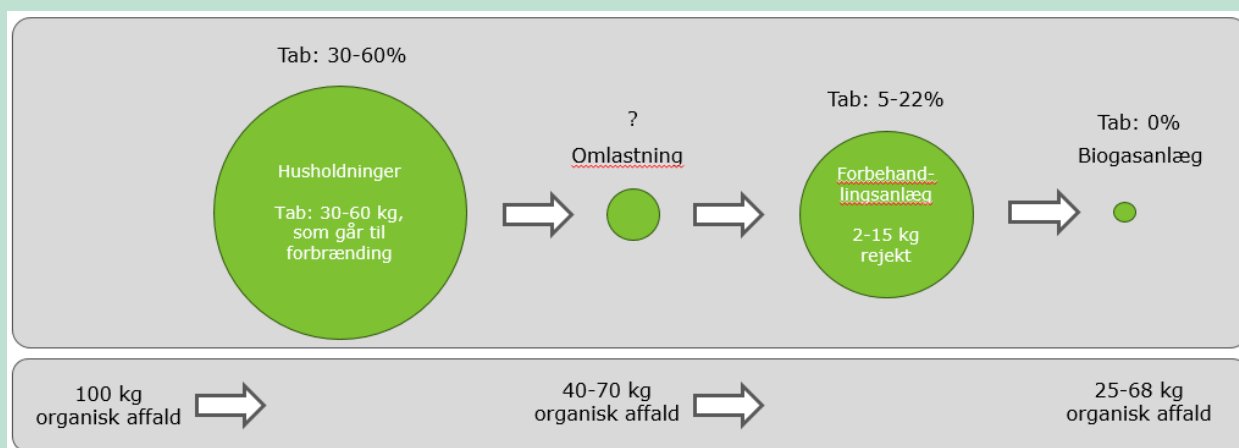
Der er generel fokus på kontrol med kvaliteten af den biopulp, som anlæggene modtager, og flere anlæg kræver lavere indhold af fysiske urenheder end grænseværdierne i Affald til jord bekendtgørelsen.

De biogasanlæg, der er omfattet af undersøgelsen, vurderer, at der er kapacitet nok til at modtage organisk affald også i fremtiden. De fleste anlæg forventer, at kapaciteten bliver udbygget i nær fremtid, ligesom de forventer, at mængden af organisk affald vil stige. Følgende barrierer for fremtidig tilstrækkelig behandlingskapacitet og modtagelse af organisk affald nævnes:

- Kvalitet og renhed
- Ny biogasordning, for nye anlæg forventes at træde i kraft i 2020 og vil bl.a. betyde, at støtteordninger lukkes for tilgang af nye anlæg i 2020, et loft over støttet mængde og løbende vurdering af overkompensation
- Krav om hygiejnisering af organisk affald
- Høje priser på biopulp

## 2.2.4 Muligheder for at mindske tab

De største tab af organisk affald sker hos husholdningerne pga. lille udsorteringseffektivitet og på forbehandlingsanlæggene, da der klæber organisk materiale til rejektet. På FIGUR 2.5 ses en visuel præsentation af tabet gennem værdikæden. Boblerne symboliserer værdikædens aktiviteter, og jo større boblerne er, jo større tab sker der.



FIGUR 2.5: Tab af organisk materiale i værdikæden

Som det fremgår af FIGUR 2.5 findes det største potentiale for at mindske tabet af organisk affald hos husholdningerne (30-60 kg ud af 100 kg tabes i restaffaldet). Det vurderes, at hvis sorteringseffektiviteten skal øges, og tabet mindskes, spiller kommunerne en central rolle i form af kommunikation, vejledninger, indsamlingsmateriel til hjemmet, tømningfrekvenser mv.

Det næststørste potentiale findes hos forbehandlingsanlæggene, da en del af det organiske materiale klæber til rejektet (fra 2-15 kg ud af 40-70 kg). Anlæggene har stor fokus på at mindske tabet af organisk materiale til rejektet, og et anlæg har udviklet et vaskeanlæg til plastrejektet, hvor det organiske materiale vaskes af plasten og tilbageføres til anlægget. Derved reduceres tabet af organisk materiale væsentligt.

## 2.3 Fremme af afsætning af kildesorteret organisk dagrenovation til økologiske landmænd

For at øge den økologiske produktion kræves der tilstrækkeligt med næringsstoffer. Økologiske planteavlere på Sjælland og Fyn, hvor husdyrtætheden er lav, er udfordret af manglende næringsstoffer. Økologerne er generelt interesseret i at anvende kildesorteret organisk dagrenovation, men de adspurgte økologer var bekymrede ift. indholdet af fysiske urenheder og i særlig grad plasturenheder mht. synlighed og ophobning. Det er vigtigt for økologerne, at myndighederne reagerer hurtigt med grænseværdier og dokumentation, så tilliden kan bevares. Det gælder også alle fremtidige problemstillinger omkring affald og affaldssortering.

Landmændenes betalingsvillighed afhænger af deres aktuelle behov for næringsstoffer, af prisen på afgørderne samt prisen på alternative gødninger. Den potentielle næringsstofværdi af afgasset biomasse ligger omkring 50 kr. pr. ton, beregnet ud fra priser på konventionel handelsgødning. Den potentielle "økologiske" pris kan være højere, men er meget individuel og afhænger bl.a. af omkostninger til transport eller oplagring. Prisen for oplagring er ca. 16 kr. pr. ton og for udbringning ca. 25 kr. pr. ton. Prisen bliver derudover påvirket af muligheden for tilskud til reduceret N på 500 kr. pr. ha.

Der er i dag 7 biogasanlæg, der har økologi-autorisation og afsætter afgasset gødning med økologiprocent, og flere er på vej. Økologerne kan evt. selv bidrage med biomasse til biogasproduktion med f.eks. kløvergræsser. Der er dog identificeret nogle barrierer ift. øget anvendelse og efterspørgslen af kildesorteret organisk dagrenovation:

- Økologer er omfattet af mange forskellige regelsæt. En forenkling af regelsættet og en vejledning på tværs af de forskellige lovgivninger kunne være med til at mindske uklarheder og tvivl.
- Økologerne kan opnå et 5-årigt økologitilsagn. Da tilsagnet er 5-årigt, kan det genere i forhold til muligheden for at anvende afgasset biomasse. Udbuddet af biogasygille i nærområdet kan komme når som helst. Træder økologen ud af tilsagnet inden udløbet af tilsagnsperioden, skal det samlede beløb for alle udbetalinger tilbagebetales.
- Logistik, transport og decentrale lagerfaciliteter hos slutbrugeren kan være en udfordring både af praktisk, fysisk og økonomisk karakter.

Landbrugets organisationer ønsker at fremme recirkulering af næringsstoffer fra by til økologiske marker samt fortsat at reducere anvendelsen af ikke-økologisk husdyrgødning. I Vækstplan for dansk økologi ligger der op til at undersøge, om det er muligt at skabe en incitamentsstruktur, der kan understøtte denne vision. Der er endvidere behov for øget viden, og følgende områder er identificeret:

- Økologerne efterspørger en ensartet gødning med høj andel af plantetilgængeligt kvælstof. Der er derfor behov for at få mere viden om hvor stor en andel af det organiske N, der mineraliseres i biogasprocessen i forhold til sammensætningen af input. I de husdyrfattige områder kan biogas, produceret med større andel af andre input end gylle, være interessante.
- Økologerne bliver i nogle tilfælde bremset i tildeling af makro- og mikronæringsstoffer af økologivejledningen. Her er derfor et område, der med fordel kunne undersøges nærmere. Kildesorteret organisk dagrenovation kan recirkulere en del af disse næringsstoffer, men indhold og sammensætning skal belyses.
- De økologiske planteavlere eksporterer en del af deres kulstof ud af systemet. Ved bioforgasning bliver ca. halvdelen af tørstoffet i biomassen til biogas. Til gengæld består den resterende halvdel af det tungt nedbrydelige kulstof og er dermed det, der bidrager til kulstofpuljen i jorden på længere sigt. Men også her mangler der nærmere undersøgelser.



## 2.4 Migration fra plastposer

For fødevarer, indpakket i godkendte fødevarekontaktemballager, vurderes det, at disse plast-emballager ikke vil give problemer mht. migration af problematiske stoffer til det organiske affald. Grunden hertil er, at fødevarekontaktemballager er underlagt strenge krav til både indhold af en lang række stoffer, samt krav til migrationsniveauer af specifikke stoffer og krav til den totale migration af stoffer fra emballagen. Grænseværdier for migration af visse tungmetaller og visse organiske stoffer fra plastemballager er generelt lavere end de tilsvarende grænseværdier, der er fastsat i Affald-til-jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen.

Der er pt. 39 kommuner, der indsamler kildesorteret organisk dagrenovation, og det er undersøgt hvilke posetyper, kommunerne benytter til indsamlingen. Resultatet var, at det primært er plastposer (som også kan være af genanvendt plast) og bioposer, der anvendes i kommunerne. Enkelte kommuner angiver, at de anvender papirposer, men de har ikke været omfattet af dette projekt. I nogle få kommuner kan borgerne selv bestemme, hvilken type pose de vil bruge (valgfrie poser).

Der er derfor foretaget en worst-case beregning af, om urenheder af tungmetaller og PAH i farvestoffer i almindelige plastposer vil kunne få en betydning for kvaliteten af det organiske affald, hvis disse stoffer migrerer ud af plastposerne. Baseret på worst-case beregningen kan det konkluderes, at migration af tungmetaller og PAH fra farvestoffer i plasten ikke vurderes at udgøre et problem i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Økologiforordningen og Affald-til-jord-bekendtgørelsen.

## 2.5 Konklusion

Undersøgelsen har ført til følgende konklusioner:

- Tæt samarbejde mellem aktørerne i værdikæden er en forudsætning for at fastholde og øge kvaliteten af organisk affald til genanvendelse. Det er vigtigt, at alle aktører påtager sig et ansvar for at sikre høj kvalitet med lavt indhold af fysiske urenheder samt at minimere tab
- Det er vigtigt med klare sorteringskriterier for organisk affald. Hvis man kalder det madaffald, vil det være klart for de fleste, hvad der skal sorteres ud
- Det er vigtigt med en vedholdende kommunikationsindsats fra kommunerne til borgerne
- Bioplastposer giver generelt problemer i forbehandlingsprocessen og flere plasturenheder i biopulpen, samt forhindrer en fremtidig genanvendelse af almindelig plast i rejektet.
- Forbehandlingsanlæggene lever op til grænseværdierne i Affald til Jord Bekendtgørelsen, inklusiv kravene til fysiske urenheder og til grænseværdierne for tungmetaller i økologiforordningen
- Kvaliteten af biopulpen kan fremmes ved løbende skærpelse af kvalitetskrav. Branchen ønsker, at kravene til fysiske urenheder skærpes, da nogle biogasanlæg allerede stiller krav, der er skrapere end kravene i Affald til Jord Bekendtgørelsen
- Afsætning til økologer kan fremmes ved at harmonisere grænseværdierne mellem økologiforordningen og affald til jord bekendtgørelsen
- Vejledning på tværs af de forskellige regelsæt kan mindske uklarerheder og tvivl samt lette myndighedsbehandlingen på området
- Øget håndhævelse og tilsyn kan være med til at sikre en fortsat høj kvalitet særligt i forbindelse med nye aktører på markedet
- Højere kvalitet vil ofte betyde højere omkostninger pga. flere procestrin
- Kommunale udbud af organisk affald til genanvendelse bør ifølge forbehandlingsanlæggene omfatte renhed som en konkurrenceparameter på linje med f.eks. økonomi. På den måde skabes et incitament til udvikling af renseteknologier for at kunne tiltrække sig affaldet

- Der er en løbende teknologiudvikling hos forbehandlingsanlæggene med fokus på:
  - Højere renhed – særlig fokus på fysiske urenheder af plast
  - Reduktion af tab af organisk materiale til rejekt
  - Genanvendelse af plast fra rejekt
- Forbehandlingsanlæggene er førende på markedet ift. renhed, hvilket kan føre til eksportmuligheder af teknologi og know how
- Hverken forbehandlingsanlæg eller biogasanlæg forudser kapacitetsproblemer i fremtiden
- Biogasanlæggene stiller ofte strengere krav til renhed end Affald til Jord bekendtgørelsen
- Der er interesse fra økologiske landmænd i at modtage digestat fra bioforgasning af organisk affald. Der er fokus på renhed og indhold af næringsstoffer, herunder mikronæringsstoffer
- Det vurderes ikke, at den organiske fraktion kan blive påvirket af migration fra plastemballage og plastposer

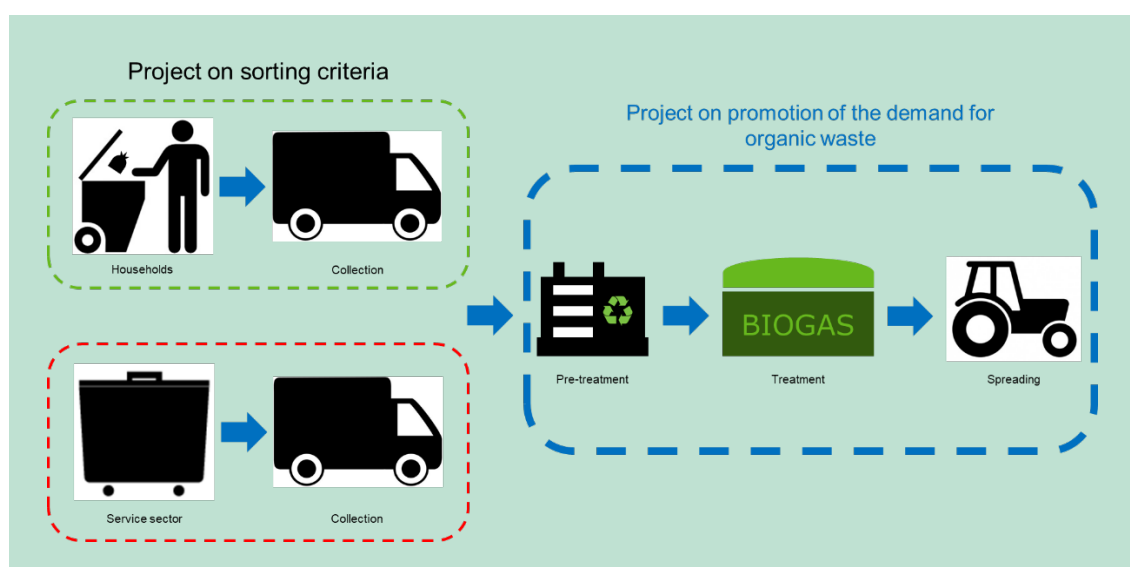
## 2.6 Forslagskatalog

I forbindelse med undersøgelsen er der fremkommet en række forslag til, hvordan man kan fremme kvaliteten af input- og outputmaterialet fra forbehandlingsanlæg, med henblik på at sikre en bedre kvalitet i det slutprodukt, der udsprede på landbrugsjord. De enkelte forslag er beskrevet i kapitel 11 i forhold til, hvad forslaget går ud på, hvilke barrierer, der er for at realisere forslaget og en vurdering af forslagets effekt.

### 3. English Summary

The new EU Waste Directive requires that households have to collect organic waste separately as well as waste comparative to household waste, for recycling before the end of the year 2023. Therefore, it can be expected that the current increasing amount of separately collected organic waste for recycling will accelerate further towards 2023.

Starting from a value chain approach this report includes pre-treatment, treatment and recycling of organic waste separately collected from households, as shown in the blue box in FIGURE 3.1. Collection of organic waste shown in the green box is examined in another project about the municipalities' sorting criteria and guidelines and therefore the two projects have been coordinated. Collection of organic waste from the service sector is shown in the red box and is not included in the scope of either of the two projects. However, a brief examination of the pre-treatment plants sorting guidelines are included.



**FIGURE 3.1:** Value chain for recycling of organic waste and the scope of this project.

This report examines how the demand of recycled organic waste, for example as fertilizer on farmland, can be encouraged through quality requirements for pre-treated organic waste, called bio pulp. How the quality of separately collected household waste affects the quality of the bio pulp is examined in the before mentioned project about the municipalities sorting criteria and guidelines. The effects and consequences of the treatment facilities (biogas plants) will also be examined (chapter 4, 5 and 6). This report also includes a separate examination of the market of organic agriculture (chapter 7) and the risks of migration of unwanted substances from plastic bags, biobags and plastic packaging to separately collected organic waste and food waste (chapter 8).

A literature study has been conducted of existing reports, analysis, and statistics including materials and information from relevant websites, articles etc. Furthermore, there have been conducted several interviews with actors within the value chain as a significant part of the data collection. The municipalities that are already collecting source separated organic waste have been asked about their choice of collection bags and the distributor of these bags in order to

collect data on the chemical content of the collection bags. In FIGURE 3.2. it can be seen how many actors were interviewed, divided into six categories.

Actor	Number of interviews
Business organization	3
Collection corporation	4
Pre-treatment facility	7
Biogas facility	4
Municipalities	39
Bags distributors	4

**FIGURE 3.2:** *Number of actors that have been interviewed or have otherwise contributed with information to this report*

### 3.1 Rules and requirements – their importance for markets and demand

Recycling of organic waste is covered by a number of different sets of rules within the areas of environment, food and agriculture including organic agriculture. The different sets of rules are for many actors within the value chain, from the pre-treatment facilities to the farmers, a source for confusion and doubt about which sets of rules and requirements should be complied with in specific situations. Especially new actors on the market need information and guidance about the different sets of rules.

The actors find the requirements in the renewed Waste to Soil to be relevant and to ensure high quality of recycled organic waste. The following conditions are identified:

- The new requirements to physical impurities are sensible and ensure a good quality of the pre-treated organic waste. Some biogas facilities put today stricter requirements to the amount of physical impurities in the bio pulp than the regulation. The biogas business assesses that the requirements should be stricter in the future to ensure a continuing high quality and demand from the biogas plant. By following the development in the requirements demanded from the biogas plants future regulatory requirements could be assess currently. If the bio pulp quality does not live up to the biogas facilities requirements they will use other organic alternatives for input materials.
- The limit values for plastic impurities based on weight seems unnecessary when there also is a limit value for plastic impurities based on area. The preliminary experience from the pre-treatment facilities shows that the limit value based on weight can't be exceeded and simultaneously comply with the limit value based on area. The limit value based on area are a limiting factor. The pre-treatment companies therefore suggest that the limit value based on weight can be removed.
- The facilities seek a clarification of the consequences for not fulfilling the requirements for physical impurities as well as guidelines for actions in case limit values are exceeded. This might originate from limited or missing guidelines, communication and monitoring from the supervising authorities.
- A need for a guideline for collection of representative samples of bio pulp from commercial kitchens, restaurants etc. using kitchen grinders with a collection tank for the organic waste.
- The requirement of maximum 25% organic waste and 75% manure input to biogas plants seems unnecessary in the light of the new manure regulation and might in future limit the biogas plants options for receiving bigger amounts of organic waste.
- The EU Regulation for Organic Farming have stricter limit values for heavy metals compared to the Danish Waste to Soil Regulation. A harmonization of the limit values in the Waste to Soil Regulation compared to the EU Regulation for Organic Farming

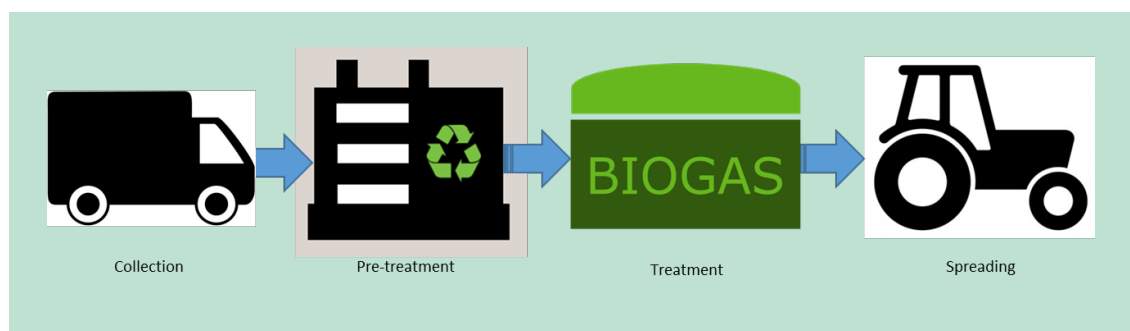
would make it easier to sell the organic waste to organic farmers. Biogas plants have no problem complying with the stricter limit values for heavy metals set by the EU Regulation for Organic Farming.

### 3.2 Technical possibilities for increasing the quality of organic waste

There is a number of conditions through the value chain that affects the quality of the end-product recycled for agricultural purpose. Each part of the value chain shown in FIGURE 3.3 is described and examined when it comes to factors that affect and encourage to high quality of bio pulp, including the recycling possibilities in organic farming.

There are other types of value chains for organic waste than the one shown in FIGURE 3.3. An example is food waste from commercial kitchens with kitchen grinders where the grinded waste is collected in a tank and delivered directly to a biogas plant. These alternative value chains represent a smaller part of the overall amount of collected, treated and recycled organic waste and is therefore treated on a superficial level in this report.

The individual parts of the value chain are described in the next section.



**FIGURE 3.3:** Section of the value chain for organic waste for recycling

From 2014 to 2016 the amount of collected organic waste increased with 32% (from 32,000 tons to 49,000 tons). Today, 39 municipalities collect organic waste from households and more municipalities are currently implementing new sorting schemes for organic waste. Collectively 146,000 tons organic waste have been collected for recycling in 2016. The pre-treatment facilities estimate that in 2018 approximately 250,000 tons organic waste from households and businesses have been pre-treated. 38% of the amount (approximately 95,000 tons) is estimated to be from households. In a report from Copenhagen University a projection estimates that the collectively amount of organic waste will increase to 900,000 tons towards 2030.

There is currently eight dedicated pre-treatment facilities for organic waste, thereof one public owned. In addition 3-4 facilities are planned. The facilities receive organic waste from both households, the service sector and food industry. The public owned facility receives only organic waste from households as the facility are not allowed to treat recyclable waste from private companies.

This report shows that the capacity for pre-treatment of organic waste today is approximately 220,000-235,000 tons per year which is shown in TABLE 3.1.

**TABLE 3.1:** Data examples from the interviewed pre-treatment facilities

Types of input materials	Number of facilities	Reject %	Organic reject %	Facility capacity today Tons/year	Facility capacity in the future Tons/year
Mix of organic waste from households, packaged food, pallet goods etc.	4 <sup>1</sup>	5-22	4	35,000	
		12-15	30-40	100,000	
		ca. 10	5	35,000–40,000	60.000
		12-20		50-55,000	New facility on Sjælland
Organic waste from households	1	ca. 10	4	800-2,000	New facility in Jylland
<b>SUM</b>	-	5-22	4-40	220-232,000	-

1: Five pre-treatment facilities have been contacted. One facility did not wish to be interviewed

The existing capacity today is estimated to be sufficient in order to pre-treat the organic household waste collected for recycling. The pre-treatment facilities are expecting to build new capacity in the future as more municipalities start to collect source separated organic household waste.

The pre-treatment facilities estimate that there is a slightly overcapacity today and that new capacity will be build faster than the increase in the amount of collected organic waste to recycling. The overcapacity is presumed to continue in the future even though all municipalities implement a collection scheme for source separated organic household waste.

### 3.2.1 Collection of organic waste

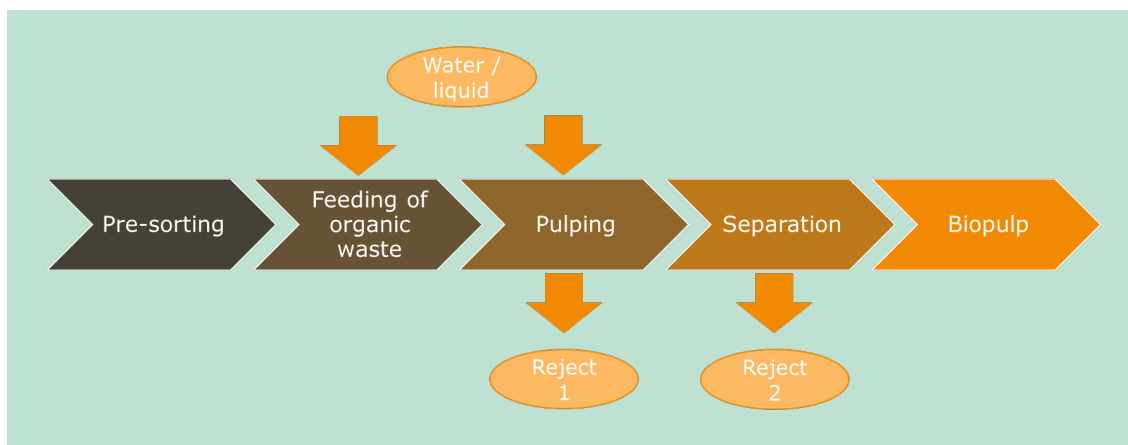
The quality of bio pulp is closely related to how well the organic waste is sorted at the source e.g. the level of impurities and sorting errors. It is therefore important that the municipalities make a continuous effort to motivate citizens to sort the waste correctly. It is important that the sorting guides from the municipalities are simple and easy to understand. The organic waste should especially be referred to as food- or kitchen waste, as it gives correct associations compared to which types of organic waste should be sorted. The pre-treatment facilities' own sorting guides allow food waste in original packaging, coffee grounds etc. while waste types such as unoriginal packaging, boxes of wood, textiles, Styrofoam etc. are not allowed. Waste types such as chemical residues and perfume are considered directly harmful for the recycling process.

The chosen bags for collection of organic waste should be a regular plastic bag, since biodegradable bags create problems in the pre-treatment process and a bigger fraction of the biodegradable plastic ends up in the bio pulp. The biodegradable bags get stuck in the pre-treatment machinery and frays. Many pre-treatment facilities experience that the biodegradable bags give a bigger loss of organic material and both biodegradable bags and paper bags can make dewatering of the reject more difficult. Furthermore, biodegradable plastic bags prevent a future recycling of the regular plastic reject. Paper bags are generally unwanted as they increase the viscosity of the bio pulp.

### 3.2.2 Pre-treatment of organic waste

Pre-treatment technologies have within the last 10 years developed quickly in Denmark as more and more municipalities and companies have implemented separate collection schemes for organic waste. This means that the pre-treatment technologies used today are very different and typically developed (and still being developed) based on the different organic waste types that the pre-treatment facilities receive i.e. compared to the amount of packaging, the amount of plastic bags, sorting errors etc. This is described further below.

The diagram in FIGURE 3.4 shows typical process steps for pre-treatment of organic waste. There can be more or fewer process steps just like adding water/fluids and the removal of reject can happen in one or more places.



**FIGURE 3.4:** Sketch of the principle of pre-treating the organic waste from households

After a manual pre-sorting of bigger impurity items the organic waste is separated from the collection bags, packaging, smaller impurity items and other impurities such as metal, glass, rocks nutshells etc. Most pre-treatment facilities can handle relatively big amounts of impurities and sorting errors (at least 20%).

The Danish pre-treatment facilities use primarily to types of technologies, either shredding technologies (six facilities) or pulping technologies (two facilities) to open the bags and packaging that contain the organic waste. To separate the impurities from the organic material different separating techniques are used. The most common separating techniques are sieves, grates, cyclones and reject separators.

The cleaning and separation effect will typically depend on a combination of the used technologies/techniques, the operation of the facility and the input materials that is being treated. This means that the result (bio pulp) from the two technology types used at the pre-treatment facilities can be comparable in terms of quality and purity. Therefore, it is impossible to assess whether one cleaning- and separation technology is better than the other one because it depends on the context in which the technology is used.

The quality of the bio pulp is still being improved as new techniques to reduce the level of physical impurities is developed, for example more gentle shredding technologies and filtration solutions. The Danish pre-treatment facilities estimate that they are leading technology developers in the market due to the great focus on removing physical impurities from the bio pulp. The process is leading up to this point and the addition of stricter requirements for the content of physical impurities in the Danish Waste to Soil Regulation and the increasing amounts of separate collected organic waste for recycling from both businesses and households.

### Quality of the bio pulp

All the interviewed pre-treatment facilities comply today with the limit values for physical impurities. However, there can be large differences in the level of physical impurity content both when it comes to the weight percentage and the area measurement depending on the source of the organic waste type that the pre-treatment facility receives. A batch with a large content of glass packaging (glass is heavy) could for example cause an excess of the limit value for physical impurities at 0,5 %/DM. Heavy plastic packaging might similarly cause an excess of

the limit value for physical plastic impurities at 0,15 %/DM and large amounts of plastic packaging and –bags might cause an excess of the limit value for area measurement at 1 cm<sup>2</sup> / % DM in 1 liter bio pulp. It is estimated by the pre-treatment facilities that if the limit value for plastic weight is exceeded the area based limit value will likewise be exceeded.

When it comes to the amount of reject from the different collection sources for organic waste e.g. commercial kitchens, supermarkets, households etc. the amount of reject from packaging, bags etc. can vary a lot but a cautious average estimate on the amount reject from the three mentioned categories is:

- Food waste from commercial kitchens, restaurants etc. 2-5%
- Organic waste from households 10-20%
- Package food waste 15-30%

### **Economic consequences**

The economic consequences compared to the technical possibilities to increase the quality are very complex and mostly information are considered confidential and only given to partners and potential investors. This is due to, among others, the following conditions:

- The pre-treatment facilities use different technologies (shredding, pulping) which means that it will depend on the single facility which technical actions are relevant in order to achieve a better quality
- Some pre-treatment facilities are more dedicated to treat specific organic waste types than other facilities. However, for all facilities the sorting quality of the organic waste input is essential for the amount of reject.
- Information about the pre-treatment facility and its operation is often confidential together with information about investments, operation costs etc.
- Facility investments are influenced by a number of different conditions such as:
  - If the facility is established in existing buildings where installations and other infrastructure are already settled
  - At what level the odor can be accepted by the surroundings
  - If the facility is first of its kind or if it is ready to be used
- The operation costs influence on how the facility can “share” staff and equipment with other facilities (for example a biogas facility or an incineration facility)
- The geographical placement of the facility in relation to for example transport distances etc.

It has not been possible to collect information about the costs from the individual pre-treatment facility. Therefore, budget economic calculations have been conducted for a planned municipal pre-treatment facility instead, which will pre-treat 40,000 tons organic waste from households a year. The costs have been calculated to be 59 million DKK and the pre-treatment price is calculated to 235 DKK/ton. At the N.C. Miljø pre-treatment facility investments for 100 million DKK have been undertaken. This facility have a capacity of 80,000 tons per year. The investment figures indicate that pre-treatment prices for the two facilities are approx. 1,200-1,500 DKK per ton organic waste a year.

To get an impression of how further investments in separation equipment will influence the pre-treatment price orienting calculations have been conducted based on the above mentioned planned municipal pre-treatment facility (40,000 tons organic waste a year). TABLE 3.2 shows what the costs per ton would be with an additional investment at 1 million DKK. The repayment period is set to be 3 and 10 years respectively and is calculated with an interest rate of 4% and 10% respectively.



**TABLE 3.2:** *Costs per ton treated waste by an additional investment at 1 million DKK*

Cost per ton treated waste by an additional investment at 1 million DKK	Repayment period at 3 years	Repayment period at 10 years
Interest rate at 4%	9 DKK/ton capacity	3 DKK/ton capacity
Interest rate at 10%	10 DKK/ton capacity	4 DKK/ton capacity

It appears that depending on the conditions an additional investment at 1 million DKK will cost 3-10 DKK per ton treated waste if the capacity is exploited to its fullest.

The scope of an investment to reduce loss of organic material in the reject depends on how much organic waste the reject contains. Two calculations have been based on the interviews with the pre-treatment facilities. It is assumed that the amount of organic waste in the reject can be reduced by 50% with an investment in further separation equipment. The calculation shows the possible amount of investment in separation equipment which can be made if the pre-treatment price cannot be raised (break-even point). The conditions and results are shown in TABLE 3.3.

**TABLE 3.3:** *Calculation of the break-even point by investing in reducing the loss of organic waste in the reject*

	Facility 1	Facility 2
Treated amount ton/year	35.000	100.000
Portion of the reject %	13.5	13.5
Portion of the organic waste in the reject %	4	35
Used interest rate	4%	4%
Expected lifespan of the facility	10 years	10 years
Yearly gain in DKK	52,000	1,299,000
Investment break-even point in DKK	422,000	10,539,000

As it is shown in TABLE 3.3 the yearly gain, by reducing the amount of reject by half, would be 52,000 DKK for facility 1, which has a low content of organic material in the reject. On the other hand, the yearly gain for facility 2 is 1,299,000 DKK. This is due to pre-treatment of a larger amount of organic waste and a larger content of organic material in the reject than facility 1. This indicates that under the given conditions facility 2 can invest 10,5 million DKK in technologies to reduce the amount of organic material lost in the reject and cover the expenses for the investment with the gain from reducing the loss.

The facilities' pre-treatment prices and the prices of the end products (bio pulp) as shown in table 3.4 gives an overall picture of the economy in the pre-treatment process. Prices are market prices and therefore, it is not possible to connect the prices directly to the process costs. The prices indicate that if the amount of organic waste in the reject can be reduced it will give a large economic gain per ton pre-treated waste and especially, the avoided costs for disposal of the reject, for example by incineration, will influence significantly on the economic gain.

**TABLE 3.4:** Treatment prices (gate fee) for organic waste and sales prices as well as the expenses for the disposal of the reject

Pre-treatment facility	Gate fee DKK/ton <sup>1</sup>	Price of the end product (bio pulp) DKK/ton	Disposal costs for the reject DKK/ton <sup>4</sup>
A	200-500	110-114	
B	250-300		
C	250-300	0-180 (average 100)	
D	250	0-150	
E <sup>2</sup>	400		450
F <sup>3</sup>	200-500	100	

1: Data from interviews from the project about organic waste from the service sector

2: Both a pre-treatment and a treatment facility

3: Company that both collects and sell organic waste

4: Only informed by one informant but generally the disposal costs would equal the gate fee for incineration

Some of the pre-treatment facilities have signed a long-term contract with the biogas plants for delivering bio pulp which might result in a more stable and predictable economy. Moreover, there is a tendency to an increased and closer collaboration between the pre-treatment facilities and the biogas facilities.

### 3.2.3 Treatment of organic waste (bio pulp)

Today the pre-treated organic waste (bio pulp) is delivered to different biogas companies and –plants. A number of manure based biogas plants receive bio pulp as a supplement. Some plants receive a limited amount of organic waste from for example commercial kitchens which can be pumped directly into the biogas reactor. TABLE 3.4 shows some of the biogas plants that are receiving either bio pulp or organic waste from for example commercial kitchens.

**TABLE 3.4:** Biogas companies and facilities that receives organic waste

Company	Number of plants	Received organic waste of input %	Type of waste
Bigadan	8	3,5	Bio pulp
Linko Gas	1	5	Bio pulp
NGF	6	-	Bio pulp
Hashøj biogas	1	18	Bio pulp
Lemvig biogas	1	-	Untreated
Billund Biorefinery	1	10	Untreated
Biovækst	1	-	Treated

Lemvig Biogas, Billund and Biovækst have their own pre-treatment techniques for separately collected organic waste as part of their biogas plant. Biovækst's end product is compost in contrary to the other biogas plants which end product is digestate.

One biogas plant estimates that the price of bio pulp is between 75-115 DKK/ton which corresponds to the prices provided from the pre-treatment facilities.

Generally, the biogas plants have high focus on the quality of the received bio pulp, including quality control and some plants even require a lower level of physical impurities than required in the Waste to Soil Regulation.

The interviewed biogas plants estimate that there is enough capacity to receive more organic waste in the future. Most of the plants expect that the biogas capacity will expand in the near future just like they expect that the amount of separate collected organic waste will increase. In spite of this, a number of barriers for a future sufficient capacity are identified:

- Quality and low content of physical impurities
- A new biogas scheme for new plants are expected to take effect in 2020 and will as a result shut down the existing economic support schemes for new biogas plants in 2020, together with a limit of the amount of support and a continuous assessment of the overcompensation.
- Requirements for sanitation of the organic waste
- Higher prices for the bio pulp

### 3.2.4 The possibilities to reduce loss of organic waste

The largest loss of organic waste takes place at the households due to poor sorting efficiency and at the pre-treatment facilities due to loss of organic material in the reject. In FIGURE 3.5. the loss of organic material throughout the value chain is estimated.

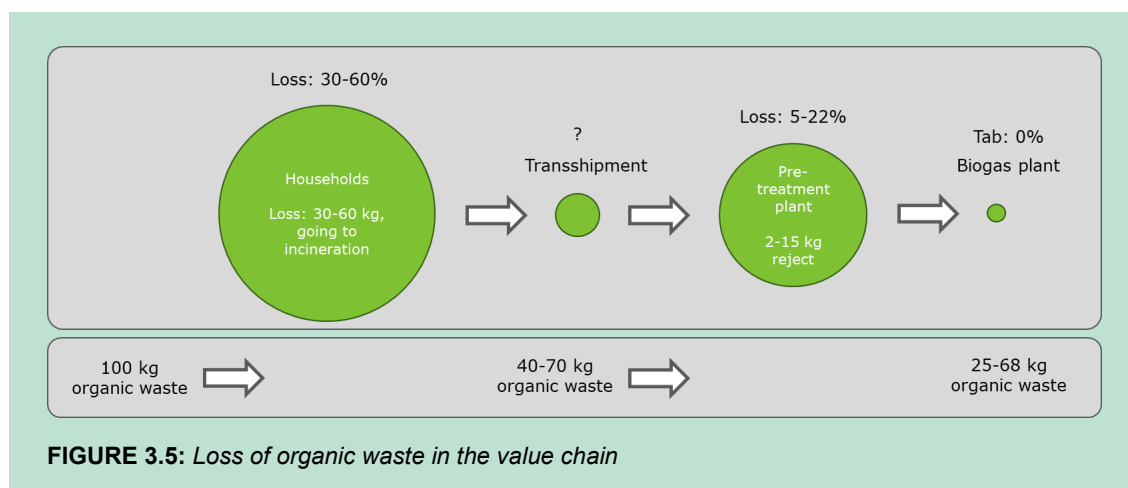


FIGURE 3.5: Loss of organic waste in the value chain

As shown in FIGURE 3.5. the largest potential for reducing the loss of organic waste is in the households (30-60 kg out of 100 kg lost in the residual waste). If the sorting efficiency in the households should be increased it is assessed that the municipalities play an essential role when it comes to communication, guidelines, collection material for the

The second largest potential is at the pre-treatment facilities as a part of the organic material is lost in the reject (2-15 kg out of 40-70 kg). The facilities have high focus on reduction of the loss of organic material in the reject and one facility have developed a washing unit for the plastic reject in which the organic waste is washed away from the plastic reject and recircled to the process whereby the loss of organic material is reduced significantly.

### 3.3 Encouraging recycling of organic waste from households to organic farmers

An increase of organic farming and products require that there is sufficient amounts of nutrients available. Organic plant breeders on Zealand and Funen in Denmark are challenged by insufficient amounts of nutrients due to low livestock density. Organic farmers are generally interested in using organic waste from households but interviewed organic farmers expressed worries about the level of physical impurities, especially plastic impurities when it comes to vis-

ibility and accumulation. It is important for the organic farmers that authorities set up requirements and documentation schemes in order to sustain the trust. This applies to all future challenges concerning the use of waste and waste sorting.

The organic farmers' willingness to pay for the organic waste depends on the actual need for nutrients, crop prices and prices on alternative fertilizer options. The potential nutrient value of digestate is around 50 DKK per ton which is based on the prices for conventional fertilizers. The potential price for "organic" digestate might be higher but it depends on the individual farmer, the cost of transport and storage among others. The cost for storage is approximately 16 DKK per ton and the cost for transport is approximately 25 DKK per ton. The price will furthermore be influenced by the possibility for economic support for a reduced N-use at 500 DKK per ha.

Today there is seven biogas plants with an organic authorization selling organic digestate and more facilities will follow suit. The organic farmers can supply biomass to the biogas production themselves for example clovers. Identified barriers for an increased use and demand for organic waste from the households are as follows:

- The organic farmers have to comply with many different regulations. A simplification of regulations and an interdisciplinary guideline could help reduce confusion and doubts.
- It is possible for organic farmers to receive a five year organic commitment for support. Since the commitment is for five years it might be a barrier for using digestate. The supply of digestate in local areas might be available in short notice. If the organic farmer quit the commitment before the expiration the total support amount must be repaid.
- Logistics, transport and decentral storage facilities at the end-user can be a challenge of both practical, physical and economic reasons.

The agricultural organisations want to promote the recirculation of fertilizer from cities to organic farmland and continue to reduce the use of non-organic manure. In the Danish Growth Plan for Organic Farming it is mentioned that studies about the possibilities to create incentives to support this vision is needed.

There is a further need for increased knowledge and the following subjects have been identified:

- The organic farmers demand a more homogeneous fertilizer with a high percentage of plant available nitrogen. Therefore, there is a need for more knowledge about how much of the organic nitrogen that mineralizes in the biogas process compared to the composition of the input material. In the areas with a low livestock density, it could be interesting to produce biogas with a large share of other input materials than manure.
- Sometimes the guideline for organic farming slows down the allocation of the macro- and micro-nutrients for organic farmers. Therefore, it could be a subject to further examination. A large part of the nutrients in organic waste from households can be recycled but then content and composition needs to be further elucidated.
- The organic plant breeders export a part of their nitrogen out of their system. In a biogas plant about half of the dry matter (carbon) in biomass is transformed to biogas. The other half however, consists of heavy decomposable carbon which in the long term contributes to the carbon pool within the soil. Further examinations upon the subject is needed.

### **3.4 Migration of substances from plastic bags**

It is estimated that approved food contact packaging is unproblematic in relation to migration of problematic substances to the organic waste. Approved food contact packaging are subjected to strict requirements in relation to the content of many different kind of substances as well as the level of migration for specific substances including requirements to the overall migration of substances from the packaging to the food. The lawful requirements for migration of

some heavy metals and some organic substances from plastic packaging are generally lower than the corresponding requirements in the Danish Waste to Soil Regulation and the EU Regulation on Organic Farming.

There are currently 39 municipalities that collect the organic waste from households separately. Collection bags for organic waste used by the municipalities have been examined. The result is that plastic bags (which can consist of recycled plastic as well) and compostable bio-bags are the municipalities' primary choice. Some municipalities indicate that they use paper bags but since paper bags are not within the scope of this report they have not been examined. In some municipalities the citizens can freely choose any plastic bag for the organic waste.

There have been conducted a worst-case assessment of the migration risk of heavy metals and PAH from the dye used in a regular plastic bag to the organic waste. The conclusion from the worst-case assessment showed that the migration of heavy metals and PAH from the dye used in regular plastic bags to the organic waste is very low and does not cause any problem in order to comply with the limit values in EU's Regulation for Organic Farming and the Danish Waste to Soil Regulation respectively.

### 3.5 Conclusion

The examination have led to following conclusions:

- A close collaboration between the actors in the value chain is necessary if the quality of the organic waste for recycling should be maintained and increased in the future. It is important that all actors take responsibility to ensure a high quality with a low level of physical impurities as well as to reduce the loss of organic waste.
- It is important that the sorting criteria for organic waste is clear. A use of the term "food and kitchen waste" would make a more clear understanding for most people in order to what needs to be source separated.
- It is important that the municipalities maintain the communication effort to their citizens.
- Biodegradable bags create a general problem for the pre-treatment process and results in more physical impurities in the bio pulp as well as preventing a future recycling of the regular plastic waste in the reject.
- The pre-treatment facilities comply with the requirements in the Danish Waste to Soil Regulation including the requirements for the physical impurities and the requirements for heavy metals in the EU's Regulation for Organic Farming.
- The quality of the bio pulp can be encouraged by a continuous tightening of the requirements for physical impurities. The biogas industry is positive towards more strict requirements for physical impurities and some of the biogas plants already make stricter requirements on bio-pulp suppliers than the ones in the Danish Waste to Soil Regulation.
- Bio pulp for organic farmers can be encouraged by harmonizing the requirements in EU's Regulation for Organic Farming and the Danish Waste to Soil Regulation.
- An interdisciplinary guideline on the different sets of rules can reduce confusion and doubt among plants and farmers as well as make the regulatory procedures easier.
- An increased enforcement and monitoring can help ensure a high quality, especially when it comes to new actors in the market.
- A higher quality will often result in higher costs because of increased steps in the process.
- The pre-treatment facilities suggest that purity of the bio pulp is included in public tenders for collection and treatment of organic waste from households for recycling. If the purity of the bio pulp becomes a competition, parameter in line with for example economy, pre-treatment facilities that have invested in separation technologies, will be rewarded.
- There is a continuous development in technologies at the pre-treatment facilities which focuses on:

- Higher degree of purity – especially with focus on the physical impurities made of plastic
  - Reduction of the loss of organic waste in the reject
  - Recycling of plastic waste in the reject
- The pre-treatment facilities are leading in the Europe market in relation to development of separation technologies for bio pulp, which can lead to export possibilities of the technologies and the know-how.
- Neither the pre-treatment facilities or the biogas plants predict lack of treatment capacity in the future.
- Biogas plants have often stricter requirements to the content of physical impurities than the requirements established in the Danish Waste to Soil Regulation.
- There is an interest from the organic farmers to receive digestate from organic waste from households. Focus is on the content of physical impurities and the level of nutrients including micro-nutrients.
- The migration level of problematic substances from plastic packaging and plastic bags to organic waste is very low and considered unproblematic in relation to comply with existing requirements and limit values.

### **3.6 Inspirational catalogue**

This study have identified a number of ideas on how the quality of the input- and output material from the pre-treatment facilities can be encouraged, in order to ensure and improve the quality of throughout the entire value chain. The ideas are described in chapter 10 including identified barriers and assessments of possible effects if the idea is implemented.

# 4. Indledning

## 4.1 Baggrund

Indsamling af organisk affald og opbygning af forbehandlings- og behandlingskapacitet er stadig under udvikling, hvor flere og flere kommuner indfører indsamlingsordninger for kildesorteret organisk dagrenovation. Inden for servicesektoren sker der ligeledes en øget udsortering af madaffald og emballerede fødevarer.

Med EU's nye affaldsdirektiv med krav om, at organisk affald skal udsorteres fra udgangen af 2023, sættes der yderligere pres på denne udvikling. Det betyder, at udsortering af organisk affald, der tog fart med Ressourcestrategien "Danmark uden affald" 2013, kan forventes at accelerere yderligere frem mod 2023. Borgere og virksomheder skal udsortere deres organiske affald, hvilket fremover kan udfordre kvaliteten af organisk affald til genanvendelse. Projektsultater har f.eks. vist, at borgere sorterer deres affald forskelligt alt efter boligtyper. Mængder og fejlsorteringer varierer, ligesom kommunernes indsamlingsordninger og kommunikationsstrategier er forskellige. Herudover er der en række virksomheder i servicesektoren med små mængder madaffald, der kan være økonomisk udfordret ift. at skulle udsortere.

I *Vækstplan for økologi* er der et initiativ om, hvordan man kan fremme brugen af kildesorteret organisk dagrenovation til økologisk landbrug. Den økologiske landbrugsproduktion oplever en øget vækst, hvilket betyder, at der mangler næringsstoffer. Det gør kildesorteret organisk affald attraktivt som gødningskilde til økologer.

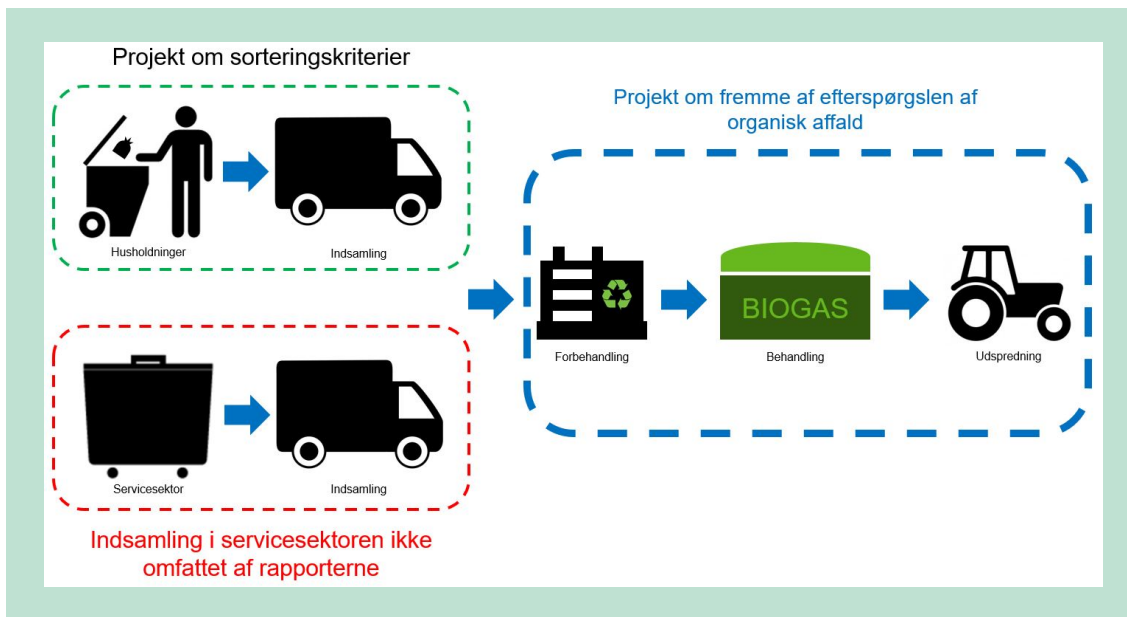
Implementeringen af kravet fra affaldsdirektivet samt initiativet fra vækstplanen for økologi skal bl.a. løftes via den kommende nationale affaldsplan, som forventes i høring i 2019.

## 4.2 Formål

Projektets formål har været at undersøge, hvordan det kan sikres, at der er passende fokus på kvalitet og efterspørgsel, når samtlige borgere og servicesektoren skal udsortere det organiske affald til genanvendelse med udgangen af 2023. Herunder, hvordan det kan sikres, at de fremtidige store mængder organisk affald kan afsættes til genanvendelse i landbruget, med særlig fokus på, hvordan afsætningen til økologiske landmænd kan fremmes.

## 4.3 Metode

Undersøgelsen har taget udgangspunkt i en værdikædetilgang, som er vist i nedenstående FIGUR 4.1.



**FIGUR 4.1:** Værdikæde for genanvendelse af organisk affald samt afgrænsning af projekt

Det fremgår af **FIGUR 4.1**, at den omfatter den del af kæden, som forbehandler, behandler og genanvender det organiske affald (blå kasse). Projektet undersøger, hvor efterspørgslen af det organiske affald til genanvendelse (udspredding på landbrugsjord) kan fremmes gennem krav til kvaliteten af det organiske affaldsinput hos forbehandlingsanlæggene. Undersøgelsen omfatter endvidere outputmaterialet (biopulp) fra forbehandlingsanlæggene, der typisk leveres til viderebehandling i et biogasanlæg, hvorefter det afsættes til landmanden, der anvender det som gødning.

Det ses endvidere, at dette projekt er afgrænset fra et andet projekt om kommunale sorteringskriterier ved leveringen af det indsamlede kildesorterede organiske affald fra husholdningerne til forbehandlingsanlægget (grøn kasse). Projektet om sorteringskriterier<sup>9</sup> undersøger kommunernes sorteringsvejledninger og kriterier med henblik på at finde ud af, om der er organiske affaldsfraktioner, der forhindrer eller reducerer muligheden for, at organisk affald bliver genanvendt eller som har negativ indvirkning på kvaliteten. Sorteringskriterier og indsamlingsposer kan have betydning for den efterfølgende kvalitet af organisk affald til udspredding på landbrugsjord. Nærværende projekt er derfor udarbejdet i tæt samarbejde og koordinering med projektet om sorteringskriterier.

For udsortering og indsamling af emballerede fødevarer fra erhvervslivet (rød kasse) fremgår det, at denne del af værdikæden ikke i udgangspunktet er dækket af projektet om sorteringskriterier eller nærværende projekt. Forbehandlingsanlæggenes sorteringsvejledninger, som typisk bliver anvendt til erhvervs kunder, der ønsker at udsortere organisk affald til genanvendelse, er derfor medtaget i nærværende projekt ift. tilladte og ikke-tilladte affaldsfraktioner.

#### 4.3.1 Litteraturstudie

Der er gennemført et litteraturstudie af de seneste eksisterende kendte undersøgelser og rapporter om bl.a. organisk affald til genanvendelse, indsamling og håndtering, anvendte teknologier mv., herunder også relevant udenlandsk litteratur. Herudover er der anvendt materiale og oplysninger fra relevante hjemmesider, artikler mv., ligesom der er søgt data i relevante statistiske materialer som f.eks. Affaldsstatistikken.

<sup>9</sup> "Miljøprojekt om sorteringskriterier.



### 4.3.2 Interviews

Der er gennemført interviews med aktørerne i værdikæden som en væsentlig del af dataindsamlingen. Der er udvalgt og interviewet indsamlere/transportører, forbehandlingsanlæg, behandlingsanlæg (biogas/kompostanlæg) samt aftagere af afgasset biomasse (økologiske landmænd). Aftagernes holdninger er desuden blevet belyst gennem interesseorganisationers deltagelse i følgegruppen.

Herudover er kommuner, der indsamler kildesorteret organisk dagrenovation (KOD), blevet spurgt om valg af indsamlingsposer og poseleverandør. Poseleverandørerne og -producenterne er herefter kontaktet<sup>10</sup> med henblik på at indhente informationer og data om poserne.

I forbindelse med udvælgelse af interviewkandidater i værdikæden er relevante brancheorganisationer blevet kontaktet med henblik på at kvalificere og sikre, at de rigtige interviewkandidater er blevet udvalgt. Endvidere er der blevet indhentet oplysninger hos udvalgte teknologileverandører og -producenter.

Interviewene er blevet gennemført med udgangspunkt i en interviewguide, som er blevet koordineret med projektet om sorteringskriterier for at sikre, at der ved samme lejlighed blev indhentet relevante oplysninger om bl.a., hvordan udsorteringen af forskellige organiske affaldsfraktioner påvirker kvalitet, behandlingsprocesser, økonomi mv.

Følgende er blevet interviewet eller kontaktet:

#### **Brancheorganisationer**

- Biogasbranchen: Kontaktet
- Dansk Transport og Logistik: Kontaktet
- Affalds og Ressourceindustrien – Dansk Industri: Kontaktet

#### **Indsamlingsvirksomheder**

- Miljølogistik: Interviewet
- HCS: Interviewet
- DAKA: Interviewet
- BioTrans Nordic: Interviewet

#### **Forbehandlingsanlæg**

- HCS: Interviewet
- N.C.Mijø/Ragnsells: Interviewet
- DAKA: Interviewet
- Komtek Miljø: Interviewet
- Biovækst: Interviewet
- Affaldplus: Interviewet
- BioTrans Nordic: Interviewet
- Marius Pedersen: Kontaktet – ikke interviewet

#### **Biogasanlæg**

- Bigadan: Interviewet
- Hashøj: Interviewet
- Linko Gas: Interviewet
- Billund Vand: Interviewet
- NGF: Kontaktet – ikke interviewet
- Lemvig Biogas: Kontaktet – ikke interviewet

---

<sup>10</sup> Når en aktør har været kontaktet, er der tale om en kortere mailkorrespondance eller telefonsamtale. Et interview er en længere samtale, der gennemføres på baggrund af en interviewguide.

### **Oplysninger om poser**

39 kommuner kontaktet ifm. oplysninger om posevalg til indsamling af KOD

4 producenter kontaktet ifm. oplysninger om indsamlingsposernes polymertype, additiver mv.

# 5. Regler og krav betydning for afsætning og efterspørgsel

Formålet med dette afsnit er at belyse og vurdere, hvorvidt indførelse af grænseværdier, herunder skærpelse af eksisterende grænseværdier, vil påvirke miljøbeskyttelsen og efterspørgslen på organisk affald til genanvendelse. I det følgende vurderes effekten af de nye grænseværdier for fysiske urenheder, identificerede forhold, der kan hæmme efterspørgslen samt behovet for eventuelle nye krav. Vurderingerne er foretaget på baggrund af resultaterne fra de øvrige kapitler om risici for migration af stoffer fra plastikposer og plastemballager, afsætning af organisk affald til økologerne, vurdering af tekniske muligheder for at øge kvaliteten samt interviewresultater.

## 5.1 Lovgivning og regler på området

Der er en række love og regler, som gælder for organisk affald til jordbrugsformål. Lovgrundlaget omfatter flere forskellige resort-områder, inden for miljø, natur, landbrug og fødevarer.

I det følgende beskrives kort Affald til jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen. For regelsæt, standarder mv., som gælder specifikt for plastprodukter og økologisk landbrug, beskrives disse under kapitlerne 7 og 8. Herudover er supplerende bekendtgørelser inden for landbrugsområdet, som f.eks. bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage mv. kort beskrevet i bilag 3.

### 5.1.1 Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål (Affald til jord-bekendtgørelsen)

Genanvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation til genanvendelse er reguleret i *Affald til jord-bekendtgørelsen* (BEK nr. 1001 af 27/06/2018). Bekendtgørelsen blev revideret den 27. juni 2018 og skiftede ved samme lejlighed navn fra "Slambekendtgørelsen" til "*Affald til jord-bekendtgørelsen*". Bekendtgørelsen stiller krav til kvaliteten af organisk affald til genanvendelse, som f.eks. indholdet af tungmetaller og visse miljøfremmede stoffer. Revisionen af bekendtgørelsen havde primært til formål at supplere de eksisterende krav med krav til fysiske urenheder, som dækker over uønskede faste (ikke opløste) materialer i affaldet. Med revisionen er der indført følgende grænseværdier for fysiske urenheder:

#### **Krav til fysiske urenheder i affald til jord bekendtgørelsen**

##### **E. Grænseværdier for fysiske urenheder i den forbehandlede biopulp**

Grænseværdien for fysiske urenheder (plast, glas og kompositmaterialer) større end 2 mm er 0,5 vægtprocent/tørstof.

Grænseværdien for indhold af plast større end 2 mm er 0,15 vægtprocent/tørstof og 1 cm<sup>2</sup> pr. procent tørstof målt i 1 liter biopulp.

##### **F. Grænseværdi for fysiske urenheder i kompost**

Max. indhold i kompost: 0,5% af tørstof

### G. Overholdelse af grænseværdier for fysiske urenheder

Hvert enkelt analyseresultat skal overholde grænseværdierne under punkt E og F.

Biopulpen skal prøvetages inden den leveres til biogasanlæggene.

Ifølge *Affald til jord-bekendtgørelsen* skal affald, der skal anvendes til jordbrugsformål, overholde de grænseværdier, der er beskrevet i TABEL 5.1. Desuden må affaldet ikke indeholde væsentlige mængder af andre miljøskadelige stoffer end de, der er listet i tabel 5.1. Der er ikke yderligere specificeret hvilke andre miljøskadelige stoffer, der er tale om eller hvad 'væsentlige mængder' er defineret som.

**TABEL 5.1:** Grænseværdier for tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Parameter	mg/kg TS
Cadmium	0,8
Kviksølv	0,8
Bly	120
Nikkel	30
Chrom	100
Zink	4000
Kobber	1000
LAS	1300
Σ PAH	3
NPE	10
DEHP	50
Σ PCB7	0,2

Det fremgår af Miljøstyrelsens hjemmeside, at "grænseværdierne er fastsat ud fra det kriterium, at der ikke må ske en ophobning af metaller og miljøfremmede stoffer i jorden som følge af anvendelse af organisk affald til jordbrugsformål"<sup>11</sup>.

Kildesorteret organisk dagrenovation, som genanvendes til jordbrugsformål, skal endvidere gennemgå en kontrolleret hygiejnisering jf. bilag 3 i *Affald til jord-bekendtgørelsen*, som er defineret således:

<sup>11</sup> <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldsfraktioner/spildevandsslam/affald-til-jord-bekendtgørelsen/>

## Kontrolleret hygiejnisering

Behandling i reaktor, som sikrer en temperatur på minimum 70 grader C i minimum 1 time eller tilsvarende hygiejnisering. Behandlingen skal dokumenteres i form af registreret tid og temperatur.

Bekendtgørelsens § 21 stiller krav om, at hvis den afgassede biomasse består af minimum 75 pct. husdyrgødning eller afgasset vegetabilsk biomasse, regnet på tørstofbasis, skal anvendelsen af biomassen ske efter reglerne i bekendtgørelse om erhvervsmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage mv. Er andelen af husdyrgødning eller afgasset vegetabilsk biomasse mindre end 75 %, skal reglerne i § 22 – 24 anvendes. Det betyder bl.a., at kommunen skal have tilsendt leveringsaftale, deklaration samt kort over, hvor udbringningen sker senest 8 dage før første levering.

### 5.1.2 Økologiforordningen

Ifølge økologivejledningen er det tilladt for økologer at anvende afgasset biomasse (kompostet eller forgæret blanding af husholdningsaffald) under forudsætning af, at:

- Produktet er fremstillet af kildesorteret husholdningsaffald, der er blevet underkastet kompostering eller anaerob forgæring med henblik på produktion af biogas.
- Kun vegetabilsk og animalsk husholdningsaffald må anvendes.
- Produktet skal være produceret i et lukket og overvåget indsamlingssystem, som er godkendt af medlemsstaten.
- Der udelukkende indgår produkter fra vejledningens Bilag 1.

Der skal foreligge dokumentation for N-indhold samt for hvilke produkter, der indgår i biogasproduktionen. Den ikke-økologiske andel af den afgassede biomasse indgår i de max. 50 kg, udnyttet N, der p.t. må anvendes pr. ha harmoniareal uden dokumentation for gødningsbehov samt overholdelse af dyrkningskrav. Den afgassede biomasse indgår ligeledes i det loft på 170 kg total N i tilførsel af husdyrgødning og anden organisk gødning pr. ha., der er fastsat gødningsbekendtgørelsen. Dokumentation i forbindelse med at aftage afgasset biomasse afhænger af biogasanlæggets status, jf. tabel 15.1 fra den seneste økologivejledning, der vises i FIGUR 5.1.

**Tabel 15.1. Oversigt over krav til biogasanlæg og brug af afgasset biomasse**

	Når du modtager afgasset biomasse	Når du producerer biogas/afgasset biomasse	
		Rent økologisk*	Delvist økologisk* (skal på forhånd være godkendt af Landbrugs- og Fiskeristyrelsen)
<b>Hvad må der være i?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Husdyrgødning og organisk materiale fra økologisk produktion (omfatter dyr og planter under omlægning)</li> <li>• Glycerin eller lignende vegetabilsk rest uden N, husk at der skal være en GMO erklæring.</li> <li>•</li> <li>• Alt fra bilag 1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Husdyrgødning og organisk materiale fra økologisk produktion (omfatter dyr og planter under omlægning)</li> <li>• Glycerin eller lignende vegetabilsk rest uden N, husk at der skal være en GMO erklæring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Husdyrgødning og organisk materiale fra økologisk produktion (omfatter dyr og planter under omlægning)</li> <li>• Glycerin eller lignende vegetabilsk rest uden N, husk at der skal være en GMO erklæring.</li> <li>• Alt fra bilag 1.</li> </ul>
<b>Hvad skal du dokumentere?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deklaration eller faktura med oplysning om leverandør, mængde, N-indhold, evt. økologistatus og indgangsprodukter.</li> <li>• Hvis gødningen er delvist økologisk skal der også være dokumentation for andel ikke-økologisk N.</li> <li>• Noter forbrugt mængde (gødningsregnskab og planteløgbog)</li> <li>• Dit forbrug skal passe med reglerne om hhv. 50 kg udnyttet ikke-øko N og 170 kg total-N.</li> <li>• Evt. GMO-erklæring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilag for indgangsprodukter.</li> <li>• Salgsbilag med N-analyseværdi.</li> <li>• Noter forbrugt mængde på bedriften (gødningsregnskab og planteløgbog)</li> <li>• Dit forbrug skal passe med reglen om 170 kg total-N.</li> <li>• Gødsningen skal være ført i logbog over planteavl.</li> <li>• Evt. GMO-erklæring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilag for indgangsprodukter.</li> <li>• Salgsbilag med N-analyseværdi og andel af ikke-økologisk N.</li> <li>• Noter forbrugt mængde på bedriften (gødningsregnskab og planteløgbog)</li> <li>• Dit forbrug skal passe med reglerne om hhv. 50 kg udnyttet ikke-øko N og 170 kg total-N.</li> <li>• Brev fra Landbrugsstyrelsen om at den delvise status er accepteret.</li> <li>• Evt. GMO-erklæring.</li> </ul>

\*Afgasset biomasse kan kun betragtes som økologisk, hvis anlægget er autoriseret – altså er en del af en økologisk virksomhed eller bedrift.

**FIGUR 5.1:** Oversigt over krav til biogasanlæg og brug af afgasset biomasse, jfr. Økologivejledningen.

Økologiforordningen stiller endvidere krav til maksimalt indhold af visse tungmetaller per kg tørstof. Disse grænseværdier er angivet i tabellen nedenfor, hvor også *Affald til jord-bekendtgørelsens* grænseværdier er angivet. Det skal bemærkes, at Økologiforordningen udelukkende stiller krav til indhold af tungmetaller, hvor *Affald til jord-bekendtgørelsen* også stiller krav til miljøfremmede stoffer.

**TABEL 5.2:** Sammenligning af grænseværdier for indhold af visse miljøfremmede stoffer i affald-til-jord bekendtgørelsen og i økologiforordningen

Stofnavn	Affald-til-jord bekendtgørelsen (mg/kg tørstof)	Økologiforordningen (mg/kg tørstof)
Cadmium	0,8	0,7
Kobber	1000	70
Nikkel	30	25
Bly	120 <sup>1</sup>	45
Zink	4000	200
Kviksølv	0,8	0,4
Chrom (i alt)	100	70
Chrom (VI)	-	Ikke påviselig
Aluminium	-	-
Barium	-	-
Cobalt	-	-
Jern	-	-
Lithium	-	-
Mangan	-	-
LAS <sup>2</sup>	1300	-
Sum PAH <sup>3</sup>	3	-
NPE <sup>4</sup>	10	-
DEHP <sup>5</sup>	50	-
Sum ftalater	-	-
Sum PCB <sup>6</sup>	0,2	-

1. Blyværdien er 60 mg pr. kg tørstof eller 5.000 mg pr. kg totalfosfor for privat havebrug. For anvendelse i privat havebrug gælder endvidere arsenværdien 25 mg pr. kg tørstof.

2. Lineære alkylbenzensulfonater.

3. PAH: Polycykliske, aromatiske hydrocarboner.  $\Sigma$  PAH =  $\Sigma$  Acenaphthen, Phenathren, Fluoren, Fluoranthren, Pyren, Benzfluoranthener (b+j+k), Benz(a)pyren, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren.

4. NPE: Nonylphenol (+ethoxylater). NPE omfatter selve stoffet nonylphenol og nonylphenoethoxylater med 1-2 ethoxygrupper.

5. DEHP: di(2-ethylhexyl)phthalat.

6. PCB7, dvs. følgende 7 polychlorede biphenyler: PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 og PCB180. Gælder kun for spildevandsslam omfattet af Bilag 1, punkt E. Prøvetagning og analyse for PCB7 skal kun foretages ved mistanke om forekomst af PCB7.

## 5.2 Vurdering af krav i Affald-til-jord bekendtgørelsen

Generelt vurderer branchen, at kravene i *Affald til jord-bekendtgørelsen* er relevante. Reglerne beskrives i interviewene, som vigtige ift. at signalere, at organisk affald skal have en høj kvalitet og renhed. Kravene og analyseresultater er gode ift. at kunne dokumentere kvaliteten overfor tvivlende kunder. Enkelte respondenter savner dog en øget håndhævelse af kravene, da der de sidste par år er kommet nye aktører til området, som ikke altid kender regler og krav. En vejledning, som f.eks. beskriver både affalds- og fødevareregler på tværs af de to regelgrundlag, ville være ønskeligt. En anden respondent efterlyste en kategorisering af det organiske affald i f.eks. madaffald fra husholdninger, madaffald fra storkøkkener, restauranter mv., emballerede fødevarer, organisk affald fra fødevarerindustrien osv. De enkelte krav og grænseværdier kunne differentieres ift. de enkelte madaffaldskategorier.

### 5.2.1 Krav til fysiske urenheder

Fysiske urenheder, særligt i biopulp, har de senere år været drøftet i genanvendelsesbranchen for organisk affald, særligt med henblik på, at kunne åbne op for en øget genanvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation i takt med, at flere og flere kommuner indførte separate indsamlingsordninger for organisk affald. I forlængelse af det øgede fokus på indholdet af fysiske urenheder i biopulp begyndte flere biogasanlæg, at stille renhedskrav til den biopulp, som de modtog. Anvendelsen af kildesorteret organisk dagrenovation var på det tidspunkt ikke

tilladt iht. Mejeribrugets brancheaftale, hvilket førte til, at Miljøstyrelsen gennemførte et projekt med Mejeriforeningen, Arla og Biogasbranchen i følgegruppen. Projektet dannede grundlaget for, at Mejeriforeningen ændrede status for kildesorteret organisk dagrenovation, baseret på de svenske grænseværdier for fysiske urenheder og kravene til tungmetaller og miljøfremmede stoffer i *Affald til jord-bekendtgørelsen*.

De nye krav til fysiske urenheder i *Affald til jord-bekendtgørelsen* er bl.a. et resultat af denne proces, og forbehandlingsanlæggene og biogasanlæggene har i dag gjort sig de første erfaringer med kravene i bekendtgørelsen.

Alle de interviewede forbehandlingsanlæg oplyser, at de kan overholde de nye grænseværdier for fysiske urenheder, og at reglerne er til at efterleve i praksis, se afsnit 6.2.5. Flere anlæg oplever dog, at mængden af fysiske urenheder svinger ift., hvor godt det organiske affald er kildesorteret, og der kan være stor forskel på den kvalitet, de modtager fra forskellige kommuner. Et anlæg har oplevet, at andelen af rejekt fra kildesorteret organisk dagrenovation, som anlægget har modtaget fra forskellige kommuner, har varieret fra 8-22 %.

Der er mulighed for i en kort overgangsperiode at søge dispensation fra kravene for fysiske urenheder, og indtil videre har et forbehandlingsanlæg benyttet sig af denne mulighed. Anlægget oplyser dog, at de nye krav bliver overholdt, og at dispensationen blev søgt for en sikkerhed skyld.

Flere af anlæggene gav udtryk for, at kravene til fysiske urenheder er fornuftige og er et godt udgangspunkt, men at kravene bør skærpes i fremtiden. Nogle af biogasanlæggene stiller da også strengere krav til indholdet af fysiske urenheder end *Affald til jord-bekendtgørelsen*, jf. afsnit 5.3. Løbende skærpede grænseværdier og krav vurderes generelt af branchen til at bidrage til at fastholde og øge kvaliteten, da der herved kan sikres et fortsat fokus på sortering og på teknologiudvikling. Særligt hvis fremtidige skærpede krav annonceres i god tid, vil det give branchen tid til at udvikle sig. En skærpelse af kravene i fremtiden kunne ske ved at følge udviklingen i hvor mange biogasanlæg, der stiller strengere krav end de krav, der er stillet i *Affald til jord bekendtgørelsen*, og på denne baggrund vurdere om grænseværdierne for fysiske urenheder skal skærpes.

Notat fra Genanvend Biomasse – KOD-gruppe (se bilag 2) efterlyser, at konsekvenserne for overskridelser af grænseværdierne for fysiske urenheder tydeliggøres, da der er bekymring for, at gentagende overskridelser med f.eks. plasturenheder på marken, kan skade den fortsatte genanvendelse af organisk affald. KOD-gruppen oplyser, at de selv har taget initiativ til at stramme Miljøstyrelsens vejledning om prøvetagning med mere specifikke prøvetagningsprocedurer, hvor hvert forbehandlingsanlægs prøveudtagningssted og prøvetagningsprocedure godkendes af et certificeret laboratorium. Herunder også retningslinjer for, hvordan anlæggene skal forholde sig i tilfælde af overskridelser af grænseværdierne, inkl. månedsanalyser, som udføres i egenkontrol.

Størstedelen af respondenterne vurderede, at bekendtgørelsen generelt ikke indeholder overflødige krav. Et par af forbehandlingsanlæggene bemærkede dog, at det vægtbaserede krav for plasturenheder virker overflødigt, når der samtidig er et arealbaseret krav. Det vurderes af branchen, at hvis vægtkravet for plasturenheder overskrides f.eks. pga. af tung plastemballage, vil arealkravet ligeledes være overskredet.

En aktør nævnte, at reglerne om prøvetagning af organisk affald, der afhentes fra mange små affaldsproducenter, f.eks. storkøkkener, og som leveres direkte til biogasanlæg, er uklare ift. hvem, der skal foretage prøvetagningen, og hvordan, der sikres en repræsentativ prøve. Der ønskes en præcisering af, om området f.eks. kunne betragtes på samme måde, som når kommunerne indsamler kildesorteret organisk dagrenovation fra borgerne. Det er praktisk meget



vanskeligt og samtidig økonomisk belastende, hvis hvert enkelt parti organisk affald fra hver enkelt storkøkken skal analyseres, inden det leveres til biogasanlæg uanset mængde, hvorfor man kunne frygte, at indsamlingen fra små affaldsproducenter, som f.eks. storkøkkener, vil gå i stå. KOD-gruppen under Genanvend Biomasse anbefaler, at biopulp fra køkkenkvarne omfattes af de samme krav som øvrigt biopulp, hvis den leveres direkte til biogasanlæg samt at Miljøstyrelsen præciserer over for aktørerne, at biopulpen fra kværnene er omfattet af den Animalske Biproduktsforordning og derfor skal følge Fødevarestyrelsens regler.

### 5.2.2 Krav til miljøfremmede stoffer og tungmetaller

Ingen af forbehandlingsanlæggene har problemer med at overholde bekendtgørelsens øvrige krav til tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Heller ikke Økologiforordningens skrappe grænseværdier til tungmetaller giver problemer. Flere af anlæggene pointerede, at deres analyseresultater ligger langt under grænseværdierne, og at især grænseværdierne for tungmetaller kunne være lavere. Et anlæg gav et eksempel på, at indholdet af bly i deres biopulp ligger på 2-4 mg/kg TS mens grænseværdien er 120 mg/TS.

### 5.2.3 Betydningen af graden af overholdelse af grænseværdier for afsætning og efterspørgsel

Branchen vurderer generelt, at analyseresultater, der ligger meget lavere end grænseværdierne, ikke påvirker prisdannelsen på biopulpen eller efterspørgslen. Forbehandlingsanlæggene kunne derfor ønske sig, at der i f.eks. kommunernes udbud af forbehandling af organisk affald stilles krav til indholdet af fysiske urenheder. KOD-gruppen foreslår f.eks. et krav om maksimalt 5 % organisk materiale i forbehandlingsanlæggenes rejekt. Hvis kvaliteten af biopulpen skal opretholdes og forbedres løbende, er det nødvendigt, at alle led i værdikæden fokuserer på dette. De parametre, der påvirker prisen og efterspørgslen på biopulpen i dag, er pulpens biogaspotentiale og indholdet af næringsstoffer. Et enkelt forbehandlingsanlæg har dog en langtidskontrakt for levering af biopulp, hvor prisen påvirkes af indholdet af fysiske urenheder i pulpen.

Endvidere er der en tendens til, at de forbehandlingsanlæg, der har opereret på markedet længe, etablerer tætte samarbejder med biogasanlæg og indgår længerevarende kontrakter, for på den måde at opbygge tillid aktørerne imellem samt at sikre og fastholde en høj kvalitet. Der er allerede i dag biogasanlæg, der stiller strengere krav til renheden end *Affald til jord-bekendtgørelsen*. Det kan derfor meget vel tænkes, at højere renhed end bekendtgørelsens krav med tiden bliver en forudsætning for at kunne afsætte organisk affald til genanvendelse.

Nogle af respondenterne har dog en forventning om, at en højere renhed måske i fremtiden vil kunne give udslag i en højere pris på biopulpen. Særligt, hvis de økologiske landmænd i højere grad begynder at aftage pulpen, da der er en forventning om, at betalingsvilligheden er højere hos økologiske landmænd end blandt konventionelle landmænd. Et biogasanlæg nævner, at høj renhed forventes at blive en konkurrenceparameter i fremtiden, som vil få negativ betydning for anlæg, der ikke kan levere den ønskede kvalitet.

Flere af respondenterne gav udtryk for, at synlige plaststykker vil have en negativ indflydelse på både pris og afsætning, herunder en bekymring for, at lav kvalitet i form af for mange plasturenheder ville kunne resultere i en egentlig boykot fra biogasanlæg og landmænd i forhold til at aftage biopulpen. I den forbindelse blev vigtigheden af tilsyn og håndhævelse af reglerne nævnt. KOD-gruppen udtrykker i deres notat bekymring for, om kommunerne regulerer området ens og om effektiviteten af deres kontrolrutiner.

## 5.3 Opsamling

### Identificerede forhold, der kan hæmme efterspørgslen

Interviewene afdækkede en række forhold, som ifølge respondenterne ville kunne hæmme efterspørgslen på organisk affald til genanvendelse:

- Manglende tilsyn og håndhævelse af reglerne, der fører til, at nye aktører på markedet leverer en dårlig kvalitet og dermed rammer hele branchen.
- Manglende renhed. De nuværende krav vurderes dog at sikre renheden, men branchen ser gerne at kravene skærpes over tid.
- Etablering af mange små forbehandlingsanlæg, som branchen frygter ikke vil kunne leve op til de høje renhedskrav. Ifølge forbehandlingsanlæggene skal der forholdsvis store mængder organisk affald til for at sikre en fortsat teknologisk udvikling og høj kvalitet.
- For dyr indsamlings- og behandlingspris for madaffald fra storkøkkener, restauranter mv., hvis det først skal gennem et forbehandlingsanlæg. I dag afsættes madaffald, som efter behandling i køkkenkværn har en høj kvalitet, direkte til biogasanlæg.

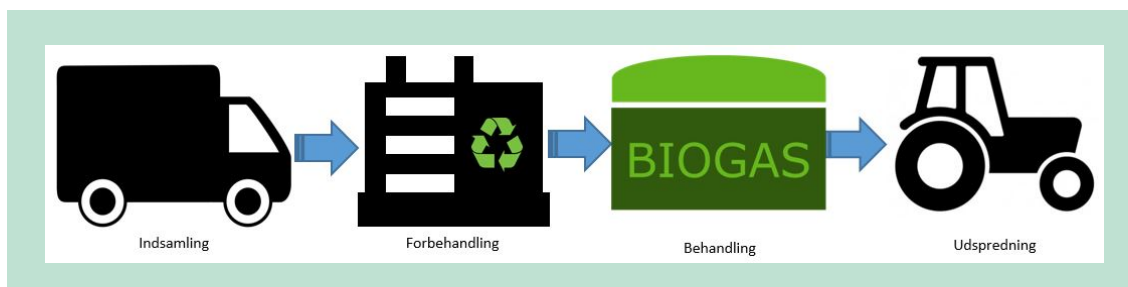
### Behov for nye krav eller ændringer

*Affald til jord-bekendtgørelsens* krav vurderes generelt af branchen som værende gode og relevante, og efter indførelsen af krav for fysiske urenheder sikrer bekendtgørelsens regler en høj kvalitet, der er med til at sikre efterspørgslen på organisk affald til genanvendelse. Der blev dog identificeret nogle forhold, som ifølge respondenterne yderligere kunne øge afsætning og efterspørgslen fremover:

- Løbende skærpelse af kravene til plasturenheder gående mod ingen synlig plast eller 100 % ren biopulp. Gerne med annoncering af kommende skærpelser i god tid, inden de træder i kraft.
- Ensrette grænseværdierne for tungmetaller med økologiforordningens grænseværdier.
- Reglen om maksimalt 25 % organisk affald i biogasanlæg er med den nye husdyrgødningsbekendtgørelsen blevet overflødig og kan fremover begrænse anlæggenes muligheder for at aftage større mængder kildesorteret organisk dagrenovation. 25/75 %-reglen blev oprindeligt indført for bl.a., at forhindre overdosering af fosfor, da den tidligere husdyrgødningsbekendtgørelse ikke omfattede doseringsgrænser for fosfor. Med den nye husdyrgødningsbekendtgørelse er der indført fosfordoseringsregler, hvorfor 25/75 %-reglen virker overflødig

## 6. Tekniske muligheder for at øge kvaliteten af organisk affald

Formålet med denne delopgave er at beskrive de tekniske muligheder for at øge kvaliteten af organisk affald, herunder vurdering af de økonomiske konsekvenser for omkostninger til genanvendelse og afsætning af outputtet (den afgassede biomasse). Der er særlig fokus på, om de fremtidige øgede mængder indsamlet organisk affald til genanvendelse, som følge af EU's nye krav, vil føre til faldende kvalitet af behandlet biomasse og føre til manglende afsætning til genanvendelse. Undersøgelsen tager udgangspunkt i værdikæden fra indsamling over forbehandling til slutbehandling af affaldet, som vist i FIGUR 6.1. De enkelte led i værdikæden beskrives i de efterfølgende afsnit.



**FIGUR 6.1:** Udsnit af værdikæden for organisk affald til genanvendelse

Der kan være sammenhæng mellem tekniske løsninger og borgerens sorteringsadfærd. En korrekt kildesortering i husholdningen betyder, at det organiske affald får en høj kvalitet med få fejlsorteringer. Høj kvalitet kræver ikke samme grad af forbehandling med henblik på at fjerne urenheder og fejlsorteringer som organisk affald med høj grad af urenheder og fejlsorteringer.

Når fejlsorteringer og urenheder fjernes fra det organiske affald i forbehandlingen vil det medføre et tab af organisk materiale, som følger med urenhederne. Hvis urenhederne skal fjernes fuldstændig, vil der typisk være et større tab af organisk materiale. Der er derfor ofte en sammenhæng mellem høj renhed i biopulpen og mængden af organisk materiale, der tabes i de frasorterede urenheder (rejektet).

Der findes andre typer værdikæder end den, der er illustreret ovenfor. F.eks. kan storkøkkener have installeret en køkkenkværn, som kværner madaffald til en pulp. Pulpen opbevares i en lufttæt beholder og afhentes af en tankbil eller slamsuger og afsættes direkte til biogasanlæg. Der har også været arbejdet med en pressecontainer, der er tænkt til detailhandlens emballerede madaffald. De alternative kæder repræsenterer dog en mindre del af den samlede mængde indsamlet organisk affald.

### 6.1 Indsamlingsleddet

De kommuner, der har indført indsamlingsordninger for kildesorteret organisk dagrenovation, har udarbejdet sorteringsvejledninger til borgerne, hvoraf det fremgår hvilke organiske affaldsfraktioner, der skal udsorteres til genanvendelse. Miljøstyrelsen har parallelt med nærværende undersøgelse igangsat et projekt, som skal undersøge kommunernes sorteringsvejledninger og -kriterier, herunder en vurdering af muligheden for at udarbejde nationale sorteringskriterier for

kommunerne. Der henvises til resultaterne af denne undersøgelse mht. de kommunale sorteringskriterier<sup>12</sup>.

Som supplement til ovennævnte undersøgelse om kommunernes sorteringskriterier er forbehandlingsanlæggenes sorteringsvejledninger undersøgt ift. hvilke fraktioner, anlæggene tillader og ikke-tillader. I et notat fra Genanvend Biomasse, KOD-gruppen<sup>13</sup> angives, at 62% af det organisk affald, som forbehandlingsanlæggene modtager, er fødevarer og madaffald i originalemballage og er indsamlet kildesorteret enten fra butik, lager eller produktion. Sorteringsvejledningerne fra forbehandlingsanlæggene anvendes derfor ofte ift. forbehandlingsanlæggenes erhvervskunder.

De fleste forbehandlingsanlæg (4 ud af 6 adspurgte anlæg) har udarbejdet sorteringsvejledninger. I nedenstående FIGUR 6.2 ses resultatet af en kortlægning af sorteringsvejledningerne ift. hvilke fraktioner, der er tilladt og ikke tilladt samt hvilke fraktioner, anlæggene er uenige om. Parentesen efter den enkelte fraktion angiver hvor mange anlæg, der har angivet fraktionen i deres sorteringsvejledning.

Fælles: tilladt	Fælles: forbudt	Uenig (tilladt/forbudt)
Fødevarer med og uden emballage (2)	Uoriginal emballage (2)	Fritureolie (1/1)
Frugt og grøntsager (3)	Trækasser (2)	Emballage (uden fødevarer) (2/1)
Pålægsrester (2)	Tekstiler (2)	Fisk (2/1)
Kage- og brødrester (2)	Flamingo (2)	
Læskerester (2)	Alufolie (2)	
Øl, vin og spiritus (2)	Papir og pap (2)	
Potteplaner (1)	Plastik (3)	
Køkken- og madrester m.m. (2)	Emballage (1)	
Fisk, kødvarer og mejeriprodukter (2)	Poser (2)	
Sovs og suppe (3)	Bestik (2)	
Æg og æggeskaller (2)	Konservesdåser (2)	
Nudler og ris (1)	Glas (1)	
Kaffegrums (3)	Fritureolie (1)	
Skræller (2)	Bioposer (1)	
Kolonialvarer (1)	Jern og metal (1)	
Afskårne blomster (1)	Beton (1)	
Almindelige fødevarer (1)	Jord, sand og sten (1)	
Fitureolie (1)	Batterier (1)	
	Ben (1)	
	Fiskeskind (1)	
	Kokoskaller (1)	
	Træspyd og -tandstikker (1)	

**FIGUR 6.2:** Organiske affaldsfraktioner tilladt/forbudt i forbehandlingsanlæggenes sorteringsvejledninger

Som det ses i FIGUR 6.2 er der rimelig stor enighed om at tillade almindelig madaffald og fødevarer, som frugt og grønt, pålægsrester, kage og brød, fisk, kød, mejeriprodukter, kaffe-

<sup>12</sup> "Sorteringskriterier", Miljøstyrelsen

<sup>13</sup> Notatet findes i bilag 2 i nærværende rapport

grums mv. I enkelte sorteringsvejledninger anvendes fællesbetegnelser, som f.eks. almindelige fødevarer og kolonialvarer. Endvidere er der to vejledninger, hvor der er angivet fødevarer med og uden emballage. De fraktioner, som optræder færrest gange på listen over tilladte fraktioner, er f.eks. afskårne blomster, potteplanter mv.

De fraktioner, som ikke tillades, er f. eks. uoriginale emballager og uønskede materialer som trækasser, tekstiler, flamingo, alufolie, plastik, metal/jern, glas mv. Materialer, der ikke bidrager til biogasproduktion eller tilbageføring af næringsstoffer eller i værste fald kan forhindre genanvendelsen, er f.eks. batterier.

Det ses endvidere, at der kun er få fraktioner, som der er uenighed om. Det drejer sig om fritureolie, emballage og fisk. Dette kan skyldes den anvendte teknologi, driftsmæssige forhold, arbejdsmiljøforhold eller lign.

Gennem interviewundersøgelsen blev der spurgt ind til hvilke organiske affaldsfraktioner, der var direkte skadelige for genanvendelsen, økonomiske uinteressante pga. intet eller lille gaspotentiale, samt teknisk uønskede pga. driftsforstyrrelser eller lign. De adspurgte forbehandlingsanlæg og behandlingsanlæg var generelt meget enige om hvilke fraktioner, de ikke ønsker, og eksempler er kort opsummeret i det følgende:

#### Direkte skadelige for genanvendelsen:

- Kemikalierester
- Parfume
- Tekstiler

#### Økonomisk uinteressante:

- Let haveaffald, jord og aske
- Kattegrus
- Træ, korkpropper og andet langsomt omsætteligt

#### Teknisk uønskede:

- Bioposer
- Tekstiler

#### Uønsket af hensyn til hygiejneregler

- Døde dyr
- Bleer, hygiejneprodukter
- Dyreekskrementer, kattegrus mv.

Alle forbehandlingsanlæggene nævnte endvidere, at det er vigtigt at sende de rette signaler til borgerne ifm. hvilke organiske affaldsfraktioner, der skal kildesorteres. De var enige om, at det bør hedde madaffald, fordi det giver de rette associationer ift. hvilke organiske affaldsfraktioner, der skal udsorteres – nemlig, at det er det, man spiser, og ikke f.eks. tekstiler, pap, kattegrus mv. Dette støttes af Genanvend Biomasses, KOD-gruppe, der anbefaler, at det kaldes køkken-madaffald og defineres som følger:

**”Køkken-madaffald er alle de rester, som opstår i køkkenet, når der laves mad. Køkken-madaffald er f.eks. ikke jord, kattegrus, brugte køkkenruller og emballagerester, som let kan fjernes”.<sup>14</sup>**

---

<sup>14</sup> Notat fra Genanvend Biomasse findes i bilag 2 i nærværende rapport

### **Kvalitet af det indsamlede**

Flere respondenter peger på, at det har betydning for kvaliteten af biopulpen, at det indsamlede affald har en høj renhed, og udtrykker ønske om, at kommunerne gør en vedvarende indsats for at motivere borgerne til at sortere godt. Der er forskellige holdninger til, hvorvidt en dårlig kvalitet i indsamlingen giver dårlig kvalitet i biopulpen, men fejlsorteringer giver en større rejktmængde, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Respondenterne har forskellige eksempler, som overbeviser dem om, at en vedvarende indsats fra kommunerne er nødvendig for at sikre en høj kvalitet i sorteringen. Et forbehandlingsanlæg oplever f.eks., at hård emballageplast og tynde plastposer giver mere plast i biopulpen.

### **Poser til indsamling**

Flere respondenter udtaler sig om poser. De fleste vil helst undgå bioposer, fordi de skaber forskellige problemer for processen. Et forbehandlingsanlæg foretrækker, at plastposer er relativt kraftige, fordi de så er lettere at frasortere. Der er forskellige holdninger til papirposer. Et behandlingsanlæg foretrækker papirposer, hvorimod et andet anlæg oplever, at de kan give problemer med for høj viskositet.

I en undersøgelse om kvalitet af poser til bioaffald<sup>15</sup> konkluderes det bl.a., at de fleste aktører opfatter, at papirposer og bioposer har en positiv signalværdi overfor borgerne, mens plastposerne giver en større sikkerhed i anvendelsen ift. gennemvædning, lugt og fugt, itugåede poser og risiko for at sætte sig fast i beholderen. Bioposen kan give problemer, fordi den sætter sig fast i anlægget og trevler. Flere anlæg oplever, at bioposer giver et større tab af organisk materiale. Både bioposer og papirposer kan gøre det vanskeligere at afvande rejektet. Billund Biorefinery benytter papirposer med ekstra lange fibre, der ifølge anlægget sikrer mod gennemvædning, og at de går itu. Valgfrie poser opfattes som at have en negativ signalværdi. Miljømæssigt konkluderer rapporten, at CO<sub>2</sub> belastningen fra de undersøgte poser er så lille, at det er uden betydning ift. den samlede miljøvurdering af håndteringen af organisk affald.

Erfaringer fra KOD-gruppen under Genanvend Biomasse viser, at bioplast eller bionedbrydeligt plastposer er svære at åbne i forbehandlingsanlæggene, og at bioplasten er så tynd, at der typisk også findes flere urenheder fra bioplasten i biopulpen end hvis der anvendes almindelige plastposer eller plastposer af 100 % genanvendeligt plast, se bilag 2. Desuden anfører gruppen, at genanvendelse af plastrejektet bliver forhindret, hvis det blandes med bioplast.

## **6.2 Forbehandling**

Et forbehandlingsanlæg til organisk affald fra husholdninger og erhverv har til formål at åbne og neddele det organiske affald. Der er to overordnede teknologier til forbehandling af organisk affald, som begge resulterer i en organisk "grød" kaldet biopulp:

- Neddeling f.eks. hammermøller
- Roterende blade/knive f.eks. pulpere

Der er ofte tilknyttet forskellige rense- og separationsteknologier til neddelings- og pulpnings-teknologierne, som har til formål at fjerne forureninger, som f.eks. plastposer, emballager, fejlsorteringer samt metal, glas, sten, skaller mv. fra det organiske materiale. De fleste anlæg i Danmark kan håndtere fejlsorteringer på op til 20 %<sup>16</sup>. Resultatet – biopulpen - har typisk et tørstofindhold på 15-17 %. Pulpen afsættes til biogasproduktion, hvorefter den afgassede biomasse anvendes som gødning i landbruget. På den måde udnyttes både energi- og næringsstofpotentialet i det organiske affald.

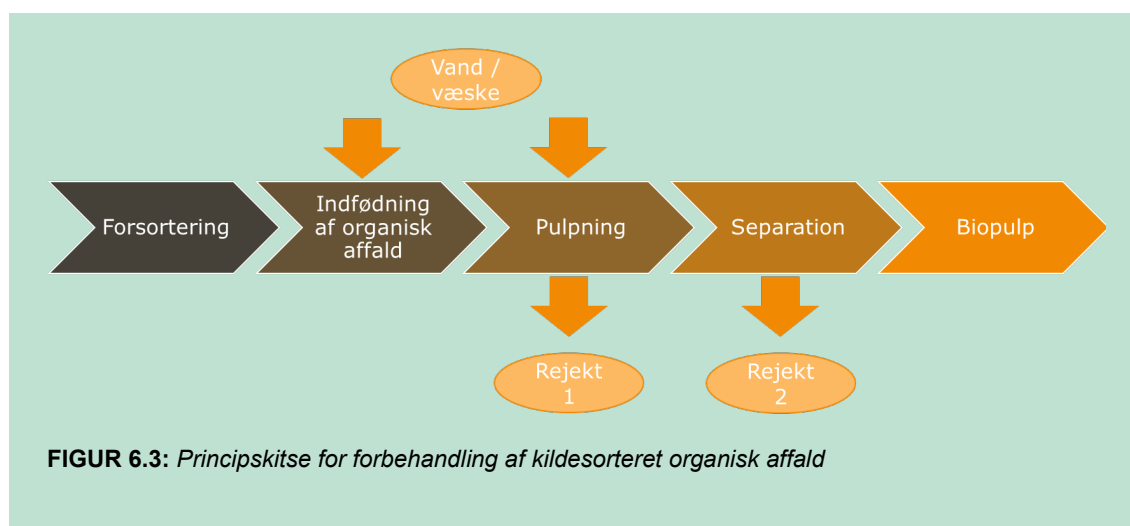
---

<sup>15</sup> Kvalitet af poser til bioaffald, ARC februar 2017

<sup>16</sup> "Nu kan madaffald blive til biogas og gødning" FiB nr. 61, september 2017

Organisk affald køres i visse tilfælde langt, men beregninger fra Roskilde Universitet viser, at det klimamæssigt ikke er et problem. I en artikel fra FIB fremgår det, at organisk affald giver et forholdsvist højt gasudbytte (400- 500 liter/m<sup>3</sup> biomasse) og er en billig måde at reducere klimabelastningen på<sup>17</sup>. Gasudbyttet fra organisk affald varierer dog meget afhængigt af, hvilke fraktioner affaldet er sammensat af, og der gøres opmærksom på, at det ikke fremgår af artiklen, om gasudbyttet er beregnet på baggrund af tørstofindhold. Endvidere er gasudbytte og tørstofindhold typiske konkurrenceparametre, når biopulpen skal afsættes.

Udviklingen i forbehandlingsteknologier er de seneste 10 år gået stærkt i takt med, at flere og flere virksomheder og kommuner har indført kildesorteringsordninger for organisk affald. Det betyder også, at de teknologier, som de enkelte forbehandlingsanlæg anvender, er forskellige og er udviklet (og stadig udvikles) på baggrund af typen af det organiske affald, som anlæggene modtager, dvs. ift. graden af emballering, omfanget af plastposer, fejlsorteringer mv. Der er dog nogle overordnede procestrin, som affaldet typisk gennemgår, og som er illustreret i nedenstående principdiagram (FIGUR 6.3). Der kan være flere eller færre procestrin ligesom til sætning af f.eks. vand/væske og udtagning af rejekt kan ske et eller flere steder. De enkelte procestrin beskrives i de efterfølgende afsnit.



Mængden af indsamlet kildesorteret organisk affald har været stødt stigende siden Regeringens Ressourcestrategi fastsatte en målsætning om 50 % genanvendelse af husholdningsaffaldet, hvilket ses af nedenstående TABEL 6.1. Fra 2014-2016 er mængden af indsamlet organisk dagrenovation steget med 32 % (fra 37.000 tons til 49.000 tons). I dag indsamler 39 kommuner kildesorteret organisk affald, og flere kommuner er i gang med at indføre kildesorteringsordninger.

Det ses også, at mængden af indsamlet organisk affald fra servicesektoren er steget markant fra 2014 til 2016 fra 61.000 tons til 97.000 tons (59 %). Samlet set er der indsamlet 146.000 tons organisk affald til genanvendelse i 2016. Genanvend Biomasse – KOD-gruppe har estimeret, at der i 2018 blev behandlet ca. 250.000 tons organisk affald fra husholdninger og erhverv. 38% af denne mængde (ca. 95.000 tons) vurderes at være husholdningsaffald fra kommunerne, se bilag 2.

<sup>17</sup> "Nu kan madaffald blive til biogas og gødning" FiB nr. 61, september 2017

**TABEL 6.1:** Indsamlede mængder organisk affald til genanvendelse

Organisk affald	2014 Tons	2015 Tons	2016 Tons	Relativ 2014-2016 %
Husholdninger	37.000	40.000	49.000	32
Servicesektoren	61.000	76.000	97.000	59
Sum	98.000	116.000	146.000	49

Kilde: Affaldsstatistikken 2016

En undersøgelse fra Københavns Universitet har i en fremskrivning vurderet, at den samlede mængde organisk affald vil stige frem mod 2030 til ca. 900.000 tons<sup>18</sup>. Med EU's nye affalds-direktiv stilles der krav om, at husholdninger og affald, der er sammenligneligt med husholdningsaffald, skal udsorteres til genanvendelse inden udgangen af 2023, og det kan derfor forventes, at mængden af organisk affald vil stige yderligere.

Antallet af forbehandlingsanlæg i Danmark fremgår af nedenstående TABEL 6.2. Som det ses er der 8 eksisterende anlæg, hvoraf 1 er offentligt ejet, samt planlagt 3 nye anlæg, heraf 1 offentligt anlæg. Herudover er der virksomheder, der etablerer og servicerer systemer med køkkenkvarne og opsamlingsstanke til f.eks. storkøkkener, hospitals- og hotelkøkkener mv.

**TABEL 6.2:** Antal af forbehandlingsanlæg i Danmark

Ejerform	Eksisterende	Planlagte
Private	7	2
Offentlige	1	1
I alt	8	3

De fleste danske forbehandlingsanlæg håndterer organisk affald fra både husholdninger og erhverv. Affaldplus' nye forbehandlingsanlæg er pt. det eneste anlæg, der udelukkende modtager kildesorteret organisk affald fra husholdninger, da kommunale anlæg ikke må behandle genanvendeligt erhvervsaffald iht. Affaldslovgivningen.

Som det fremgår af TABEL 6.3 varierer både rejektprocenterne, andelen af organisk materiale i rejektet, samt anlæggenes kapaciteter.

**TABEL 6.3:** Eksempler på anlægsdata for interviewede forbehandlingsanlæg

Typer af inputmaterialer	Antal anlæg	Rejekt %	Organisk i rejekt %	Kapaciteter på anlæg i dag tons/år	Kapacitet på anlæg i fremtiden tons/år
Mix af KOD, emballerede fødevarer, pallevare mv.	4 <sup>1</sup>	5-22	4	35.000	
		12-15	30-40	100.000	
		ca. 10	5	35.000-40.000	60.000
		12-20		50-55.000	Nyt anlæg på Sjælland
KOD	1	ca. 10	4	800-2.000	Nyt anlæg i Jylland
I alt	-	5-22	4-40	220-232.000	-

1: Der er kontaktet i alt 5 anlæg. Et anlæg ønskede ikke at deltage i undersøgelsen.

<sup>18</sup> "Organisk affald fra husholdninger og servicesektoren samt effekter af nuværende anvendelse", Københavns Universitet 2016



Rejktmængden varierer mellem 5-22 %, og andelen af organisk materiale i rejktet svinger ligeledes meget mellem 4-40 %. Generelt anfører forbehandlingsanlæggene, at jo dårligere inputmaterialet er sorteret, jo mere rejkt og evt. tab af organisk materiale får anlægget. Organisk affald fra servicesektoren bidrager typisk med store mængder plastaffald. Andelen af rejkt i hhv. madaffald fra storkøkkener mv., kildesorteret organisk dagrenovation og emballeret madaffald varierer meget, men gennemsnitligt udgør rejktmængden i de tre fraktioner følgende<sup>19</sup>:

- Madaffald fra storkøkkener, restauranter mv. 2-5 %
- Kildesorteret organisk dagrenovation 10-20 %
- Emballeret madaffald 15-30 %

Kapaciteten på de interviewede anlæg er samlet ca. 220.000-232.000 tons pr. år, og det forventes, at kapaciteten øges i fremtiden bl.a. med etablering af nye anlæg. Genanvend Biomasse, KOD-gruppen, vurderer, at der i dag er en overkapacitet på forbehandlingsanlæggene, og at udbygningen af kapaciteten sker hurtigere end stigningen i mængden af indsamlet organisk affald til genanvendelse, se bilag 2. Overkapaciteten vil formodentlig fortsætte fremover, selvom alle kommuner etablerer indsamlingsordninger for organisk affald. Flere af anlæggene har bl.a. mulighed for at øge kapaciteten ved at gå fra 1-holdsskift til 2-holdsskift.

### 6.2.1 Forsortering og indfødning

De fleste forbehandlingsanlæg foretager en forsotering og visuel kontrol af det modtagne organiske affald, inden det fødes ind i selve forbehandlingsanlægget. Indfødning af det organiske affald foregår typisk ved fødebånd, transportsnegl eller lign.

Forsorteringen sker typisk ved, at affaldet spredes, hvorved større fejlsorteringer opdages og sorteres fra. På et anlæg løftes affaldet f.eks. op vha. en gummiged, som lader det falde ned på gulvet fra høj højde, så større urenheder kan ses. På et andet anlæg bruges gummigeden til at skabe lag på lag af affaldet, hvorved de større urenheder afdækkes, og på et tredje anlæg er der etableret et videokamera ved aflæsning i modtagehallen. Der anvendes altså forskellige metoder til at opdage større fejlsorteringer/urenheder i affaldet, inden det fødes ind i forbehandlingsanlægget.

Herudover foretages der ofte visuelle kontroller ved indsamling, som f.eks. ved at kigge ned i beholderne inden indsamling. Ved de fleste køkkenkværnløsninger vil fejlsorteringer, som f.eks. plastemballage, forårsage, at kværnen stopper og må renses, hvilket sikrer, at fejlsorteringer opdages. Større køkkenkværnsmodeller med større indfødningåbninger og større knusningseffekt kan muligvis resultere i, at fejlsorteringer, som f.eks. emballageplast, havner i pulpen. Uanset køkkenkværnsmodel skal biopulpen herfra overholde samme krav i Affald til jordbekendtgørelsen som andet biopulp.

De fleste forbehandlingsanlæg har udarbejdet sorteringsvejledninger til kunderne (se afsnit 6.1) og går i dialog med kunderne i tilfælde af, at kvaliteten ikke overholdes. Enkelte anlæg har en differentieret pris ift. mængden af urenheder i det modtagne organisk affald. Anlæggene pointerer generelt vigtigheden af, at det modtagne organiske affald er kildesorteret.

### 6.2.2 Neddelings- og pulpningsteknologier

I Danmark anvendes forskellige forbehandlingsteknologier, der er udviklet og tilpasset til at håndtere forskellige typer af organiske affaldsfraktioner ift. f.eks. graden af emballering, fejlsorteringer, plastposer eller lign. urenheder. I nedenstående TABEL 6.4 beskrives de mest almindeligt anvendte neddelings- og pulpningsteknologier.

---

<sup>19</sup> Mundtlig reference: Morten Carlsbæk, DAKOFA

**TABEL 6.4: Beskrivelse af neddelings- og pulprningsteknologier**

Teknologi	Beskrivelse	Input materiale	Bemærkninger
Hammermølle	Der findes flere forskellige typer af Hammermøller og –leverandører. Hammermøller består typisk af et cylindrisk (liggende) kammer, forsynet med huller (typisk på 12 mm). I kammeret er der en akse med et antal roterende slagler eller hamrer, der neddeler det organiske affald samt emballager og poser. Biomassen presses ud gennem hullerne i kammeret, og fysiske urenheder transporteres af hammerne til en udtagningskrue. Processen foregår kontinuert, og der tilføres løbende væske <sup>20,21,19</sup> .	KOD <sup>22</sup> , emballeret fødevarer fra servicesektoren og fødevarerindustrien	Hammermøllen anvendes på danske forbehandlingsanlæg, hvor den typisk er blevet udviklet og justeret i kombination med renseteknologier. Kan håndtere både tørre og våde fraktioner og muliggør udsortering af større stykker rejekt (plast, metal mv.), afhængig af sigtestørrelsen. Hammermøllen har en høj anskaffelsespris og et stort effekt- og energibehov <sup>17</sup> . Hammerne er følsomme over for glas og metal, som slider på dem <sup>19</sup> . Danske Haarslev er leverandør af Depacker hammermøller. Andre leverandøreksempler er tyske Wackerbauer.
Pulper med rejektseparator	Pulperen er en batchproces, hvor affaldet tilsættes vand, hvorefter det slynges i en centrifugeringsmekanisme omkring en cylinder med en centralt placeret rotor/knive. Den store hastighedsforskel mellem rotorens knive og massen omkring bevirker, at poser/emballage mv. rives og skæres op. Efter pulperen føres affaldet over i en rejektseparator, hvor fysiske urenheder sorteres fra <sup>17</sup> .	KOD, emballeret fødevarer fra servicesektoren og fødevarerindustrien, samt lettere haveaffald	Pulpereteknologien anvendes på danske forbehandlingsanlæg, og teknologien er blevet overført fra papirindustrien. Pulperen er ligesom hammermøllen blevet udviklet til at håndtere organisk affald.
Pulper med hydrocyklon	Pulperen er en batchproces. Affaldet tilsættes væske, og processen svarer til processen for pulperen med separator. Bunden af pulperen er udrustet med et sold med 12 mm. store huller. Store tunge emner, som sten, metal mv., havner i en fælde på siden af pulperen, hvor de sluses ud vha. spjæld. Tunge emner, som kan passere gennem soldet, havner i biopulpen, mens lette forureninger flyder ovenpå. Biopulpen pumpes fra pulperen til en hydrocyklon, hvor de sidste urenheder fjernes. Biopulpen kan passere hydrocyklonen flere gange, indtil den ønskede renhed opnås. Når urenhederne fra hydrocyklonen fjernes, vaskes urenhederne samtidig for at fjerne organisk materiale, der fører tilbage til biopulpen. De lette materialer (plast) er tilbage i pulperen, som tilføres vand. De lette materialer vaskes, inden de suges ud i en skruerpresse, som afvander materialerne <sup>23</sup> .	KOD, emballeret fødevarer fra servicesektoren og fødevarerindustrien	Anvendes på tyske anlæg, f.eks. i Kirchstockach og Zell am See. Teknologien er blevet udviklet over tid. Anlægget i Kirchstockach er f.eks. 17 år gammelt. Driftserfaringer tyder på, at anlægget generelt er robust, men slusen for de tunge materialer kan dog ved stor belastning låse <sup>19</sup> .
BioPrePlant	BioPrePlant er et anlægssystem, bestående af en modtageenhed, neddeler (BioPreCrusher), magnetseparator og separationsenhed (BioSep – se beskrivelse under renseteknologier), som er udviklet i Norge. Det organiske affald neddeles groft, hvorefter magnetiske emner fjernes i en magnetseparator. Herefter føres affaldet ind i separationsenheden i en	KOD, emballeret fødevarer fra servicesektoren og fødevarerindustrien	BioPrePlant-teknologien anvendes ikke i Danmark, men anvendes på et anlæg i Norge. BioSep enheden anvendes endvidere i Sverige f.eks. i Linköping. Driftserfaringer fra anlægget i Linköping peger på, at særligt transportbånd og -skruer bliver belastede <sup>19</sup> . Neddeleren er følsom

<sup>20</sup> Eerboe, 2017

<sup>21</sup> Kortlægning af indsamlings- og forbehandlingsmetoder for organisk affald, RenoSam 2013

<sup>22</sup> KOD står for kildesorteret organisk dagrenovation

<sup>23</sup> Nya förbehandlingstekniker för ökad koncentration av växtnäring i biogödsel. Rapport B2014:02, Avfall Sverige

	batchvis proces. Her tilsættes væske for at regulere biopulpens tørstofindhold, og efter pulpen er pumpet ud, for at vaske rejektet <sup>19</sup> .		for både metal og for store elementer <sup>13, 24</sup> . Selve BioSep-enhedens dæksler, hvor rejektet kommer ud, kan stoppe til, særligt når de begynder at være slidte. Rystelser kan endvidere løsne maskindele i BioSep-enheden <sup>19</sup> .
Macerator/shredder	Maceratorer eller skærende pumper er ofte to rækker af kuglehjulslignende knive, der roterer mod hinanden med høj hastighed. Herved skæres affaldet i stykker, når det passerer knivene. Nogle maceratorer neddelers affaldet ved at presse affaldet mod en stationær kniv. Herefter passerer det neddelte affald en magnet, der frasorterer metalurenheder <sup>25, 26</sup>	KOD	Der er et enkelt anlæg i Danmark, som benytter en shredder til behandling af KOD. Rejekt-mængde er meget lav (pga. rent affald). Lav udgift til forbehandling <sup>11</sup> . Kan kun anvendes til meget rent madaffald. Kan kun anvendes til bioaffald, indsamlet i papir eller uemballeret affald. Affaldet eftersorteres kun vanskeligt. Kræver konstant fokus på sortering fra anlæg og chauffør <sup>17</sup> . Metal er det eneste rejekt, som denne teknologi kan sortere fra <sup>19</sup> .
Dispergeringsmaskiner	Materialet rives op mellem roterende stålskiver, udrustet med tænder. Spalten mellem skiverne er justerbare og tilpasses materialet og den ønskede neddeling. Teknikken kan håndtere opskæring af blød plast <sup>17</sup> .		Anvendes ikke i Danmark.
Zepapress	Det organiske affald løftes med en minilæsser fra en container til et skråslag med en transportsnegl, monteret i bunden. Derefter føres affaldet videre med sneglen til en opriver, som neddelers affaldet i små stykker og river emballage op, og der tilføres vand. I pressekabinettet frasorteres urenheder, som ledes til en container. Biopulpen bliver presset i gennem flere sigter inde i en cylinder. Biopulpen opsamlet i en bakke, når det bliver presset ud af siderne på cylinderen <sup>27</sup>	Emballeret fødevarer og KOD	Teknologien anvendes på et dansk anlæg. Denne teknologi har haft svært ved at overholde grænseværdien for fysiske urenheder (0,5% af tørstof). Dette skyldes, at der ved forbehandling og produktion af biopulp fra erhvervs- og husholdningsaffald typisk vil være knoglestumper, sand, sten og krus i biopulpen <sup>23</sup>
Atritor Turboseparator	En turboseparator behandler det organiske affald ved hjælp af en kombination af centrifugal kraft, selvgenererende luftstrøm og mekanisk påvirkning. Turboseparatoren består af en vandret cylinder, hvori der er monteret en roterende akse med en kombination af pædler og skærme som ved hjælp af centrifugal kraften og luftstrømmen separerer emballager mv. fra det organiske affald. Der tilføres vand til processen <sup>19, 28</sup> .	KOD, emballeret fødevarer fra servicesektoren og fødevarerindustrien	Turboseparatoren anvendes på anlæg i England f.eks. i Northamptonshire. Separatoren er følsom overfor metal, hvorfor det er nødvendigt med en magnetseparator <sup>19</sup> .

Der ses en tendens i interviewsvarene til, at forbehandlingsanlæg, der modtager emballeret erhvervsaffald, ofte benytter hammermølleteknologier, mens de anlæg, der primært modtager kildesorteret organisk dagrenovation, benytter sig af pulpningsteknologier. Det er ikke nødvendigvis ensbetydende med, at teknologierne er bedst egnede til det ene eller det andet. Det kan være et resultat af tilfældigheder og hænge sammen med den organiske affaldsfraktion, som anlæggene er startet med at modtage. Der er dog forskellige holdninger til, om nogle af teknologierne er bedre end andre til at sikre høj renhed. Det er dog indtrykket, at det i høj grad er et spørgsmål om at have erfaring med driften af anlægget, kombinationen af inputmaterialerne

<sup>24</sup> Oparbejdning af organisk affald til Biopulp, Miljøprojekt nr. 1506, 2013

<sup>25</sup> "Mikroplaster i biogasprocessen – Førstudie", Avfall Sverige 2014

<sup>26</sup> Hansen, Jansen, Davidsson, & Christensen, 2007

<sup>27</sup> Zepapress Miljøprojekt nr. 2007 April 2018

<sup>28</sup> <http://www.turboseparator.co.uk/>

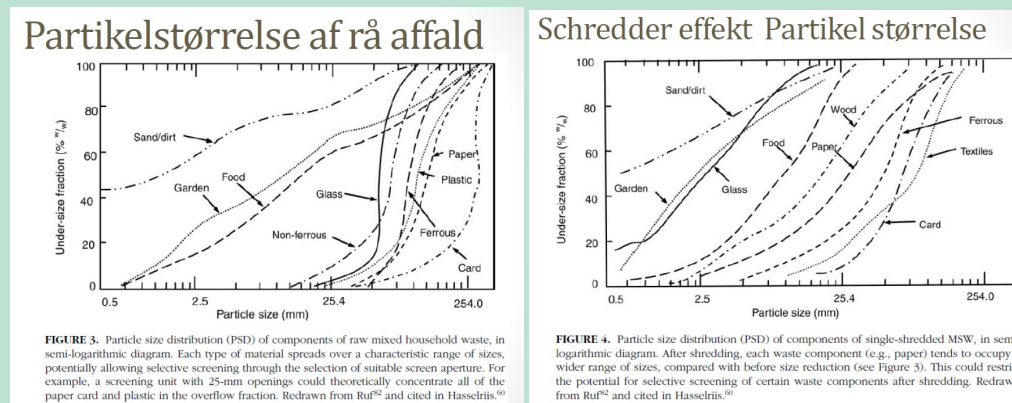
og viden om, hvordan forskellige typer emballage skal behandles samt kombinationer af teknologier.

Neddelings- og pulpingsteknologierne er ofte udviklet og tilpasset en række forskellige rense- og separeringsteknikker, der tilsammen sikrer, at det færdige produkt (biopulpen) har den kvalitet og renhed, som er ønsket. Teknikkerne kan også være en integreret del af neddelings- eller pulpningsprocessen, hvorfor det er svært at skille teknikkerne fuldstændig ad. I det efterfølgende afsnit beskrives en række af de mest almindelige rense- og separationsteknologier.

### 6.2.3 Rense- og separationsteknologier

Når kildesorteret organisk affald neddeles og rives op mekanisk, vil poser, emballager og andre urenheder også blive neddelt til mindre stykker. Der er derfor behov for at supplere selve forbehandlingsteknologien (neddelingen/pulpingen) med andre teknologier for at fjerne disse urenheder. For plastposer og –emballage vil en sprød og hård plast ofte være lettere at slå i stykker end en blød og sejere plast, som f.eks. plastposer<sup>14</sup>.

Et engelsk studie<sup>29</sup>, hvor partikelstørrelsen af husholdningsaffald før og efter en shredder er blevet undersøgt, viste, at de enkelte affaldsfraktioners partikelstørrelse efter shredderen varierer langt mere end før, hvorfor det kan blive vanskeligere at fange særligt de små urenheder i shreddet materiale, hvilket kan ses i FIGUR 6.4.



**FIGUR 6.4:** Partikelstørrelse på urenheder i ubehandlet organisk affald og shredderbehandlet affald<sup>29</sup>

Særligt plaststykker er afgørende for kvaliteten af den afgassede biomasse, der skal afsættes til genanvendelse, mens glas- og metalstumper, sand og sten i højere grad har betydning for sliddet på biogasanlægget, når affaldet pumpes rundt i systemet. Derfor har forbehandlingsanlæggene stor fokus på at fjerne urenheder fra deres biopulp.

De mest anvendte rense- og separationsteknologier på danske forbehandlingsanlæg er sold/sigter/riste, cykloner, sedimentering, skru presseser og rejektseparatorer i kombination med forskellige skære- og neddelingsteknologier. Renseeffekten vil typisk afhænge af en kombination af forskellige teknologier/teknikker, driften af anlægget og de inputmaterialer, der behandles. Det betyder, at resultatet af to teknologisk forskellige anlæg med hensyn til kvalitet og renhed kan være sammenlignelige. Det er derfor ikke muligt, at vurdere, hvorvidt den ene

<sup>29</sup> <https://docplayer.dk/33466769-Kod-set-fra-biogas-anlaeggenes-side-biomassechef-phd-bioenergy-jacob-wagner-jensen.html> .

rense- og separationsteknologien er mere effektiv end den anden, da det afhænger af den sammenhæng teknologien indgår i. I det efterfølgende beskrives en række af de mest anvendte rens- og separationsteknologier.

### **Sold**

En plade med huller, hvor den organiske masse presses ud igennem.

### **Tromlesigter**

Roterende sigter, såsom tromlesigter, er en velafprøvet teknik til separering af faste partikler og fibre fra væsker. En tromlesigte består af en tromle, som er perforeret af huller. En normal perforeringsstørrelse på forbehandlingsanlæg er 4-5 mm, hvilket betyder, at materiale, som efter neddeling er større end 4 mm, ikke vil passere. En leverandør af roterende sigter oplyser dog, at materiale, som er større end halvdelen af perforeringsstørrelsen, bliver sorteret fra. Dog mangler der uafhængige oplysninger om separering af plast<sup>30</sup>.

### **Cykloner og hydrocykloner**

En cyklon eller hydrocyklon fjerner partikler fra f.eks. en væskestrøm. Biomassen indføres i cyklonen på en sådan måde, at der skabes hvirvlen. Centrifugalkrafterne deler biomassen efter vægtfylde, og tunge urenheder vil samle sig og kan derefter tages ud kontinuerligt. Der vil være en glidende overgang mellem urenheder og biomasse<sup>31</sup>.

### **Skruepresser**

En skruepresser består af en skrue, som presser affaldet ind i en cylinder med huller, hvor der er placeret en kegle for enden. Ved hjælp af hydraulik presses biomassen gennem hullerne og tilbageholder emner, der ikke kan passere hullerne. Det er hullernes størrelse og skruens hastighed samt modtrykket fra keglen, som kan justeres ift. at optimere skruerepressens funktion. Skruepressen er en batchproces og anvendes både som egentlig forbehandlingsproces (f.eks. i Sverige) og som et processtrin efter pulpning af det organiske affald. Skruepressen tilbageholder f.eks. større plaststykker, men sammenrullede plastkugler eller små stykker vil kunne passere igennem hullerne og havne i biopulpen<sup>32</sup>.

Sydsånes affaldsselskab Sysav anvender skruepresser til forbehandling af kildesorteret organisk dagrenovation og emballeret madaffald. Det organiske affald gennemgår en grov neddeling, inden det blandes med væske og føres ind i skruepressen med tilhørende blandingsenhed. Her blandes affaldet yderligere med væske. Skruepressen har 12 mm. huller på begge sider, og det organiske affald presses ud gennem hullerne, mens rejektet føres ud langs keglen i skruepressens forreste ende. Biopulpen samles op og føres til en buffertank. Skruepressen spules og smøres to gange dagligt for at optimere driften. Endvidere varierer mængden af tilsat væske alt efter vejret. Koldt vejr (fra 10 grader og ned) kræver mere væske<sup>33</sup>.

---

<sup>30</sup> Levén et al., 2012.

<sup>31</sup> [http://denstordanske.dk/lt\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Kemi/Kemisk\\_laboratorie\\_og\\_fabriksterminologi/hydrocyklon](http://denstordanske.dk/lt_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Kemisk_laboratorie_og_fabriksterminologi/hydrocyklon).

<sup>32</sup> Kortlægning af indsamlings- og forbehandlingsmetoder for organisk affald, RenoSam 2013 og Levén et al. (2012).

<sup>33</sup> Nya förbehandlingstekniker för ökad koncentration av växtnäring i biogödsel. Rapport B2014:02, Avfall Sverige.

Flere undersøgelser<sup>34</sup> tyder på, at hvis en skruepresse bruges som forbehandlingsteknologi, får man godt nok en meget ren biopulp, men også et meget stort tab af organisk materiale. En af undersøgelserne peger på, at bløde plastposer muligvis vil gå med over i biopulpen. I Danmark bruges skruepresser sjældent som den egentlige forbehandlingsteknologi, men kan indgå som en del af et anlæg til f.eks. at øge tørstofkoncentrationen af pulpen, inden den transporteres til et biogasanlæg.

Eksempler på skruepresse-leverandører<sup>33</sup>:

- Bioselect, Börger CmbH, Tyskland
- Bellmer Kufferath Machinery GmbH, Tyskland
- Mavitec Green Energy, Holland
- Finsterwalder Umwelttechnik, Tyskland

### **Enkeltpresse (OREX)<sup>33</sup>**

En Orexpresse består af et cylindrisk eller rektangulært pressekammer med 8 mm. huller i væggene. Det organiske affald læsses ned i en grav med en klap i bunden. Når klappen åbnes, falder affaldet ned i et forkammer, hvorfra det føres ind i pressekammeret. I pressekammeret presses affaldet sammen med et tryk på op til 400 bar, hvorved det organiske materiale presses ud gennem hullerne. Under presningen opnår materialet en temperatur på 35-40 grader pga. det høje tryk. Da der ikke sker nogen bevægelse af materialet ved presningen, fungerer affaldets "strukturmateriale" som et filter, der tilbageholder mindre forureninger, som f.eks. sand, glas og plaststykker. Der tilsættes ikke væske til processen, hvorfor tørstofindholdet er højt. VS-indholdet i biopulpen er dog relativt lav, hvilket tyder på, at separationen ikke er så effektiv. Processen er endvidere følsom overfor homogene eller struktursvage affaldsfraktioner.

ZAK anlægget i Kaiserslautern, Tyskland, anvender en Orexpresse til behandling af organisk affald fra husholdninger. Driftserfaringer fra anlægget peger på et robust anlæg. Større emner kan dog godt give driftsstop, hvor emnet må fjernes fra pressen.

### **Magnet separator**

Magnet separatorer bruges til at fjerne metalurenheder fra det organiske affald. Affaldet passerer nogle magneter, der tiltrækker det magnetiske materiale.

### **Rejektseparator**

Rejektseparatoren bruges til at fjerne plast og metal fra det forbehandlede organisk materiale og er normalt installeret ved udløbet af en pulperteknologi. Rejektseparatoren er blevet installeret som en stand-alone opgradering til en eksisterende våd hammermølle-proces. Det pulpede/neddelte organiske materiale tilføres rejektseparatoren og passerer igennem en skærmplade med 6 mm huller, hvorved rejktet er separeret fra det organiske materiale. Herefter pumpes det organiske materiale videre til en buffertank. Rejektseparatoren kan fjerne store mængder af plastik, som gør den egnet til behandling af emballeret affald fra f.eks. supermarkeder og kildesorteret organisk dagrenovation i plastposer<sup>35</sup>.

### **Sedimentation/flotation**

Fjernelsen af urenheder kan ske ved sedimentation i tanke med overløb ved en kontinuert proces, hvor opholdstiden er omkring 1 døgn. Hos N.C. Miljø har man udført et sedimenteringsforsøg på biopulpen, som dog viste sig ikke at give de ønskede resultater<sup>36</sup>, idet sedimenteringstanken skulle have et meget stort volumen for at opnå tilstrækkelig lang opholdstid. I et

<sup>34</sup> Hansen et al. (2007), Jansen & Christensen (2003), Levén et al. (2012).

<sup>35</sup> Cellwood Rejektseparator: <http://cellwood.se/wp-content/uploads/2017/06/Reject-separator-for-bioenergy.pdf>

<sup>36</sup> Retrowaste Mijøprojekt nr. 1975, januar 2018

anlægseksempel fra Uppsala var der 3 sedimentationstanke, hvor den første tank blev tømt for sediment ca. hver 2. mdr., nr. 2 tank blev tømt hver halve år og den sidste tank tømmes 1 gang om året<sup>37</sup>. Ved sedimentering over lang tid er der dog risiko for, at biopulpen begynder at afgasse, hvilket vil betyde tab af metan.

### **BioSep**

BioSep er en batchproces, hvor groft neddelte affald først passerer en magnetseparator og dernæst føres ind i en slyngeenhed. Affaldet tilsættes vand/væske og slynges i et lukket system med undertryk, som gør, at biomassen suges ud gennem en sigte på 30 mm. og derefter en 12 mm sigte. Når rejektmængden i centrifugen er stor nok, vaskes rejektet med rent vand og transporteres via en snegl til en stempelseparator, som trykker den sidste væske ud af rejektet<sup>24</sup>.

### **Centrifugering**

Centrifugering er en anden separationsmetode, som er kombineret med pulpningsprocessen. Ved centrifugeringsprocessen i pulperen tilsættes biomassen i en batch proces. Pulperen slynges affaldet i ca. 20 minutter, hvorefter væsken pumpes videre til separation, mens partiklerne fældes på bunden af pulperenheden. Pulperens bundfald tømmes alt efter hvor meget, der er udfældet, omkring 1 gang hver 14. dag<sup>20</sup>.

### **Skiveskærm**

En skiveskærm separerer lette og store objekter (plastik, papir mv.) fra mindre og tungere objekter (biomasse). Skiveskærmen består af vertikale og roterende skiver placeret i rækker med en bestemt afstand imellem dem. De tunge objekter (biomassen) faldet ned mellem rækkerne af skiver, mens de lettere objekter bliver ført oven på skiverne (Hansen, Jansen, Davidsson, & Christensen, 2007).

### **Køkkenkværn**

Organisk affald fra storkøkkener, kantiner og restauranter kan forbehandles ved, at der installeres en køkkenkværn. Det organiske affald fyldes i køkkenkværnen, hvorefter affaldet neddeles/kværnes og blandes med vand. Affaldet transporteres via et rørsystem til en biotank. Biotanken tømmes, når den er 80 % fuld og fragtes til et biogasanlæg<sup>38</sup>.

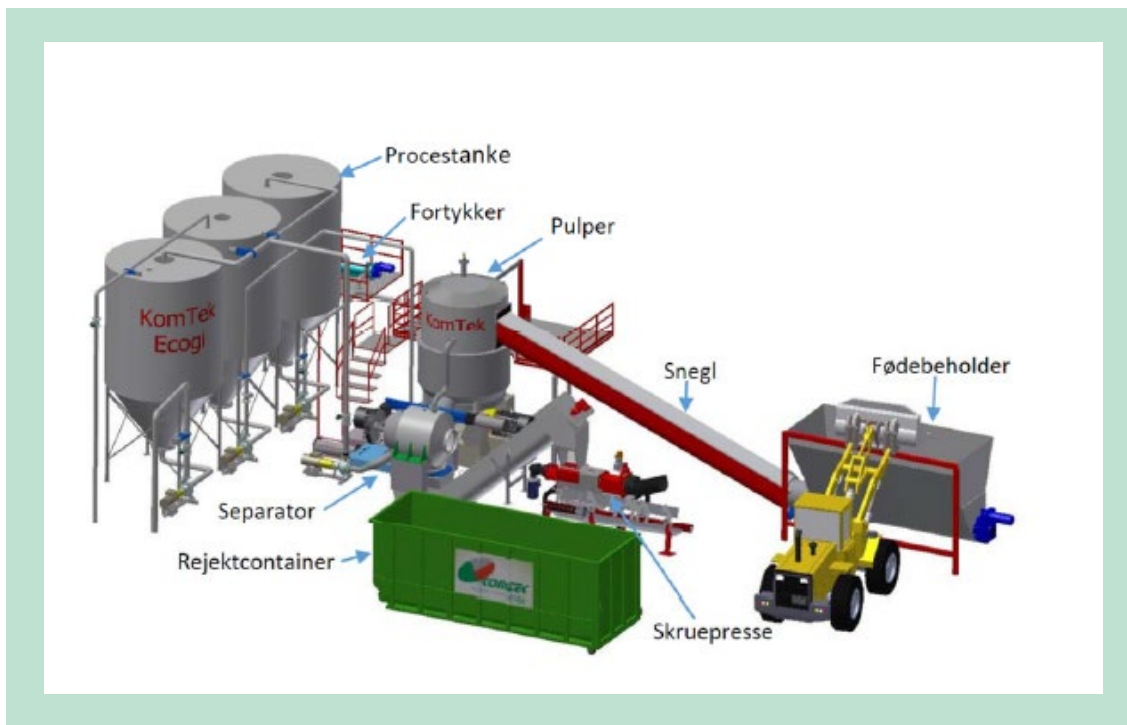
### **Eksempler på forskellige forbehandlingsprocesser**

Som beskrevet i de tidligere afsnit benytter de enkelte forbehandlingsanlæg sig af forskellige neddelings-, pulpnings-, rense- og separationsteknologier, der som regel er udviklet over lang tid og i takt med, at det organiske affald fra både husholdninger, servicesektoren og fødevarerindustrien er blevet udsortet til genanvendelse. Herunder på FIGUR 6.5 ses et eksempel på anvendt teknologi på et dansk forbehandlingsanlæg.

---

<sup>37</sup> Kortlægning af indsamlings- og forbehandlingsmetoder for organisk affald, RenoSam 2013

<sup>38</sup> BioTrans Nordic's hjemmeside

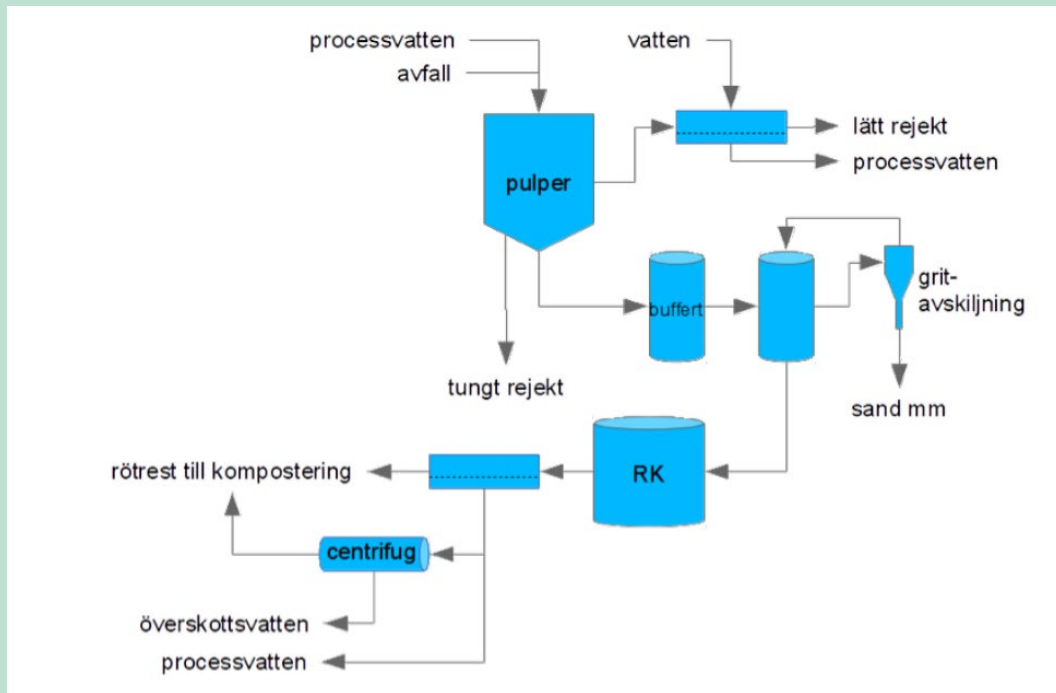


**FIGUR 6.5:** Forbehandlingsprocessen for et Ecogianlæg: [http://ecogi.dk/wp-content/uploads/2016/06/Ecogianlaeggets\\_opbygning\\_rv\\_002.pdf](http://ecogi.dk/wp-content/uploads/2016/06/Ecogianlaeggets_opbygning_rv_002.pdf)

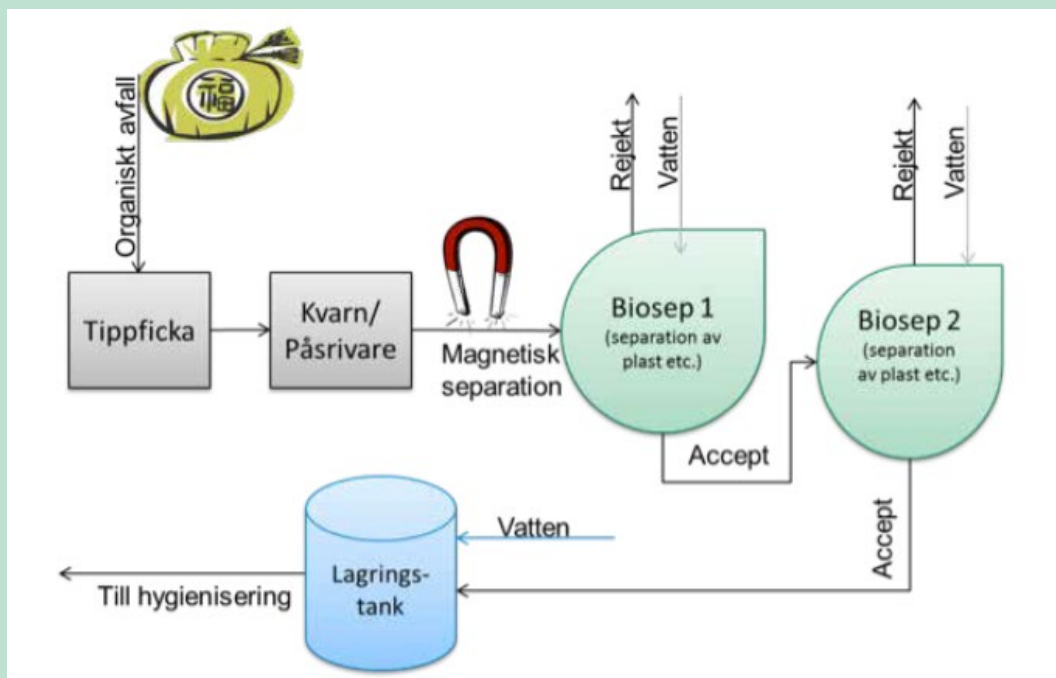
I en svensk undersøgelse<sup>39</sup> er en række forbehandlingsanlæg beskrevet, og efterfølgende procesdiagrammer (FIGUR 6.6, FIGUR 6.7, FIGUR 6.8) fra rapporten viser eksempler på forskellige anlægsprocesser.

<sup>39</sup> Nya förbehandlingstekniker för ökad koncentration av växtnäring i biogödsel, rapport B2014:02 Avfall Sverige

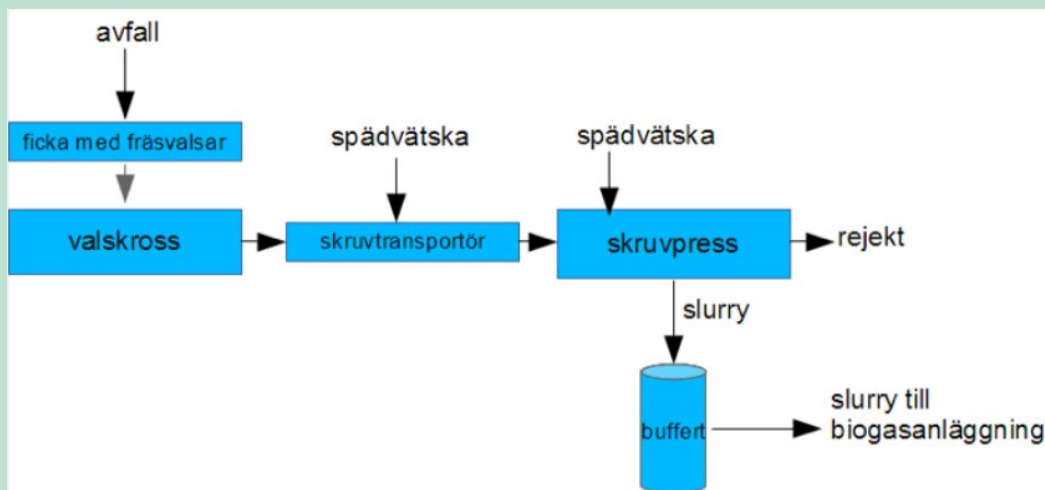




FIGUR 6.6: Procesdiagram för pulper med hydrocyklon<sup>30</sup>



FIGUR 6.7: Procesdiagram för BioSepanlæg i Linköping<sup>30</sup>



FIGUR 6.8: Procesdiagram for Skruvpresseanlæg hos Sysav<sup>30</sup>

Som eksemplerne viser, anvendes der en bred vifte af teknologier. Der er formentlig stadig udviklingspotentiale for alle anlægstyperne. Diversiteten i anvendte teknologier kan ses som en fordel, fordi flere forskellige teknologier bliver afprøvet og optimeret.

#### 6.2.4 Fremtidige teknologier og udviklingstendenser

Forbehandlingsanlæg oplyser, at de i øjeblikket er førende på markedet ift. forbehandling og renseteknologier til kildesorteret organisk affald, og de vurderer, at der er eksportmuligheder inden for området, f.eks. af viden og udstyr. Den førende position kan bl.a. skyldes den store fokus på at fjerne fysiske urenheder fra biopulpen, processen op til og indførelsen af skrappe grænseværdier for fysiske urenheder i Affald til jord bekendtgørelsen og stigende mængder af udsorteret organisk affald til genanvendelse fra både erhverv og kommuner.

Mange af forbehandlingsanlæggene har igangværende udviklingsprojekter, og der er især fokus på at øge kvaliteten af biopulpen ift. at fjerne plasturenheder samt afsætning af plastrejektet til genanvendelse. Komtek Miljø arbejder f.eks. kontinuerligt på at afsøge markedet for teknologier/teknikker, så ressourcerne i rejektet kan udnyttes og optimeres bæredygtigt. Da plast udgør den største mængde i rejektet, er en af de mest lovende teknologier, der arbejdes videre med, at få behandlet plastrejektet på et pyrolyseanlæg, der omdanner plasten til råolie, således at plasten igen kan anvendes til flere formål.

Anlæggene udvikler løbende på at forbedre kvaliteten af biopulpen og reducere indholdet af fysiske urenheder, da de forventer, at det vil være en fremtidig konkurrenceparameter samt at kravene til fysiske urenheder forventes skærpet.

Endvidere udvikles der i øjeblikket på nye og mere nænsomme neddelingsteknologier og filtreringsteknikker bl.a. i samarbejde med universiteter, som forventes at kunne rense biopulpen yderligere f.eks. ift. mikroplast. De danske teknologier forventes at give øgede eksportmuligheder på området.

#### 6.2.5 Kvaliteten af biopulpen

Alle de interviewede forbehandlingsanlæg analyserer deres biopulp i henhold til *Affald til jord-bekendtgørelsen* jf. afsnit 5.1.1. Ifølge de interviewede forbehandlingsanlæg overholder alle forbehandlingsanlæggene bekendtgørelsens krav for fysiske urenheder. I nedenstående TABEL 6.5 gives eksempler på indhold af fysiske urenheder, som det har været muligt af fremskaffe.

**TABEL 6.5:** *Indhold af fysiske urenheder ift. krav i Affald til jordbekendtgørelsen*

Krav til fysiske urenheder	A <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>
0,5 vægt%/TS	0,1	0,05	Under grænseværdien
0,15 vægt%/TS Plast	0,04	0,015	Under grænseværdien
1 cm <sup>2</sup> /TS%/L plast	0,25	0,025	0,5-1

1: Hvis indholdet af urenheder overstiger de angivne mængder, bliver biopulpen efterpoleret i særligt anlæg. De angivne krav stilles af det biogasanlæg, som forbehandlingsanlægget leverer til.

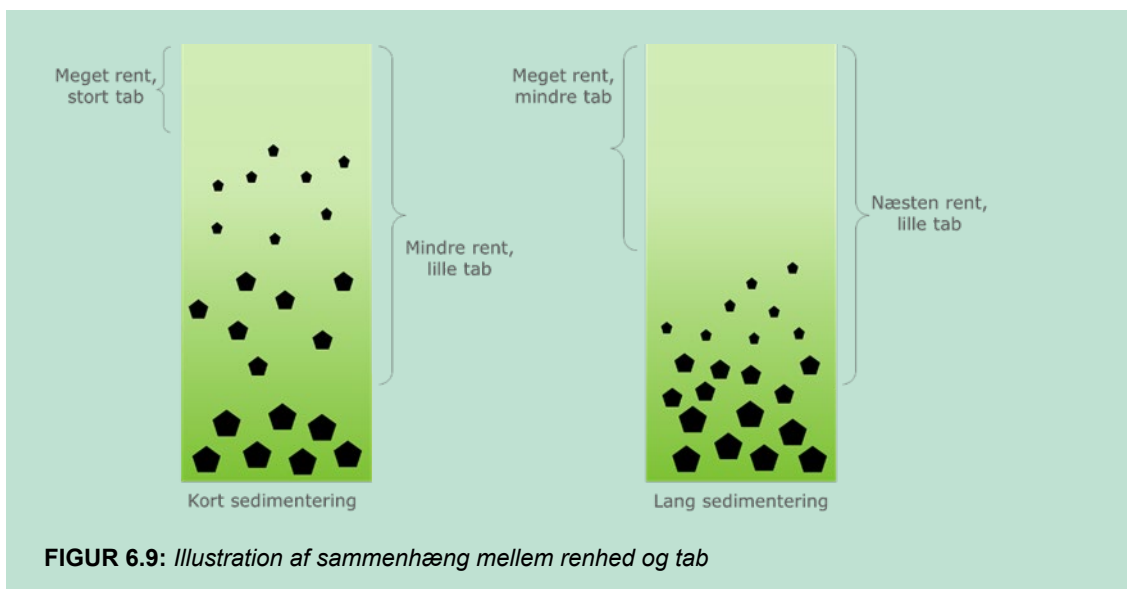
2: Anlægget oplyser, at hvis det drejer sig om kildesorteret organisk affald, ligger analyseresultaterne generelt på ca. 1/10-del af grænseværdierne.

3: Anlægget oplyser, at særligt arealkravet varierer meget afhængig af hvilke inputmaterialer, anlægget modtager. Særligt affald fra servicesektoren har en dårlig kvalitet (mange urenheder), hvori mod KOD har en meget god kvalitet.

Som det ses af TABEL 6.5, kan der være stor forskel på indholdet af fysiske urenheder både hvad angår vægtprocenten og arealet. Forbehandlingsanlæggene oplyser, at inputmaterialet har stor betydning for, om kravene i Affald til jordbekendtgørelsen overholdes. Hvis anlægget, f.eks. behandler et parti med store mængder glas, som vejer meget, kan kravet til fysiske urenheder på 0,5 %/TS blive overskredet. Ligeledes kan tung plastemballage give problemer ved overholdelse af vægtkravet for plasturenheder. Forbehandling af organisk affald med store mængder af plastemballager mv. kan give problemer ift. arealkravet. Et anlæg oplyser, at hvis kravene overskrides, bliver biopulpen efterpoleret på særligt anlæg.

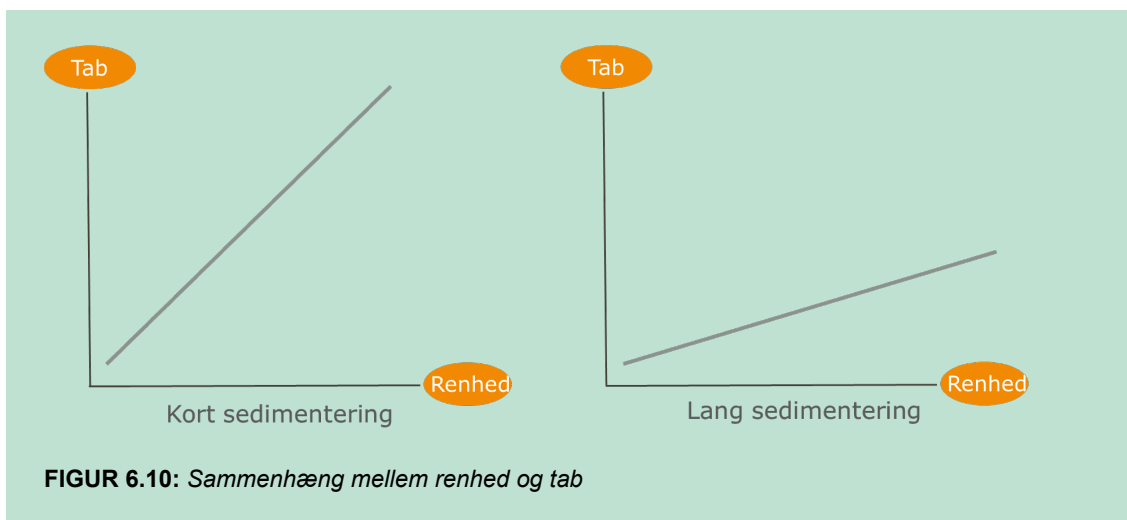
Der vil typisk være en sammenhæng mellem tab af organisk materiale ved udsortering af rejekt og graden af renheden på biopulpen. Princippet er illustreret i nedenstående FIGUR 6.9, der illustrerer en sedimenteringsproces, men princippet gælder for de fleste separerings- eller rensningsprocesser. I f.eks. en plastseparator, hvor pulpen presses igennem et sold af roterende vinger, vil det være omdrejningshastigheden, hulstørrelsen i soldet, vingernes udformning og evne til at fjerne fysiske urenheder fra soldet, der bestemmer niveauet af urenheder i biopulpen og størrelsen af tabet af organisk affald i rejektet. Ved at optimere på design og driftsparametre kan man opnå en effekt, der er sammenlignelig med længere sedimenteringstid.

Sedimentering er valgt som eksempel, fordi det lettere lader sig illustrere grafisk. I tanken til højre vil en meget stor del af det organiske materiale (grønt) gå tabt, hvis man helt vil undgå fysiske urenheder (sort). Kan man derimod acceptere en større mængde fysiske urenheder, kan tabet reduceres. Hvis man lader materialet sedimentere længere tid, vil man kunne udtage en større andel helt uden fysiske urenheder, og andelen af fysiske urenheder i det næste lag er mindre end i tanken med kort sedimenteringstid. Lang sedimenteringstid vil dog kræve større tanke og dermed øgede investeringer.



**FIGUR 6.9:** Illustration af sammenhæng mellem renhed og tab

Der vil altså være en sammenhæng mellem tab og renhed i begge tilfælde, men tabet vil være mindre ved den lange sedimenteringstid end ved den korte, som illustreret af graferne i FIGUR 6.10. De gennemgåede separationsteknikker i afsnit 6.2.3 benytter sig typisk af at vaske rejektet i separatorerne, hvorefter vandet tilbageføres til forbehandlingsenheden, hvorved tab af organisk materiale reduceres



**FIGUR 6.10:** Sammenhæng mellem renhed og tab

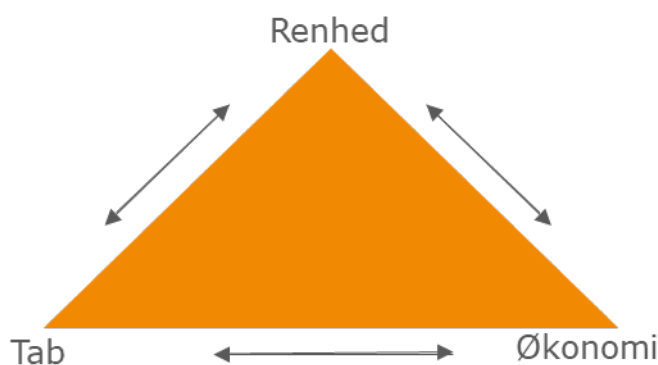
### 6.2.6 Økonomiske konsekvenser

Som det fremgår af gennemgangen af de tekniske muligheder for at øge kvaliteten, har anlæggene løbende investeret i, udviklet og optimeret på forskellige forbehandlingsteknologier. De økonomiske konsekvenser i forhold til tekniske muligheder for at øge kvaliteten er dog meget komplekse, og oplysninger videregives ofte kun i fortrolighed til f.eks. samarbejdspartnere og potentielle investorer. Det skyldes bl.a. følgende forhold:

- Anlæggene bruger forskellige pulpningsteknologier, og det betyder, at der er forskel på hvilke tiltag, der er relevante for at opnå bedre kvalitet
- Nogle anlæg er i højere grad dedikeret til bestemte typer organisk affald end andre anlæg. Fælles for alle anlægstyper er, at inputmaterialets kvalitet er afgørende for mængden af rejekt.

- Konkrete oplysninger om anlæg og drift er ofte fortrolige, og det samme gælder oplysninger om investeringer, driftsomkostninger etc.
- Anlægsinvesteringer påvirkes af en række forskellige forhold som f.eks:
  - Etableres anlægget i eksisterende bygninger, hvor installationer og anden infrastruktur allerede er på plads
  - Hvilket niveau af lugtgener kan accepteres af omgivelserne
  - Er anlægget det første af sin art, eller er det et nøglefærdigt anlæg
- Driftsomkostningerne påvirkes af, hvorvidt anlægget kan "dele" personale og udstyr med andre anlæg (fx et biogasanlæg eller et forbrændingsanlæg)
- Den geografiske placering af anlægget f.eks. transportafstande mv.

Der er imidlertid nogle overordnede principper, der vil gøre sig gældende for alle typer anlæg. Der er et spændingsfelt mellem kvalitet/renhed, tab og økonomi. Dette spændingsfelt kan illustreres som en trekant, hvor påvirkning af én parameter vil påvirke de to andre.



**FIGUR 6.11:** Sammenhæng mellem økonomi, renhed og tab af organisk materiale

#### Tab og renhed

Som beskrevet i afsnit 6.2.5 vil høj renhed typisk føre til et højere tab. Der arbejdes på at opnå høj renhed uden, at tabet øges eller måske ligefrem reduceres. Det vil typisk enten kræve, at anlægget suppleres med yderligere separations- eller rensningsteknologier, eller at visse typer organisk affald afvises. Affald, der afvises, giver øget tab i indsamlingsledet.

Yderligere investeringer i separations- eller rensningsteknologier vil øge udgifterne. På den anden side vil et reduceret tab af organisk materiale, f.eks. som følge af mere effektiv separations- og rensningsteknologi give øget indtjening (forudsat prisen på biopulp er positiv), fordi der er mere biopulp at sælge, og fordi udgifterne til bortskaffelse af rejekt reduceres.

#### Renhed og pris

Forholdet mellem renhed og økonomi har flere aspekter, og der er ikke altid ligefrem sammenhæng. Respondenter fra både forbehandlingsanlæg og biogasanlæg fortæller, at der ikke gives en højere pris for en renere biopulp, men at flere biogasanlæg har skrappere kvalitetskrav end bekendtgørelsen. Biopulp, der ikke lever op til disse krav, vil blive afvist, hvilket vil medføre tab af indtjening og omkostninger til at bortskaffe pulpen. Der er hos nogle respondenter en forventning om, at renhed i fremtiden betyder, at der kan opnås en højere pris for biopulpen, hvor det på nuværende tidspunkt i højere grad er biogaspotentialer og tørstofindhold, der har betydning for prisen.

Der er i branchen en forventning om, at økologiske landbrug vil være villige til at betale en højere pris for slutproduktet end de konventionelle landbrug, da økologerne mangler næringsstoffer. Det er uvist, om økologiske landbrug vil kræve et lavere indhold af synlige urenheder end

biogasanlæggene, men hvis det er tilfældet, kan der opstå et økonomisk incitament for at levere højere renhed i forhold til et mindre indhold af fysiske (synlige) urenheder. Flere forbehandlingsanlæg giver udtryk for, at hvis det er et ønske, kan de behandle kildesorteret organisk dagrenovation separat, men de økologiske landbrug har ikke udvist interesse for dette. Det medfører en risiko for tab, hvis enkelte fraktioner behandles separat, og derfor vil det være økonomisk og driftsmæssigt mest hensigtsmæssigt for både forbehandlingsanlæg og biogasanlæg, hvis der ikke er krav om, at f.eks. emballeret affald skal behandles separat.

### Anlægsudgifter

Det er ikke muligt at tilvejebringe oplysninger om omkostningerne for de enkelte anlæg, hverken anlægsomkostninger eller de løbende drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, da der er tale om forretningsfølsomme oplysninger. Det er derfor heller ikke muligt at få oplysninger om omkostningerne forbundet med de enkelte trin i forbehandlingsprocessen. For enkelte anlæg er der dog offentligt tilgængelige oplysninger om anlægsomkostninger. I en rapport fra 2013<sup>40</sup> oplyses det, at et Ecogi anlæg, beløber sig til ca. 22 mio. i anlægsomkostninger. Ud over omkostningerne til anskaffelse af udstyret kan der desuden være foretaget betydelige investeringer i videreudvikling af anlæggene.

Der er derfor foretaget budgetøkonomiske beregninger for et planlagt nyt kommunalt forbehandlingsanlæg, som skal behandle 40.000 tons kildesorteret organisk dagrenovation om året. Omkostningerne er beregnet til 59 mio. kr., og behandlingsprisen er beregnet til 235 kr./ton. På N.C. Miljø's forbehandlingsanlæg er der foretaget investeringer på 100 mio. kr.<sup>41</sup>. Dette anlæg har en kapacitet på 80.000 tons om året. Dette tyder på investeringer hos de to anlæg på omkring 1.200 – 1.500 kr. pr ton organisk affald om året.

Som nævnt kan øgede krav til renhed betyde behov for yderligere investeringer i anlæggene. Nogle anlæg fortæller om løbende investeringer for at opnå højere renhed, andre om investeringer i forbindelse med de nye grænseværdier for fysiske urenheder. Det bliver blandt andet foreslået, at grænseværdierne strammes over en årrække, og at anlæggene informeres herom inden strammingerne. Hvis anlæggene i god tid ved hvilke grænseværdier, de skal leve op til i fremtiden, har de bedre mulighed for at gennemføre undersøgelser og forsøg, der kan afklare, hvordan de kan leve op til de strammere krav, og de kan udføre de nødvendige ændringer på anlægget sammen med de løbende reinvesteringer og vedligehold, produktionsudvidelser osv.

For at få et indtryk af, hvad yderligere investeringer i udstyr til at opnå højere renhed vil betyde for behandlingsprisen, er der foretaget orienterende beregninger med udgangspunkt i et anlæg, der behandler 40.000 tons organisk affald om året. Beregninger viser, hvad omkostningen pr. ton kapacitet er for 1 mio. kr. merinvestering. Tilbagebetalingstiden er sat til henholdsvis 3 og 10 år, og der er regnet med en realrente på henholdsvis 4 % og 10 %. I TABEL 6.6 er vist, hvad omkostningerne pr. ton ved en merinvestering på 1 mio. kr.

**TABEL 6.6:** *Omkostning pr ton behandlet affald ved mer-investering på 1 mio. kr*

<b>Omkostning pr. ton behandlet affald mer-investering på 1 mio. kr.</b>	<b>Tilbagebetalingstid 3 år</b>	<b>Tilbagebetalingstid 10 år</b>
Realrente 4 %	9 kr./ton kapacitet	3 kr./ton kapacitet
Realrente 10 %	10 kr./ton kapacitet	4 kr./ton kapacitet

<sup>40</sup> Kortlægning af indsamlings- og forbehandlingsmetoder for organisk affald, RenoSam 2013

<sup>41</sup> <https://www.fyens.dk/erhverv/Har-investeret-100-millioner-Kommunale-planer-smadrer-min-forretning/artikel/3280290>

Afhængig af forudsætningerne vil en merinvestering på 1 mio. kr. således betyde omkostninger på 3-10 kr. pr. ton behandlet affald, forudsat at kapaciteten udnyttes fuldt ud.

Det er omkostningstungt at drive en løbende teknologisk udvikling, da det bl.a. kræver ressourcer, indgriben i anlæggets drift (driftstop mv.), investering i forsøgsopstillinger og forsøgs-kørsler mv. Derfor vil de rene investeringsomkostninger i udstyr give indtryk af, at omkostningerne er meget lavere, end de samlede faktiske omkostninger, når nye tekniske løsninger skal implementeres. Da alle anlæggene er forskellige, vil udstyr ofte skulle tilpasses hvert enkelt anlæg, selvom det har været afprøvet på andre anlæg. I boksen herunder gives nogle eksempler på omkostninger til forskellige typer udstyr, som kan give et indtryk af størrelsesordener på trods af, at de samlede udviklingsomkostninger ofte vil være højere end omkostningerne til selve udstyret.

#### **Sedimentationstanke**

Hvis biopulpen i et anlæg med en fuldt udnyttet kapacitet på 40.000 ton/år skal have et døgnsopholdstid, vil der være behov for sedimentationstanke med en samlet kapacitet på ca. 200 m<sup>3</sup>. Erfaringstal fra andre typer tanke indikerer, at 1 mio. kr. er et konservativt estimat for en tank på 200 m<sup>3</sup>.

#### **Hydrocyklon**

En leverandør anslår at investeringer i hydrocykloner næppe vil overstige 500.000 kr., når der er tale om kapaciteter på op til 30 ton i timen og urenheder på op til en centimeter.

#### **Rejektseparator**

Cellwood, som producerer rejektseparatorer, oplyser, at selve separatoren koster 1-1,5 mio. kr. for kapaciteter på mellem 10-20 tons i timen.

I forhold til reduktion af tab af biopulp til rejektet, kan der som nævnt både være øgede investeringsomkostninger til udstyr og en økonomisk gevinst, fordi omkostninger til forbrænding af rejekt reduceres, og der bliver mere biopulp at sælge. Hvis man går ud fra en salgspris på biopulp på 100 kr./ton og en forbrændingsudgift på 450 kr. ton, vil den øgede indtjening fra salg af biopulp og besparelsen på forbrænding samlet set give en gevinst på 550 kr. ton, som tabet kan reduceres.

Hvor meget det kan betale sig at investere for at undgå tab af organisk affald til rejektet, vil naturligvis afhænge af, hvor stort et tab af organisk materiale anlægget har i rejektet. Der er beregnet på to eksempler, baseret på interviews med forbehandlingsanlæggene. Det er forudsat, at mængden af organisk affald i rejektet kan reduceres med 50% ved investering i yderligere udstyr, og beregningen viser, hvor meget dette udstyr kan koste, hvis behandlingsprisen ikke må stige (break even). Forudsætninger og resultaterne ses i TABEL 6.7.

**TABEL 6.7:** Beregning af break even ved investeringer i at reducere tab af organisk affald til rejekt

	Anlæg 1	Anlæg 2
Forbehandlet mængde ton/år	35.000	100.000
Andel rejekt %	13,5	13,5
Andel organisk affald i rejekt %	4	35
Anvendt realrente	4%	4%
Forventet levetid af anlægget	10 år	10 år
Årlig gevinst kr.	52.000	1.299.000
Investering ved break even kr.	422.000	10.539.000

Som det ses af **TABEL 6.7**, er den årlige gevinst ved at reducere rejehtmængden til det halve 52.000 kr. for anlæg 1, der har en lav andel af organisk materiale i rejektet, hvorimod gevinsten er 1.299.000 kr. for anlæg 2, der dels behandler større mængder end anlæg 1, og dels har en større andel organisk materiale i rejektet. Det betyder, at under de givne forudsætninger kan Anlæg 2 investere op til 10,5 mio. kr. i teknologier til at reducere tab af organisk materiale til rejektet og få dækket udgifterne til investeringen ved gevinsten ved at reducere tabet, hvorimod anlæg 1 kun kan investere omkring 400.000 kr.

### Behandlingspriser og salgspriser

Anlæggenes behandlingspriser og priserne på slutproduktet giver et overordnet indtryk af økonomien i forbehandlingsprocessen. Priserne er markedspriser, der påvirkes af udbud og efterspørgsel, og er derfor ikke et direkte udtryk for udgifter forbundet med processen. Blandt respondenterne er der varierende forventninger til prisudviklingen, set i lyset af de nye renhedskrav og forventningen om fremtidige større mængder af organisk affald. Nogle forbehandlingsanlæg har indgået langtidskontrakter om afsætning af biopulp til biogasanlæg, hvilket kan give en mere stabil og forudsigelig økonomi. Der ses i øvrigt en tendens til øget og tættere samarbejde mellem forbehandlingsanlæggene og biogasanlæggene.

Flere af respondenterne peger på, at renheden af den kildesorterede organisk affald, de modtager fra kommunerne, har stor betydning for omkostningerne gennem værdikæden. Hvis der er en stor andel af fejlsorterede emner i affaldet, kan det påvirke anlæggets kapacitet og økonomi i form af tab af organisk materiale og øgede udgifter til bortskaffelse af rejekt. Derfor kan kommunernes indsats for at motivere borgerne til at sortere have stor indflydelse på genanvendelsen af organisk affald.

Behandlingsprisen (gate-fees) varierer dels over tid og afhænger af konkurrencesituationen samt kvaliteten af det organiske affald, der modtages. Nogle anlæg tager et højere gate-fee, når affaldet indeholder en stor andel urenheder. Som det ses i TABEL 6.8 kommer størstedelen af forbehandlingsanlæggenes indtjening fra gate-fee, hvorimod prisen på biopulpen er noget lavere og varierer meget. Desuden fremgår det, at prisen på bortskaffelse af rejekt er forholdsvis høj. Afsætning til forbrænding koster typisk mellem 350-500 kr. pr. ton. Derfor kan der være en stor gevinst ved at reducere mængden af organisk materiale i rejektet og dermed spare på udgifterne til at bortskaffe det, f.eks. til forbrænding.

**TABEL 6.8:** Behandlingspriser (Gate fee) for organisk affald og salgspriser for biopulp samt udgifter til bortskaffelse af rejekt

Forbehandlingsanlæg	Gate fee kr./ton <sup>1</sup>	Pris slutprodukt kr./ton	Udgift rejekt kr./ton <sup>4</sup>
A	200-500		110-114
B	250-300		
C	250-300	0-180 (gennemsnit 100)	
D	250		0-150
E <sup>2</sup>	400		450
F <sup>3</sup>	200-500		100

1: Data fra interviews fra projekt om organisk affald fra servicesektoren

2: Er både forbehandler og slutbehandler

3: Afhenter og afsætter organisk affald

4: Kun oplyst fra en respondent – men generelt vil udgiften være mindst gate fee til forbrænding



## 6.3 Behandling

Det organiske affald leveres i dag til forskellige biogasselskaber og –anlæg. Gyllebaserede biogasanlæg modtager typisk forbehandlet organisk affald (biopulp). Der er enkelte anlæg, der modtager organisk affald, der har deres eget forbehandlingsanlæg til kildesorteret organisk dagrenovation f.eks. Lemvig Biogas. I TABEL 6.9 ses nogle af de anlæg, der i dag modtager enten forbehandlet eller ubehandlet organisk affald.

**TABEL 6.9:** Biogasselskaber og anlæg, der modtager organisk affald

Virksomhed	Antal anlæg	Andel biopulp %	Affaldstype
Bigadan	8	3,5	Biopulp
Linko Gas	1	5	Biopulp
NGF	6	-	Biopulp
Hashøj biogas	1	18	Biopulp
Lemvig biogas	1	-	Ubehandlet
Billund Biorefinery	1	10	Ubehandlet
Biovækst	1	-	Ubehandlet

Lemvig Biogas, Billund og Biovækst har egne forbehandlingsteknikker til det organiske affald, som en del af deres biogasanlæg. Biovækst slutprodukt er kompost i modsætning til de øvrige biogasanlæg, hvor slutproduktet er afgasset biomasse.

Et anlæg vurderer, at prisen på biopulp ligger mellem 75-115 kr./ton, hvilket ligger inden for den ramme, som forbehandlingsanlæggene angiver. Det er endvidere blevet nævnt, at kommuner ofte har urealistiske forventninger til prisen på biopulp. Hvis prisen bliver for høj, vil det være muligt for biogasanlæggene at importere alternative affaldsfraktioner, hvilket ikke er nyt for biogasanlæggene<sup>42</sup>. Dette kan muligvis føre til afsætningsproblemer for biopulp.

### Afsætning til økologer

Flere af biogasanlæggene har fokus på at levere afgasset biomasse til økologer, og nogle af anlæggene gør det allerede, se afsnit 8.4. Nogle af anlæggene oplever, at økologiske landmænd kontakter dem for at høre om mulighederne for at få afgasset biomasse, men generelt er indtrykket, at interessen fra økologerne mangler. De skærpede tungmetalkrav til økologisk gødning er ikke et problem at overholde. Til gengæld nævner nogle af anlæggene, at restriktionerne og den danske fortolkning af hvilke organiske affaldsfraktioner, som økologerne må anvende, er udfordrende og kan gøre det vanskeligt at levere til økologerne

### Kapacitet nu og i fremtiden

De adspurgte anlæg vurderer, at der er nok kapacitet til at modtage organisk affald også i fremtiden. De fleste anlæg forventer, at kapaciteten bliver udbygget i nær fremtid, ligesom de forventer, at mængden af organisk affald vil stige. Følgende barrierer for fremtidig tilstrækkelig behandlingskapacitet og modtagelse af organisk affald nævnes:

- Kvalitet og renhed
- Ny biogasordning for nye anlæg, der forventes at træde i kraft i 2020, som følge af, at energiaftalen udfaser den nuværende støtteordning i 2020.
- Krav om hygiejnisering af organisk affald
- Høje priser på biopulp

<sup>42</sup> <https://www.ressourcegenanvendelse.dk/Nyheder.11097/HedeDanmark-%E2%80%93-nu-ogs%C3%A5-med-import-af-animalske-produkter-til-biogas.727.aspx>

## Kvalitet og renhed

Alle biogasanlæg pointerer vigtigheden af, at den modtagne biopulp ikke indeholder fysiske urenheder, og der er særlig fokus på plasturenheder. Et anlæg stiller krav om, at biopulpen skal leve op til grænseværdier på det halve af grænseværdierne i Affald til jord bekendtgørelsen, og et andet anlæg stiller krav om, at pulpen skal være helt ren, selvom der er en erkendelse af, at biopulpen aldrig kan blive 100% ren. De strammere krav til renhed fra biogasanlæggene presser forbehandlingsanlæggene til at udvikle bedre og bedre teknologier.

I Sverige stilles der ligesom i Danmark krav til indhold af fysiske urenheder, men hvor der i Danmark prøvetages på biopulpen før levering til biogasanlægget, så man ikke risikerer at man fortynder en forurening, er det i Sverige den afgassede biomasse, der prøvetages. Derfor er det mere almindeligt i Sverige, at biogasanlæggene har renseteknologier, som en del af biogasanlægget, f.eks. cykloner. I England findes også eksempler på biogasanlæg, der renser den afgassede biomasse for urenheder. Der er et enkelt anlæg i Danmark, som har etableret en hydrocyklon. I TABEL 6.10 gives nogle eksempler på renseteknologier anvendt på biogasanlæg.

**TABEL 6.10:** Renseteknologier, der kan anvendes på biogasanlæg

Teknologi	Beskrivelse	Bemærkninger
Doncaster	Hydrocyklon, der renser den afgassede biopulp med varm væske.	Teknologien anvendes bl.a. i England og på et dansk biogasanlæg.
Huber sludgecleaner stainpress	Renseteknologi, der fjerner plaststykkerne fra digistatet. Digistatet bliver presset igennem en sigte med huller, som standard er 5 mm, men der foretages eksperimenter med 3 mm. Med denne teknologi bruges der ikke ekstra vand rensningsprocessen <sup>1 2</sup> .	Denne teknologi bliver bl.a. anvendt i Tyskland.
Filter	Filtrene bruges til at rense slammet for urenheder. Filtrene reducerer brugen af vand og reducerer mængden af skader og vedligeholdelse på de øvrige maskiner. Filtrene er med huller på 3 mm <sup>3</sup> .	Teknologien anvendes i blandt andet Skotland.
Cykloner	Renseteknologi, der bruges på den afgassede biopulp.	Anvendes bl.a. på biogasanlæg i Sverige. . En af respondenterne mener dog, at de svenske cykloner er dyre og ikke særlig effektive .

<sup>1</sup>Huber Technology (n.d.) *Digestate Plastics Removal on an AD site Wiltshire*. Besøgt den 05-12-2018.

Tilgængelig:

<https://www.huber.de/huber-report/ablage-berichte/sludge-treatment/digestate-plastics-removal-on-an-ad-site-in-wiltshire.html>

<sup>2</sup>ADBA (n.d.) *Case study: Huber – Removal of plastics*. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:

<http://adbioresources.org/library/case-studies/case-study-huber-removal-of-plastics/>

<sup>3</sup>ENVIROPRO (2016) *Working to reduce plastic contamination in AD digestate*. 22. Juli 2016. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:

<https://www.enviropro.co.uk/entry/133695/MSE-Hiller/Working-to-reduce-plastic-contamination-in-AD-digestate/>

<sup>4</sup>Energimyndigheten (2017) *Fler substrat kan bli biogas med nya rötningstekniker*. 03-06-2017. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:

<http://www.energimyndigheten.se/effekter-av-vara-satsningar/fluor-substrat-kan-bli-biogas-med-nya-rotningstekniker/>

Nogle af biogasanlæggene tester selv biopulpen for fysiske urenheder, for at kontrollere, at deres krav til renhed overholdes. Biopulpen testes både visuelt ved modtagelse og ved løbende sigteprøver. Følgende udsagn ift. renhed af biopulpen blev noteret i forbindelse med interviewundersøgelsen:

- Renheden på biopulpen vil være en konkurrenceparameter fremover
- Uheldigt, hvis der investeres i for mange små (kommunale) forbehandlingsanlæg. Små anlæg vil ofte ikke kunne levere høj kvalitet. Kommunerne bør derfor samle deres mængder af kildesorteret organisk affald i større anlæg

### **Ny biogasordning**

Den stigende udbygning af biogasanlæg er bl.a. tilskyndet af udsigten til en ny biogasordning i 2020, som vil forringe tilskudsordningerne for biogasanlæggene. Energiaftalen af 29. juni 2018 betyder f.eks., at der lukkes for tilgang af nye anlæg i 2020. I stedet afsættes midler til en ny ordning til biogas til opgradering, transport og proces, der udmøntes i perioden 2021-2023. Der ændres dermed på vilkårene, hvilket flere biogasanlæg vurderer kan bremse udbygningen af biogaskapaciteten.

### **Krav om hygiejnisering af organisk affald**

Der er krav til, at organisk affald skal hygiejniseres. Selvom mange anlæg har en hygiejniseringsenhed, blev dette krav nævnt i interviewundersøgelsen som en mulig barriere for, at biogasanlæg, der endnu ikke har en hygiejniseringsenhed, begynder at modtage organisk affald.

## **6.4 Opsamling**

Der er en række forhold gennem værdikæden, der har betydning for kvaliteten af det slutprodukt, der i sidste ende udspredes på landbrugsjorden.

I forbindelse med indsamling er der flere respondenter, der peger på, at det har betydning for kvaliteten af biopulpen, at det indsamlede affald er kildesorteret og har en høj kvalitet, dvs. lavt indhold af fx fejlsorteringer, og de udtrykker ønske om, at kommunerne gør en vedvarende indsats for at motivere borgerne til at sortere godt.

Med hensyn til de poser, som det organiske affald indsamles i, vil de fleste forbehandlingsanlæg helst undgå poser af bioplast, fordi de skaber forskellige problemer i processen, samt forhindrer en fremtidig genanvendelse af almindelig plast i rejktet. Nogle biogasanlæg vil helst undgå papirposer, fordi de øger viskositeten af biopulpen.

Forbehandlingsanlæggene skiller det organiske affald fra eventuelle indsamlingsposer af plastik og andre urenheder. Et forbehandlingsanlæg benytter typisk en teknologi, der har til formål at neddele det organiske affald, samt en eller flere teknologier, der har til formål at separere urenheder fra det organiske materiale, evt. både før og efter neddelingen. Forbehandlingsanlæggene er primært af typen hammermølle eller pulper, og de mest anvendte renseteknologier på danske forbehandlingsanlæg er sold/sigter/riste, cykloner og separatorer i kombination med forskellige pulpningsteknologier (skære- og neddelingsteknikker). Der anvendes således en bred vifte af teknologier, og de forskellige anlæg opererer i forskellige sammenhænge, og modtager forskellige sammensætning af affald. Der er formentlig stadig udviklingspotentiale for alle anlægstyperne. Diversiteten i anvendte teknologier kan ses som en fordel, fordi flere forskellige teknologier bliver afprøvet og optimeret.

Det er ikke muligt at vurdere, hvorvidt nogle teknologier til hhv. pulpning og rensning er bedre end andre, da forbehandlingsanlæggene udvikler sig løbende, og flere har igangværende udviklingsprojekter. Desuden er det indtrykket, at det i høj grad er et spørgsmål om at have erfaring med driften af anlægget, kombinationen af inputmaterialerne og viden om, hvordan for-

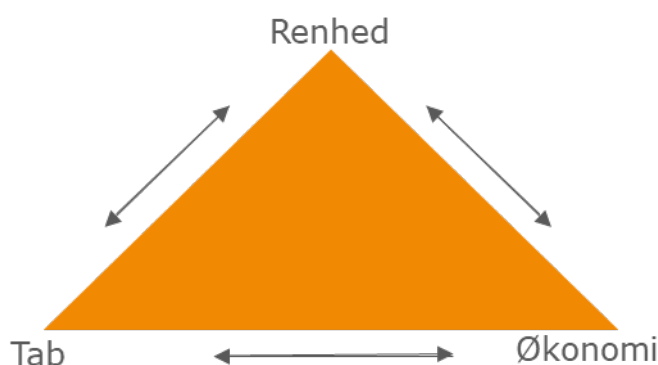
skellige typer emballage skal behandles. Som det fremgår af afsnit 6.2 ligger forbehandlingsanlæggenes oplysninger om rejehtmængder mellem 5-22 %, afhængig af mængden af urenheder eller emballage i affaldet, og andelen af organisk materiale i rejektet varierer mellem 4-40 %, afhængig af inputmaterialet.

Forbehandlingsanlæggene er enige om, at der vil være tilstrækkelig forbehandlingskapacitet til de større mængder organisk affald, der forventes i fremtiden, og flere har planer om at udvide kapaciteten, når det bliver aktuelt.

De danske forbehandlingsanlæg vurderer, at de i øjeblikket er førende i forhold til udenlandske anlæg, og at der kan være interessante eksportmuligheder på området.

Alle de interviewede forbehandlingsanlæg oplyser, at de overholder *Affald til jord-bekendtgørelsens* krav for fysiske urenheder, og i flere tilfælde ligger værdierne langt under grænseværdierne. Enkelte biogasanlæg stiller skrapere krav til biopulpen end bekendtgørelsen.

Der er et spændingsfelt mellem renhed af biopulpen, økonomi og tab, hvor ændringer ved en faktor vil påvirke de to andre.



**FIGUR 6.12:** Sammenhæng mellem økonomi, renhed og tab af organisk affald

Øget renhed vil i princippet give anledning til større tab, fordi man uundgåeligt kommer til at sortere noget af det organiske affald fra, hvis man skal være helt sikker på at undgå urenheder. Hvis tab af materiale skal reduceres, eller renhed skal øges, kan det kræve investeringer i anlæg til ekstra separation, hvilket vil betyde øgede anlægsudgifter. Hvis tabet kan reduceres tilstrækkeligt, kan det dog være, at investeringerne kan dækkes af øget indtjening ved salg af større mængder biopulp og reducerede udgifter til forbrænding af rejekt.

Der er en forventning blandt anlæggene om, at renhed i fremtiden vil blive en konkurrenceparameter og vil få indflydelse på prisen på biopulp. På nuværende tidspunkt er det dog primært biogaspotentialet, der bestemmer prisen på biopulp.

Forbehandlingsanlæggene tager et gate fee på 200-400 kr./ton og afsætter biopulpen til 75-180 kr./ton. Der meldes om svingende priser, og et enkelt anlæg har indgået en langsigtet aftale med aftagerne om afsætning, hvor også renhed har indflydelse på prisen.

De interviewede anlæg fokuserer generelt på kontrol med den kvalitet, der modtages. Flere anlæg kræver lavere indhold af fysiske urenheder end grænseværdierne i *Affald til jord-bekendtgørelsen*, og der er ikke generelt fokus på at indføre renseteknologier på biogasanlæggene, og heller ikke umiddelbart kendskab til nye renseteknologier fra udlandet. Der er dog et enkelt anlæg, der arbejder med en renseteknologi, der også er anvendt på enkelte anlæg i England.

Flere af biogasanlæggene har fokus på at levere afgasset biomasse til økologer, og nogle af anlæggene gør det allerede. Endvidere er eksisterende biogasanlæg ved at udvide med en øko-linje, og der er nye biogasanlæg på vej, der er dedikeret til økologer.

De adspurgte biogasanlæg vurderer, at der er kapacitet nok til at modtage organisk affald også til fremtidige mængder. De fleste anlæg forventer, at kapaciteten bliver udbygget i nær fremtid, ligesom de forventer, at mængden af organisk affald vil stige. Følgende barrierer for fremtidig tilstrækkelig behandlingskapacitet og modtagelse af organisk affald nævnes:

- Kvalitet og renhed
- Ny biogasordning, som træder i kraft
- Krav om hygiejnisering af organisk affald
- Høje priser på biopulp

# 7. Muligheder for at mindske tab

Der er flere steder i værdikæden for organisk affald til genanvendelse, hvor tab af organisk affald kan finde sted. Tab kan opstå af mange årsager og vil typisk ske som følge af f.eks. manglende kvalitet i kildesorteringen, adskillelse af de organiske fraktioner, manglende information, utidssvarende indsamlingsudstyr, ineffektive teknologier, logistikproblemer og lange transportafstande mv.

I det følgende gennemgås de enkelte led i værdikæden i forhold til, hvor der kan opstå mulige tab samt en vurdering af tabenes størrelser. Gennemgangen er foretaget på baggrund af eksisterende litteratur og interviews med branchens aktører.

## 7.1.1 Tab hos husholdningerne

Der sker en del tab af det organiske affald hos husholdningerne, hvilket kan skyldes flere forskellige ting, som f.eks. manglende viden, usikkerhed om hvilke fraktioner der må udsorteres til genanvendelse mv.

I Miljøstyrelsens rapporter om hhv. etageboliger 2014<sup>43</sup> og enfamilieboliger 2012<sup>44</sup> fremgår det, at potentialet for organisk affald er 208 kg/hush/år for etageboliger og 215 kg/hush/år for enfamilieboliger. Undersøgelser har vist, at det ikke er hele potentialet af det organiske affald, som udsorteres til genanvendelse hos husholdningerne. Den del af potentialet, der ikke udsorteres til genanvendelse, havner i restaffald.

Kildesorteringseffektiviteter for husholdningerne er blevet undersøgt i flere forskellige rapporter, som kommer frem med forskellige resultater, hvoraf nogle er præsenteret i nedenstående tabel TABEL 7.1.

**TABEL 7.1:** Undersøgelser af sorteringseffektiviteter og tab for boligtyper

Kilde	Etageboliger Sorteringseffektivitet %	Enfamilieboliger Sorteringseffektivitet %	Alle boligtyper Sorteringseffektivitet gennemsnit %	Tab
Kortlægning af sammensætningen af dagrenovation og kildesorteret organisk affald fra husholdninger <sup>45</sup>	-	-	32	68
På vej mod øget genanvendelse af husholdningsaffald, Miljøstyrelsen <sup>46</sup>	40-45	55-60	-	55-60 etager 40-45 enfamilie
DAKOFA præsentation <sup>47</sup>	-	-	50-75	25-50

<sup>43</sup> Kortlægning af dagrenovation i Danmark – med fokus på etageboliger og madspild, 2014

<sup>44</sup> Kortlægning af dagrenovation i enfamilieboliger, Miljøprojekt nr. 1414, 2012

<sup>45</sup> Kortlægning af sammensætningen af dagrenovation og kildesorteret organisk affald fra husholdninger

<sup>46</sup> PÅ VEJ – MOD ØGET GENANVENDELSE AF HUSHOLDNINGSAFFALD, Miljøstyrelsen

<sup>47</sup> Karen Lübber, formand for DAKOFA's Kommunenetværk præsentation DAKOFA konference den 28. august 2018

Som det ses af TABEL 7.1 giver undersøgelser af sorteringseffektiviteter hos husholdningerne ofte forskellige resultater, hvilket kan skyldes, at der er store variationer fra kommune til kommune (sorteringsvejledninger, oplysning, definition af organisk affald mv.) og fra boligtype til boligtype (etager, en-familie, rækkehus, sommerhus mv.). Herudover, er der endvidere forskelle på, hvordan de enkelte borgere sorterer.

Der er dog generel enighed om, at tabet af organisk affald vurderes til at være større i etageboliger end i en-familieboliger, og at den gennemsnitlige sorteringseffektivitet er i størrelsesordenen 40-70 %.

Det betyder, at der er et tab af organisk affald fra husholdningerne i størrelsesordenen 30-60 %. Der er med andre ord noget at hente, hvilket ofte vil kræve en aktiv indsats fra kommunerne ift. øget oplysning, kampagner mv. Ligeledes kan sorteringsvejledninger og indsamlingsmateriel, som gør det let for husholdningerne at kildesortere, hyppige tømningfrekvenser mv. være motiverende. Dette er nærmere beskrevet i Miljøstyrelsens projekt om sorteringskriterier.

### **7.1.2 Tab ved indsamling og omlastning**

Når det organiske affald bliver indsamlet, kan der også være et tab. En af respondenterne i interviewundersøgelsen nævnte, at der kunne ske et tab i form af væske ved indsamlingen og omlastningen af det indsamlede organiske affald. Det organiske affald bliver typisk tømt hvert 14. dag. I løbet af denne tid, og specielt om sommeren, bliver en del af affaldet omdannet til væske. Hvis det organiske affald indsamles i biler, der ikke er væsketætte, kan væsken løbe ud af bilerne og bliver dermed tabt. Ligeledes, kan væske blive tabt ved omlastestationer, hvis der ikke benyttes en væsketæt-omlasteplads<sup>48</sup>. Tabet af organisk materiale gennem væske vurderes dog som at være relativt lille i forhold til tabet andre steder i værdikæden f.eks. husholdningerne.

### **7.1.3 Tab ved forbehandlingsanlæg**

Ved forbehandling af det indsamlede organiske affald frasorteres plastposer, emballager, fejl-sorteringer og andre urenheder (rejkt). I forbindelse med frasortering af rejkt sker et tab af organisk materiale, som klæber sig til rejktet. I en ikke publiceret undersøgelse vurderes det, at tabet gennemsnitligt er på 15 %<sup>49</sup>.

Ifølge de interviewede forbehandlingsanlæg varierer deres rejktmængde i forhold til kvaliteten og emballagemængden af deres inputmateriale, og de nævner følgende rejktmængder på 5-22 %, 10 % og 10-20 %, hvilket giver en median på 10%. Med hensyn til forbehandlingsanlæggenes vurdering af tabet af organisk materiale i rejktet varierer dette ligeledes meget i forhold til inputmaterialerne. Hvis anlæggene primært forbehandler kildesorteret organisk dagrenovation, vil tabet af organisk materiale ofte være lavt ca. 4-5 %, hvorimod behandling af primært emballerede fødevarer vil give et større tab af organisk materiale på op til 30-40 %. Indsamling af madaffald i plastposer giver større tab af organisk materiale end papirposer, da organisk materiale klæber til plastposerne, som frasorteres som rejkt. Papirposen bliver derimod til en del af biopulpen. Forbehandlingsanlæggenes fortæller også, at visse affaldstyper, som f.eks. kartofler, appelsiner og gulerodsskræller oftere frasorteres med rejkten end andre typer madaffald.

Komprimering af affaldet under indsamling betyder ikke noget for den efterfølgende forbehandling, og anlæggene vurderer, at komprimering ikke øger tabet af organisk materiale i rejktet.

---

<sup>48</sup> Interview med forbehandlingsanlæg

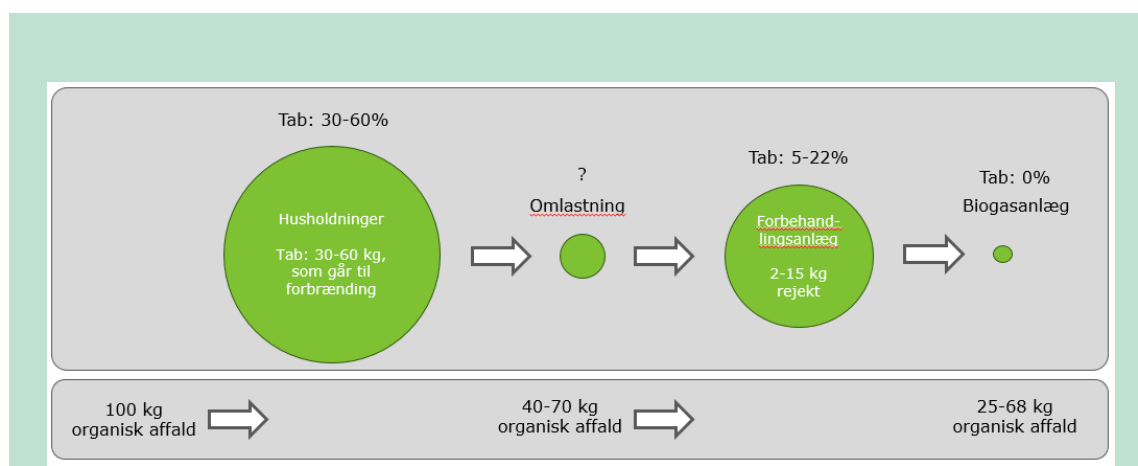
<sup>49</sup> Tab ved genanvendelse (COWI, endnu ikke publiceret rapport)

### 7.1.4 Tab hos biogasanlæg

Biogasanlæggene vurderer, at der ikke finder tab af organisk materiale sted i processen. Omdannelsen til biogas vil reducere mængden af kulstof i det organiske materiale, men næringsstofferne bliver i den afgassede biomasse og genanvendes. Man kan dog forestille sig, at der kan finde et lille tab af organisk materiale sted hos biogasanlæg, der renser for fysiske urenheder (plaststykker) på den afgassede biomasse f.eks. ved hjælp af en hydrocyklon. Interviewundersøgelsen har peget på et biogasanlæg med hydrocyklon i Danmark.

## 7.2 Opsamling

De største tab af organisk affald sker hos husholdningerne pga. lille udsorteringseffektivitet og på forbehandlingsanlæggene, da der klæber organisk materiale til rejektet. På FIGUR 7.1 ses en visuel præsentation af tabet gennem værdikæden. Boblerne symboliserer værdikædens aktiviteter, og jo større boblerne er, jo større tab sker der.



FIGUR 7.1: Tab af organisk materiale i værdikæden

Som det fremgår af FIGUR 7.1, så findes det største potentialer for at mindske tabet af organisk affald hos husholdningerne, og det vurderes, at hvis sorteringseffektiviteten skal øges og tabet mindskes, spiller kommunerne en central rolle i form af kommunikation, vejledninger, indsamlingsmateriel til hjemmet, tømningfrekvenser mv.

Det næststørste potentiale findes hos forbehandlingsanlæggene, da en del organisk materiale klæber til rejektet. Anlæggene har stor fokus på at mindske tabet af organisk materiale til rejektet. Et anlæg har udviklet et vaskeanlæg til plastrejektet, hvor det organiske materiale vaskes af platen og tilbageføres til anlægget. Derved reduceres tabet af organisk materiale væsentligt.



# 8. Fremme af kildesorteret organisk dagrenovation til økologiske landmænd

Formålet med denne del af opgaven er at finde de forbehold, der måtte begrænse de økologiske landmænds mulighed og vilje til at modtage gødninger med indhold af kildesorteret organisk dagrenovation (KOD).

Der sker en stor udvikling inden for økologien, hvor der er stor interesse for at lægge om. Det gælder bedrifter af alle størrelser, og som noget nyt ser rådgivningscentrene forholdsvis mange større konventionelle planteavlere, der søger information og ønsker omlægningstjek. Det skyldes dels prisspændet mellem konventionelt og økologisk korn, dels en mere bred tro på, at økologien er kommet for at blive og ikke mindst, at den økologiske planteavl på baggrund af ny teknologi har udviklet sig meget. Den store interesse og reelle omlægning øger efterspørgslen på de organiske gødninger, som økologerne må bruge. Øget produktion kræver tilstrækkelige næringsstoffer, og her er der et fordelingsproblem for især de økologiske planteavlere på Sjælland, men også på Fyn og i Østjylland, hvor husdyrtætheden er lav.

Uden egen husdyrproduktion, er den økologiske planteavler i dag afhængig af konventionel gylle og hermed nærheden til konventionelle husdyrproducenter for at kunne opnå et tilfredsstillende økonomisk resultat og fastholde jordens frugtbarhed. Der findes enkelte alternativer, men de anvendes på grund af prisen kun til specialafgrøder.

Det er vigtigt for økologien, at der er fokus på, og mulighed for en bæredygtig udvikling. Her er recirkulering og en frugtbar jord vigtige parametre. I økologiforordningens artikel 6 litra c står at: "Affald og biprodukter af vegetabilsk og animalsk oprindelse skal genanvendes som input i planteproduktion og animalsk produktion". Ifølge FN's verdensmål nr. **12.5** skal affaldsmængden inden 2030 reduceres væsentligt gennem forebyggelse, reduktion, genvinding og genbrug.

Økologien skal samtidig være en del af FN verdensmål **2.4**, der inden 2030 vil sikre bæredygtige fødevarerproduktionssystemer og implementering af modstandsdygtige landbrugspraksisser, som øger produktivitet og produktion, medvirker til at bevare økosystemer, styrker kapaciteten for tilpasning til klimaforandringer, ekstreme vejrforhold, tørke, oversvømmelser mv. og som fremskynder forbedring af land og jordkvalitet.

## 8.1 De økologiske landmænds bekymringer med hensyn til brug af kildesorteret organisk dagrenovation

Der er indhentet oplysninger fra en række økologiske landmænd og økologikonsulenter samt gennem deltagelse i tre planteavls ERFA-gruppemøde på Sjælland:

- ERFA gruppe i Nordsjælland
- ERFA gruppe på Midtsjælland
- ERFA gruppe på Sydsjælland.

ERFA grupperne består hovedsagelig af økologer med større bedrifter og erfarne økologer. Oplysningerne er især indhentet ved deltagelse i et ERFA-møde hos hver gruppe, hvor anvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation var en del af dagsorden.

Konsulenter fra Økologisk VKST:

Anvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation er drøftet på flere konsulentmøder, hvorfra oplysninger er indhentet.

Herudover er der taget telefonisk kontakt til Økologikonsulenter fra følgende andre foreninger:

- Agrovi - Sjælland
- Østdansk Landboforening – Sjælland
- Centrovic – Fyn
- LandboSyd – Sønderjylland
- Vestjysk – Vestjylland
- LMO - Østjylland
- AgriNord – Nordjylland

Der er spurgt til landmændenes og konsulenternes holdning til anvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation, men da det organiske affald kun udgør en del af det færdige gødningsprodukt, som de økologiske landmænd modtager på deres marker, forholder svarene sig til gødningsværdien af det færdige produkt.

På Sjælland og Fyn kan de økologiske landmænd ifølge de adspurgte konsulenter opdeles i to grupper. En mindre gruppe af idealistiske landmænd, hvor bedriften typisk har været omlagt i mange år og går i retning af det biodynamiske. Denne gruppe af landmænd ønsker som regel ikke input, der indeholder fremmede stoffer, og er ofte af den opfattelse, at recirkulering skal ske inden for bedriften, hvor gødningen kommer fra egne husdyr og kvælstoffikserende afgrøder. Denne gruppe er tilhængere af en udfasning af den konventionelle husdyrgødning.

Den anden og større gruppe, består bl.a af større nyligt omlagte planteavlere, der ikke ser problemer i at modtage kildesorteret organisk affald eller konventionel gødning. Direkte adspurgt har de ingen bekymringer eller forbehold mod indholdet af tungmetaller eller miljøfremmede stoffer, fordi de har tillid til den nuværende lovgivning. De ser sig selv som den del af recirkuleringen mellem by og land. Denne gruppe økologer ønsker ikke udfasning af konventionel husdyrgødning med mindre passende alternativer er sikret.

De økologiske landmænd har dog nogle bekymringer, som knytter sig til en usikkerhed om, at økologiens troværdighed og kundernes tillid mistes. Den almindelige kunde kender ikke økologireglerne til bunds, men udviser stor tillid til det røde Ø-mærke. Bekymringerne er bl.a.:

- Indholdet af plastik og andre fysiske urenheder samt for nogles vedkommende mikroplast ses som problematisk. De nye fastsatte grænseværdier for indholdet af fysiske urenheder i biopulpen opfattes positivt. Der er dog stadig en vis skepsis at spore i forhold til urenhedernes synlighed og ophobning i marken. Landmændene efterlyser dyrkningsforsøg med det slutprodukt, de skal modtage, som en væsentlig forudsætning for at anvende kildesorteret organisk affald.
- Der er lige nu fokus på mikroplast, der med stor sandsynlighed også kan findes i økologisk jord.
- Det er vigtigt for økologerne, at myndighederne reagerer hurtigt med grænseværdier og dokumentation ift. alle fremtidige problemstillinger omkring affald og affaldssortering, så tilliden kan bevares.
- Der er en bekymring i forhold til indholdet af kvælstof og dennes plantetilgængelighed. Der efterspørges en gødning med et troværdigt indhold, som ikke varierer fra levering til levering.
- Der udtrykkes ligeledes en bekymring med hensyn til logistik og de omkostninger, der er forbindelse hermed.

Landmændenes bekymringer bakkes op af de adspurgte konsulenter. Økologikonsulenterne fra de husdyrtætte områder har meget lidt at sige om anvendelsen af kildesorteret organisk dagrenovation, da de har tilstrækkelige næringsstoffer. Konsulenterne fra de husdyrfattige områder følger derimod udviklingen nøje med hensyn til opførelser af biogasanlæg og etableringer af økologiske linjer. Der er dog også her en del bekymringer i forhold til logistik og pris samt næringsstofsammensætning.

Endelig udtrykker mange, at det er svært at få overblik over situationen. Der bliver talt og skrevet meget om mulighederne for, at økologerne kan få gødning af organisk dagrenovation, men der mangler konkrete økologiske biogaslinjer. Kommunerne vil i stor udstrækning gerne afsætte til økologerne, men usikkerhed omkring f.eks. økonomien kan være en hindring. Nogle kommuner udbyder f.eks. kildesorteret organisk dagrenovation på længerevarende kontrakter, hvilket fastfryser bevægeligheden af næringsstofferne. Endvidere køres en del biopulp fra Sjælland til jyske husdyrgødningsbaserede biogasanlæg. De husdyrgødningsbaserede biogasanlæg modtager gerne biopulp pga. biogaspotentialet, men det betyder, at næringsstofferne ikke kommer de økologiske planteavlere på Fyn og Sjælland til gode.

## 8.2 Lovgivning

Anvendelse af kildesorteret organisk dagrenovation til økologiske landmænd er reguleret af følgende lovgivning, som dels er beskrevet i afsnit 5.1 og dels i dette kapitel:

- Økologiforordningen
- Affald til jord bekendtgørelsen
- Husdyrbekendtgørelsen
- Bekendtgørelse om jordbrugets anvendelse af gødning i planperioden 2018/2019
- Bekendtgørelse om anvendelse af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold.
- Evt. bekendtgørelse om økologisk arealtilskud.

De mange forskellige regelsæt virker ofte uoverskuelige for den enkelte landmand. En forenkling af regelsættet og en vejledning på tværs af de forskellige lovgivninger kunne være med til at mindske uklarheder og tvivl. De fleste landmænd giver udtryk for, at reglerne er svære at gennemskue og er ofte overladt til deres konsulenter med problemstillinger, som de ikke altid helt forstår. Det betyder, at den enkelte landmand kan meget nemt blive straffet for overtrædelser, han ikke selv er klar over han har begået.

### 8.2.1 Bekendtgørelse om økologisk arealtilskud.

Økologerne kan opnå et 5-årigt økologitilsagn på 870 kr. pr ha pr år. Betingelsen for tilsagnet er, at der maksimalt tildeles 100 kg udnyttet N pr. ha. Et 5-årigt tilsagn på yderligere 500 kr. pr. ha pr. år kan tildeles ved binding til max. at gøde 60 kg udnyttet N pr ha. Da det i de husdyrfattige områder ikke er muligt at skaffe større mængder gødning, vælger en stor del af de økologiske planteavlere at søge sidstnævnte tilskud til reduceret N. Hvis der alternativt var mere gødning at få, ville færre være interesseret.

Da tilsagnet er 5-årigt, kan det være en barriere for at anvende afgasset biomasse, hvis økologen ønsker at anvende mere end 60 kg udnyttet N pr ha. Kommer et udbud af afgasset biomasse i nærområdet i landmandens tilsagnsperiode og træder landmanden ud af tilsagnet, inden det udløber, skal det samlede beløb for alle udbetalinger fra tilsagnets begyndelse tilbagebetales. Det er p.t kun muligt at udtræde af tilsagnet uden tilbagebetalingskrav, hvis arealet bortforpagtes eller sælges. En lignende mulighed er begrundet i, at anvendelsen af afgasset biomasse, vil lette tilslutningen, hvis gødning kommer i udbud.

## 8.2.2 Landbrugets organisationer ønsker mere fokus på recirkulering

Landbrugets organisationer ønsker at fremme recirkulering af næringsstoffer fra by til økologiske marker, og de ønsker fortsat at reducere anvendelsen af ikke-økologisk husdyrgødning. Derfor fremgår det også af Vækstplan for dansk økologi, at det skal undersøges, om det er muligt at skabe en incitamentsstruktur, der kan understøtte økologierhvervets vision om at bruge flere recirkulerende næringsstoffer frem for konventionel husdyrgødning.

## 8.3 Kvalitet

### 8.3.1 Tungmetaller

Hovedparten af de adspurgte økologiske landmænd er ikke bekymrede over indholdet af tungmetaller i kildesorteret organisk dagrenovation. I de analyser, der er foretaget af kildesorteret organisk dagrenovation, ser det heller ikke ud til, at overholdelse af de skærpede tungmetalkrav i økologiforordningen er et problem.

Der er lavet forsøg i Tåstrup, hvor man har tildelt organisk husholdningsaffald og spildevandsslam i meget store mængder over en længere periode, for at afklare om dette vil medføre optagelse af bl.a. tungmetaller i havre og ærter og hermed skabe problemer for fødevarerens sikkerhed. Selv ved meget høje tildelinger, svarerende til 100 års tildeling med de ifølge lovgivningen tilladte gødningsmængder, er EU's grænseværdier<sup>50</sup> for indhold af tungmetaller i fødevarer ikke overskredet<sup>51</sup>. I en norsk undersøgelse fra 2009<sup>52</sup>, hvor tungmetaller og bl.a. 1400 medicinrester er risikovurderet i forhold til jordmiljø, grundvand, optagelse i planter samt dyr og mennesker, er der ikke fundet signifikant risiko

I relation til jordkvalitet kan tungmetallerne have en negativ indflydelse gennem nedsættelse af den mikrobielle omsætning af det organiske stof. Den vigtigste faktor for tungmetallernes tilgængelighed i jord er jordens pH, da pH påvirker både adsorption, kompleksdannelse og udfældning af tungtopløselige salte<sup>53</sup>.

Tungmetaller er naturligt forekommende i danske jorde. Analyseresultater fra 1992 viser, at danske jorder generelt ikke indeholder kritiske mængder af tungmetaller. Variationen af tungmetalinholdet er dog ganske stor, og i enkelte tilfælde er der målt værdier, som ligger over de anbefalede jordkvalitetskriterier. Dette gælder især for nikkel, cadmium og kviksølv. De høje nikkelkoncentrationer skyldes primært naturlige forekomster<sup>54</sup>.

### 8.3.2 Andre miljøfremmede stoffer

Ud over tungmetaller skal der ifølge Affald til jord bekendtgørelsen analyseres for miljøfremmede stoffer (LAS, PAH, NPE, DEHP og PCB7) jf. afsnit 5.1.1 og nedenstående FIGUR 8.1, der viser forekomsten og nedbrydeligheden af stofferne. Indholdet af de miljøfremmede stoffer i kildesorteret organisk dagrenovation overstiger ikke grænseværdierne i Affald til jord bekendtgørelsen. De miljøfremmede stoffer er ikke omfattet af økologiforordningen.

---

<sup>50</sup> Kommissionens forordning (EF) nr. 1881/2006 af 19. december 2006

<sup>51</sup> Long-term amendment of urban and animal wastes equivalent to more than 100 years of application had minimal effect on plant uptake of potentially toxic elements

<sup>52</sup> Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils - Opinion from the Panel on Contaminants in the Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2009

<sup>53</sup> Hvad betyder tungmetaller for jordkvaliteten?, 2005

<sup>54</sup> Tungmetaller i danske jorde, n.d.

	LAS	PAH	NPE	DEHP	PCB7
	Lineære alkybenzensulfonater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acenaphthen</li> <li>• Flouren</li> <li>• Phenanthren</li> <li>• Flouranthen</li> <li>• Pyren</li> <li>• Benzo(b+j+k)flouranthen</li> <li>• Benzo(a)pyren</li> <li>• Indeno(1,2,3-cd)pyren</li> <li>• Benzo(g,h,i)perylene</li> </ul>	nonyphenolethoxylater	diethylhexylphthalat	Polyklorede bifenyl
Forekomst i	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vaskemidler</li> <li>• vaske- og rengøringsprocesser</li> <li>• køle- og skæreprocesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• forbrændingsprocesser</li> <li>• trafik</li> <li>• vådvaskere til luftrensning</li> <li>• otlepsild</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rengørings- og vaskemidler</li> <li>• bilplejeprodukter</li> <li>• shampoos</li> <li>• maling</li> <li>• lakker</li> <li>• cremer</li> <li>• smøreljer</li> <li>• plast</li> <li>• isoleringskum</li> <li>• pesticider</li> </ul>	Indgår i bløddjort PVC	Fuger mellem facadeelementer af beton Dilatationsfuger mellem bygningselementer
Nedbrydelig	Under aerobe forhold	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte nedbrydning, hvor det enkelte stof kan udnyttes som energi- og kulstofkilde for mikroorganismerne.</li> <li>• Co-metabolisme, hvor et givet stof omdannes sekundært ved, at der sker en nedbrydning af et andet stof (primært substrat), der således vil fungere som energikilde for mikroorganismerne (Jensen)</li> </ul>	Både anaerobt og aerob.	aerob	Meget langsomt ved naturlige processer.

**FIGUR 8.1:** Oversigt over miljøfremmede stoffer<sup>55</sup>

Med undtagelse af PCB7 er de miljøfremmede stoffer nedbrydelige i jorden under aerobe eller anaerobe forhold eller nedbrydes direkte af jordens mikroorganismer. PCB7 bindes stærkt til jordkolloiderne og optages stort set ikke i planterne. Indholdet af PCB7 i jorden stammer fra både gødsning og fra atmosfærisk nedfald. Indholdet er generelt ikke særlig højt, og man regner ikke med, at det med de nuværende grænseværdier vil være et problem.

Økologerne bekymringer går mere på fremtiden. Vil ny viden bringe andre stoffer i spil og vil myndigheder og erhvervet reagerer hurtigt, så forbrugernes tillid ikke svækkes.

### Fysiske urenheder

Indhold af fysiske urenheder er reguleret i Affald til jord bekendtgørelsen jf. afsnit 5.1.1, hvor der både stilles vægtbaserede grænseværdier for fysiske urenheder og plasturenheder, samt et arealbaseret krav til plasturenheder alene.

For de økologiske landmænd er det vigtigt, at de fysiske urenheder, herunder plast, ikke kan ses på markerne.

Den meget talen om mikroplast vækker bekymring. I forbindelse med genanvendelse af organisk affald er der som udgangspunkt ikke mikroplast i det indsamlede madaffald, men det er der i plastposer og –emballager, som fjernes i en forbehandlingsproces. Der er endvidere skrappe krav til indholdet af plast-urenheder i biopulpen, som skal overholdes, før den leveres til et biogasanlæg.

Der er en rapport på vej fra RUC, (Mikroplast i jord (Anne Mette Palmqvist)), hvor man har undersøgt regnormes følsomhed overfor forskellige mængder mikroplast i jord. De foreløbige resultater tyder dog på, at regnormene ikke bliver påvirket af tilstedeværelsen af mikroplast, hverken med hensyn til tilvækst eller reproduktion.

<sup>55</sup> Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning nr. 43, 2003

### 8.3.3 Næringsstoffer

#### Kvælstof:

Indholdet af kvælstof (N) i KOD ligger omkring 2,3 % (TS). Biogasprocessen resulterer i en mineralisering af organisk bundet N til ammonium N, der er let tilgængeligt for planterne og derfor ønskværdigt.

Mængden af tørstof vil ved afgang i et gyllebaseret biogasanlæg reduceres med 1,5-5,5 procentpoint, svarende til, at ca. halvdelen af tørstoffet omdannes til biogas. Hvis processen foregår med nogenlunde konstant input over en længere periode, vil der opstå en ligevægt, hvor nedbrydning af organisk stof (Volatile solid – (VS)) vil medføre en netto-mineralisering til NH<sub>4</sub>-N. Da processen foregår i en lukket reaktor, uden væsentlige tab af ammoniak, vil det totale N, der tilføres, være nogenlunde lig med det totale N i outputtet, men andelen af NH<sub>4</sub>-N i forhold til total N vil øges<sup>56</sup>. Der findes desværre kun ganske få veldokumenterede undersøgelser af mineraliseringsgraden af organisk N til NH<sub>4</sub>-N under bioforgasning, relateret til input. Tal baseret på tyske biogasanlæg viser, at NH<sub>4</sub>-N andelen typisk vil være øget med mellem 10% og 33% enheder, men dette bygger på relativt få kilder, og biogas i Tyskland har bl.a. store mængder majs som input. Der er derfor behov for at få mere viden om, hvor stor en andel af det organiske N, der mineraliseres i biogasprocessen i forhold til sammensætning af input.

Hvis procesperioden af forskellige årsager afkortes, vil det reducere mineraliseringsgraden. Der kan her opstå modsatrettede interesser hos biogasanlægget og aftagerne.

De økologiske landmænd ønsker sig en gødning med et højt indhold af ammoniumkvælstof, der hurtigt kan optages af planterne. Risikoen for ammoniaktab øges dog samtidig, fordi den afgassede gylle med en større andel af ammoniumkvælstof har et højere pH. Hvis den afgassede biomasse samtidig er forholdsvis tørstoffrig, forsinkes den hastighed, hvormed gyllen infiltreres i jorden, og risikoen for ammoniaktab forstærkes yderligere. Et eventuelt højere ammoniaktab vil derfor reducere kvælstofudnyttelsen af den afgassede biomasse. Forsuring med svovlsyre inden udspreddning er en mulighed, de konventionelle landmænd bruger i stigende udstrækning. Men dette er ikke tilladt for økologer.

SEGES arbejder lige nu med forsuring med sukker<sup>57</sup>. Sukker fra melasse, sukkerroeffald m.v. kan "fodres" til de mælkesyrebakterierne, der naturligt er i gyllen. Forsuringen sænker muligvis ammoniaktabet med ca. 50 % og giver mere gas i biogasanlægget. Denne forsuring kan anvendes af økologer og af biogasanlæggene, der højest kan tage 10 % af gylle forsuret med svovlsyre af hensyn til selve anlægget. Projektet omhandler forsuring i stalden og sænkning af pH i den gylle, der leveres til biogasanlægget. Hvis metoden viser sig også at kunne anvendes til forsuring inden udspreddning, vil økologerne have endnu et værktøj til at opnå højere udbytter.

#### Fosfor

Fosfor er både et overskudsproblem i det naturlige miljø og et fremtidigt underskudsproblem i landbruget, da kilderne til naturligt fosfor svinder ind. Økologiske planteavlere har ofte et underskud i fosforbalancen. Det er endnu ikke et synligt problem, men det er kun et spørgsmål om tid. Det bliver derfor en nødvendighed for hele landbruget at recirkulere fosfor.

For kvælstof er der et loft på 170 kg totalkvælstof, og fosforloftet for affaldsprodukter er på 30 kg totalfosfor pr. ha. Ved et NP-forhold på ca. 5,7 (170/30) i et gødningsprodukt, kan begge lofter netop opfyldes. Ved et NP-forhold under 5,7 vil det blive fosfor, som begrænser den udbragte mængde, og kvælstofloftet kan ikke udnyttes. Da biogasygllen fra husdyrgødningsba-

<sup>56</sup> Udvikling af beregningsmodel til bestemmelse af gødningsværdi og fastsættelse af udnyttelsesprocent. Department and plant and environmental science, 2015

<sup>57</sup> Reduceret kvælstoffordampning ved hjælp af bioforsuring af gylle, 2015

rede anlæg har en stor andel af husdyrgødning, og alle typer husdyrgødning, undtagen kvæggylle fra bedrifter, der ikke anvender undtagelsen på 230 kg N, ligger over 30 kg P, bliver det NP forhold, som landmændene reelt støder på, lavere, og sandsynligheden for at de støder på kvælstofgrænsen før fosforloftet mindre.

### **Øvrige næringsstoffer**

De seneste offentliggjorte analyser af KOD og afgasset gylle indeholder ikke oplysninger om mikronæringsstoffer, men kun N, P og måske K. Det samme gør sig gældende for de analyser, økologiske landmænd udtager, som indeholder N, P, K og Mg. De øvrige makronæringsstoffer, som S og Ca samt mikronæringsstofferne analyseres der normalt først for, når et synligt underskud er observeret. F.eks. manganmangel i vårafgrøder ved højt reaktionstal i jorden.

Inden for de sidste par år er interessen for Albrecht analysen imidlertid vundet indpas. Analysen er udviklet i Skotland af Glenside Group. Analysen omfatter både makro- og mikronæringsstoffer samt humus. Analysen bestemmer jordens evne til at fastholde kationer. Hensigten med analysen er at kunne tilføre de rette mængder næringsstoffer for at forsyne og stimulere mikroorganismer i jorden og hermed få et afbalanceret indhold af plantetilgængelige næringsstoffer samt en mere humusrig jord. Økologerne bliver ofte bremset i den ønskede tildeeling af økologiforordningen. KOD vil kunne recirkulere en del af mikronæringsstofferne.

Et forsøg fra Brasilien viser, at cherrytomater, gødet med komposteret husholdningsaffald, optager flere mikronæringsstoffer og klare sig bedre end tomater, gødet med komposteret kvæggødning<sup>58</sup>.

I "Måling af tungmetaller i dansk dagrenovation og småt brændbart" miljøprojekt nr. 1085 fra 2006<sup>59</sup> udført af Miljøstyrelsen, er der foretaget analyser for alle mikronæringsstoffer/tungmetaller i henholdsvis vegetabilsk og animalsk madaffald. Analyserne viser varierende indhold i begge fraktioner, og sammensætningen supplerer hinanden godt. Her er et område, der med fordel kunne undersøges nærmere<sup>60</sup>.

### **Kulstof.**

Landbrugsjord har et stort potentiale for opbygning af kulstof som værende en del af løsningen på klimaproblemerne. En del økologiske landmænd er meget opmærksomme på problematikken. Specielt efter den meget tørre sommer 2018, der har fået mange til at tænke i humusholdig jord, der er mere robust overfor ekstremt vejrlig. De økologiske planteavlere eksporterer en del af deres kulstof ud af systemet. Ved bioforgasning bliver ca. halvdelen af tørstoffet i biomassen til biogas. Til gengæld består den resterende halvdel af mere tungt nedbrydelige kulstof og bidrager hermed til kulstofpuljen i jorden på længere sigt. Med hensyn til udbytter kan indholdet af organisk materiale i jorden kompenseres af handelsgødning. I økologien er dette ikke muligt, og opbygningen af kulstof i jorden er derfor ekstra vigtig<sup>61</sup>. Opbygningen er meget kompleks og afhængig af mange faktorer og fortjener flere undersøgelser.

---

<sup>58</sup> Composting of household organic waste and its effects on growth and mineral composition of cherry tomato, 2018

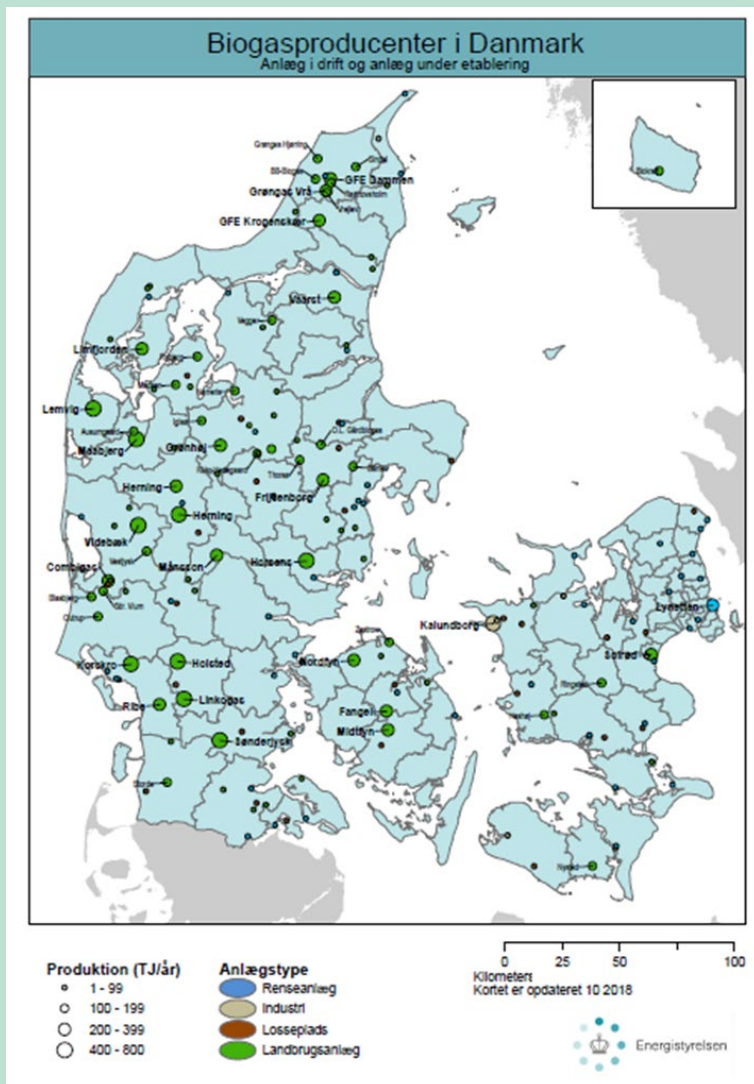
<sup>59</sup> Miljøprojekt 1085. Måling af tungmetaller i dansk dagrenovation og småt brændbart

<sup>60</sup> Måling af tungmetaller i dansk dagrenovation og små brændbart, 2006

<sup>61</sup> Betydning og værdisætning af kulstoflagring i forbindelse med tilførsel af organisk affald, 2013

## 8.4 Biogasanlæg og afgasset biomasse til økologer

Nedenstående er det nyeste kort over biogasanlæg i Danmark fra Energistyrelsen.



FIGUR 8.2: Kort over biogasanlæg i Danmark

Kortet viser koncentrationen af biogasanlæg i de husdyrtætte områder. Der mangler anlæg, især på Sjælland, hvis næringsstofferne fra KOD skal komme de økologiske planteavlere til gode.

De økologiske anlæg (det vil sige de anlæg, der har økologi-autorisation og afsætter afgasset gødning med økologiprocent - den andel af biomassen, der stammer fra input med økologisk status) er pt:

- Jesper Hansen, ved Slagelse
- Månsson ved Brande
- Jens Krogh ved Ølgod
- Martin Westergaard ved Aabenraa
- Sønderhøjgaard, Outrup v. Varde (under opførelse)
- Foulum (deltids)
- Bjarne Viller ved Bording (hvis det stadig kører økologisk)



Der er tale om gårdanlæg, der i høj grad bruger den afgassede biomasse selv. Der er derfor ikke mange erfaringer med brug af afgasset biomasse hos økologerne.

Der er desuden arbejde i gang med følgende nye projekter:

- Linkogas, Rødding
- Gasfabio, Ølstykke
- E.ON, GreenLab Skive
- Videbæk
- Sønderjysk Biogas
- Nature Energy Midtfyn
- Nature Energy Holbæk og Køng
- Per Bundgaard, Nørresundby
- Hobro
- Holstebro
- Tønder
- Lejre eller Hvidovre

Hovedparten af projekterne er i startfasen og vil derfor først være etablerede om nogen tid. Det er glædeligt, at der arbejdes på anlæg både på Sjælland og på Fyn, hvis sammensætningen af input ikke afskærer økologerne fra at bruge den afgassede biomasse.

Hvis anlægget udelukkende anvender input, der står på økologiforordningens bilag 1, må økologerne gerne anvende den afgassede biomasse. Biogasanlæg behøver ikke at være økologi-autoriseret for at afsætte biomassen til økologer. Men det skal dokumenteres, at anlægget udelukkende anvender disse stoffer fra bilag 1.

Oelofse et al. (2013) har opgjort hvor mange næringsstoffer, herunder fosfor, der potentielt kan hentes fra diverse former for organiske affald. Nedenstående tabel gengiver deres opgørelse (oversat til dansk).

Tabellen viser hvor meget kvælstof, der potentielt er til rådighed for økologerne fra KOD og fra de øvrige kilder. Med det daværende økologiske areal giver det en ikke uvæsentlig mængde på 77 kg N pr ha fra samtlige kilder,

**TABEL 8.1:** Teoretisk potentiel næringsstofforsyning fra organisk affald i Danmark

	TS (t)	N (t)	P (t)	K (t)
KOD <sup>a</sup> (som pt. genbruges)	14.865	282	34	189
Organisk fraktion <sup>a</sup> af husholdningsaffald <sup>a</sup> (som pt. forbrændes)	288.800	4.347	526	2.906
Have-parkaffald (privat og offentlig)	409.635	2.222	394	3.892
Organisk affald fra servicesektoren <sup>a</sup>	9.756	185	22	124
Organisk affald fra industri <sup>a</sup>	35.495	53	9	93
Spildevandsslam	132.600	6.312	4.150	716
<b>Total (t)</b>	<b>831.151</b>	<b>13.402</b>	<b>5.137</b>	<b>7.919</b>
Mængde til økologiske landbrug <sup>b</sup> (kg/ha) <sup>b</sup>	4.790	77	30	46

a: Baseret på næringsstofindholdet i den vegetabilske del af madaffaldet i husholdningsaffaldet.

b: Baseret på en teoretisk fordeling af alle næringsstoffer over det totale økologiske areal i Danmark (173.517 ha)

I Landbrugsstyrelsens nye statistik over økologiske jordbrugsbedrifter for 2017 er det økologiske areal opgjort til 245.000 ha.

Beregnes de potentielle mængder næringsstoffer (kg/ha) udelukkende fra KOD (KOD som pt. anvendes til jordbrugsformål samt den organisk fraktion af husholdningsaffald, som pt. forbrændes) anvendt på det økologiske areal, vil det betyde en tilførsel på 19 kg N, 2 kg P og 12 kg K. for hele landet. Hvis den KOD, der er til rådighed på fra region Sjælland og Hovedstaden fratrukket Bornholm, ender på sjællandske øko-jorde, vil det betyde en tilførsel på 29 kg N, 5 kg P og 17 kg K, udregnet på baggrund af SEGES rapport "Biomasser der kan anvendes til produktion af økologisk biogas" fra 2014

Mængderne vil udgøre et supplement til de mængder, økologerne efterspørger, på op til 100 udnyttet N pr ha. Det vil være tale om større mængder nær de større byer, men det kræver at KOD bliver her og ikke transporteres til husdyrtætte områder.

## 8.5 Behov og pris

### 8.5.1 Behov

Økologernes behov for næringsstoffer afhænger af deres sædskifte. Bliver sædskiftet valgt udelukkende af hensyn til udbytte og indtjening på kort sigt, vil ønsket være 100 kg udnyttet N pr ha. Men det økologiske sædskifte har flere funktioner og skal bl.a. være med til at bekæmpe ukrudt. Derfor vil økologiske landmænd med problemukrudt på deres marker vælge et alternativt sædskifte med mere kløvergræs el. lign, der ikke behøver den samme mængde kvælstof. Kløvergræsser vil evt. kunne afsættes til et biogasanlæg.

### 8.5.2 Pris på afgasset biomasse

Landmændenes betalingsvillighed for afgasset biomasse afhænger af deres aktuelle behov for næringsstoffer, af prisen på afgøderne og af prisen på alternative gødninger. Den potentielle næringsstofværdi af afgasset biogasygille ligger omkring 50 kr. pr. ton, beregnet ud fra priser på konventionel handelsgødning. Den potentielle "økologiske" pris kan være højere, men er meget individuel og kan blive "ædt" op af omkostninger til transport eller oplagring. Det var kun et fåtal af de adspurgte landmænd, der kunne give et præcist bud på, hvad den rene pris for de enkelte næringsstoffer skulle være. Prisen bliver derudover påvirket af muligheden for tilskud til reduceret N på 500 kr. pr. ha.

### 8.5.3 Oplagring og udbringning

Da hovedparten af den afgassede biomasse skal udbringes om foråret, skal en stor andel af væsken kunne opbevares i 8-10 måneder. Der kan udbringes mindre mængder til vinterraps og græs om efteråret. Men reelt skal der være oplagringsskapacitet til ca. 10 mdr. til udbringning i foråret. Økologisk VKST har lavet en undersøgelse af ledig opbevaringskapacitet på Sjælland. Der var kun få tanke til rådighed. Derfor skal der etableres nye decentrale lagerfaciliteter hos aftagerne af hensyn til den løbende produktion og logistikken omkring transport. Ved fuld betaling for oplagring vil den årlige omkostning til oplagring være 16 kr. pr. ton lagret gylle med lagringsskapacitet på 9 måneder.

Ved udbringning med slæbeslange og nedfældning vil udbringningsomkostningerne være omkring 25 kr. pr. ton afgasset biomasse.

## 8.6 Opsamling

For at øge den økologiske produktion kræves der tilstrækkeligt med næringsstoffer. Økologiske planteavlere på Sjælland og Fyn, hvor husdyrtætheden er lav, er udfordret af manglende næringsstoffer. Økologerne er generelt interesseret i at anvende kildesorteret organisk dagrenovation, men de adspurgte økologer var bekymrede ift.:

- Indholdet af fysiske urenheder og i særlig grad plasturenheder med hensyn til urenhedernes synlighed og ophobning. Positive resultater fra længerevarende dyrkningsforsøg vil kunne få denne skepsis ryddet af vejen.
- Den meget snak om mikroplast vækker bekymring. Mikroplast er dog omfattet som indsatsområde i den nye nationale plasthandlingsplan "Plast uden spild" og det forventes derfor, at der kommer ny viden om mikroplast, herunder hvordan det undgås, at mikroplast havner i miljøet.

I forhold til miljøfremmede stoffer og fysiske urenheder er det vigtigt for økologerne, at myndighederne reagerer hurtigt med dokumentation for evt. sundhedsskadelig effekt og heraf afledt fastsættelse af evt., nye grænseværdier, så tilliden hos forbrugerne kan bevares. Det gælder alle fremtidige problemstillinger omkring affald og affaldssortering.

Landmændenes betalingsvillighed afhænger af deres aktuelle behov for næringsstoffer, af prisen på afgrøderne samt prisen på alternative gødninger. Den potentielle næringsstofværdi af afgasset biomasse ligger omkring 50 kr. pr. ton, beregnet ud fra priser på konventionel handelsgødning. Den potentielle "økologiske" pris kan være højere, men er meget individuel og kan blive "ædt" op af omkostninger til transport eller oplagring.

Prisen for oplagring er ca. 16 kr. pr ton og for udbringning ca. 25 kr. pr ton. Prisen bliver derudover påvirket af muligheden for tilskud til reduceret N på 500 kr. pr. ha.

Der er i dag 7 aktører, der har økologi-autorisation og afsætter afgasset gødning med økologi-procent, og flere er på vej. Økologerne kan evt. selv bidrage med biomasse, som f.eks. kløvergræsser til biogasproduktion. Der er dog identificeret nogle barrierer ift. øges anvendelse og efterspørgslen af kildesorteret organisk dagrenovation:

- Økologer er omfattet af mange forskellige regelsæt. En forenkling af regelsættet og en vejledning på tværs af de forskellige lovgivninger kunne være med til at mindske uklarheder og tvivl.
- Økologerne kan opnå et 5-årigt økologitilsagn. Da tilsagnet er 5-årigt, kan det genere i forhold til muligheden for at anvende afgasset biomasse. Udbuddet af biogasygille i nærområdet kan komme når som helst. Træder økologen ud af tilsagnet inden udløbet af tilsagnsperioden, skal det samlede beløb for alle udbetalinger fra tilsagnets begyndelse tilbagebetales. Det kan betyde, at det ikke er økonomisk attraktivt for en økologisk planteavler af aftage afgasset biomasse, hvis det kommer i udbud inde i tilsagnsperioden.
- Logistik, transport og decentrale lagerfaciliteter hos slutbrugeren kan være en udfordring både af praktisk, fysisk og økonomisk karakter.

Der er endvidere behov for øget viden og følgende områder er identificeret:

- Der er derfor behov for at få mere viden om hvor stor en andel af det organiske N, der mineraliseres i biogasprocessen i forhold til sammensætningen af input. I de husdyrfattige områder kan biogas produceret med større andel af andre input end gylle være interessante. Økologerne efterspørger en ensartet gødning med høj andel af plantetilgængeligt kvælstof.
- Økologerne bliver i nogle tilfælde bremset i tildeling af makro- og mikronæringsstoffer af økologiforordningen. Her er derfor et område, der med fordel kunne undersøges nærmere.

Kildesorteret organisk dagrenovation kan recirkulere en del af disse næringsstoffer, men indhold og sammensætning skal belyses.

- De økologiske planteavlere eksporterer en del af deres kulstof ud af systemet. Ved bioforgasning bliver ca. halvdelen af tørstoffet i biomassen til biogas. Til gengæld består den resterende halvdel af det tungt nedbrydelige kulstof og er dermed det, der bidrager til kulstofpuljen i jorden på længere sigt. Men også her mangler der nærmere undersøgelser.

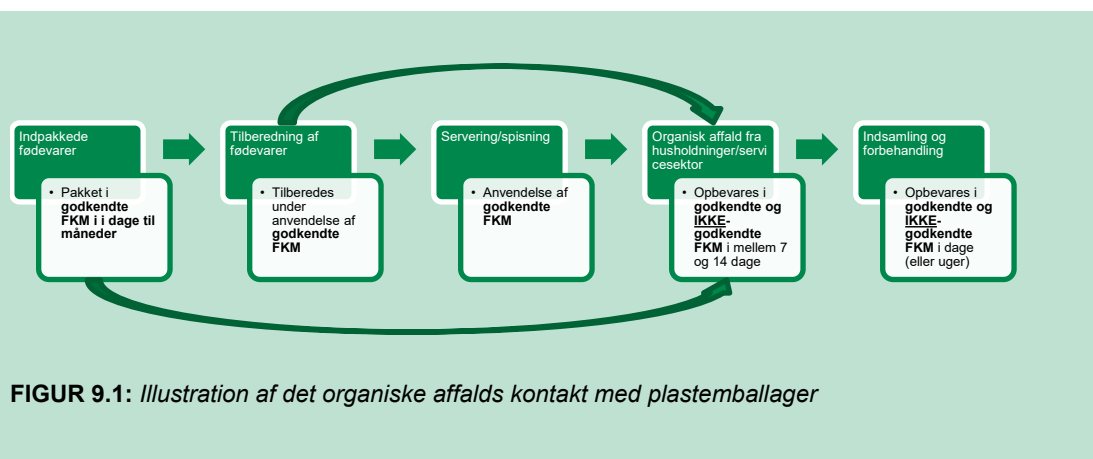
## 9. Migration fra plastposer og påvirkning fra plastemballager

Regeringen har i december 2018 lanceret en national plasthandlingsplan "Plastik uden spild", som omfatter en lang række indsatser, herunder vedr. mikroplast. Der skal f.eks. etableres et nationalt forsknings- og innovationsnetværk om mikroplast samt igangsættes videnprojekter om mikroplast f.eks. i spildevandsslam. Det forventes derfor, at der kommer ny viden om mikroplast, herunder hvordan det undgås, at mikroplast havner i miljøet.

Formålet med denne delopgave var at undersøge, om kvaliteten af det kildesorterede organiske affald fra husholdningerne kan blive påvirket af migration fra de plastposer, der benyttes til at indsamle affaldet i. Desuden var formålet at undersøge, om det organiske affald fra servicesektoren (primært den kommunale servicesektor) kan blive påvirket af plast fra emballager m.v.

Typisk vil fødevarer (inden det bliver til organisk affald) være udsat for fødevarekontaktmaterialer (FKM) – herunder plast – fra indpakning efter fremstilling til udpakning ved brug i både husholdninger og i servicesektoren – i alle trin (som indpakkede fødevarer, tilberedning m.m.) inden det bliver til organisk affald (se FIGUR 9.1 nedenfor). Desuden kan indpakkede fødevarer fra supermarkeder ende direkte som organisk affald og blandes med kildesorteret organisk dagrenovation.

Når fødevarerne bliver til organisk affald, opbevares det organiske affald typisk i poser, der ikke er godkendt til fødevarekontakt – præcist hvilke poser er imidlertid uvist. Indledningsvist blev der derfor foretaget en kortlægning af hvilke poser, der typisk anvendes til at indsamle organisk madaffald fra husholdninger i kommuner (se afsnit 9.1).



FIGUR 9.1: Illustration af det organiske affalds kontakt med plastemballager

Fødevarer, som ender som organisk affald, har som fødevare været opbevaret i godkendte fødevarekontaktmaterialer i en tidsperiode fra et par dage til et par måneder. Det organiske affald vil tilsvarende blive opbevaret som affald i et par dage og op til f.eks. 7 eller 14 dage, afhængig af afhentningsinterval i husholdningerne eller i servicesektoren. Herefter vil affaldet blive opbevaret i endnu et par dage (typisk 2-5 dage) under indsamling og forbehandling af

det organiske affald. Hvor fødevarer typisk opbevares i materialer, godkendt til fødevarekontakt, vil dette ikke være tilfældet for det organiske affald, da der her ikke er lovgivningskrav. Dog vil emballerede fødevarer, der bliver til affald direkte fra f.eks. supermarkeder, blive opbevaret i original fødevaregodkendt emballage, indtil det når forbehandlingsanlæggene. Dvs. det må forventes, at det organiske affald primært opbevares i poser, hvor materialet ikke er godkendt til fødevarekontakt.

I dette kapitel beskrives derfor følgende:

- Kortlægning af hvilke materialer, der anvendes til poser til opbevaring af det organiske affald
- Påvirkning af fødevarer fra fødevarekontaktmaterialer – dvs. hvilke kemiske stoffer kan fødevarer blive påvirket af, inden det bliver til organisk affald?
- Påvirkning af det organiske affald fra poser, som affald opbevares i – dvs. hvilke kemiske stoffer kan det organiske affald blive påvirket af fra poserne, som det opbevares i?

Det skal bemærkes, at der i dette projekt udelukkende har været fokus på plast som materiale, dvs. at materialer som tekstil, papir eller coated papir ikke er omfattet af nedenstående vurdering. Dette skyldes, at der i oplægget fra Miljøstyrelsen til dette projekt udelukkende var lagt vægt på migration fra plastemballage og plastposer.

## 9.1 Kortlægning af anvendelsen af poser til indsamling af organisk affald

For at kunne kortlægge hvilke indsamlingsposer, kommunerne bruger, er der først foretaget en undersøgelse af hvilke kommuner, der kildesorterer det organiske affald<sup>62</sup>. Her er der undersøgt kommunernes hjemmesider og sorteringsvejledninger samt foretaget opringninger til kommunernes respektive affaldsafdeling. Der er stillet to spørgsmål:

1. Hvilken type indsamlingspose skal borgerne bruge til deres organiske affald og
2. Hvilken producent/leverandør købes poserne af.

Resultatet af denne kortlægning af anvendelsen af poser til indsamling af organisk affald er præsenteret i FIGUR 9.2 og FIGUR 9.3.

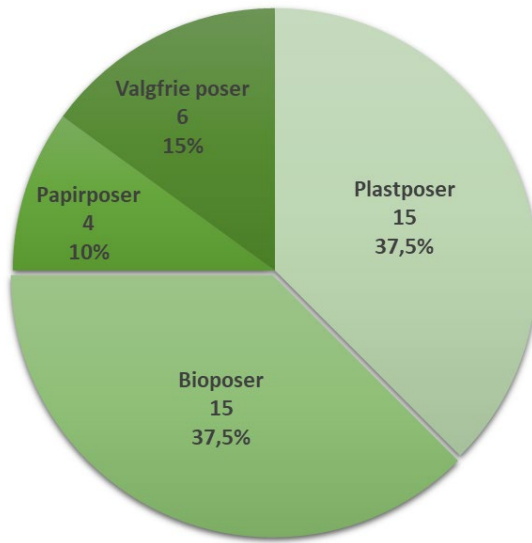
Blandt Danmarks kommuner er der 39, der udsorterer organisk affald i husholdningerne. De fleste af disse kommuner har retningslinjer for hvilken indsamlingspose, borgerne skal bruge til indsamling af det organiske affald. Fordelingen af posetype kan ses af FIGUR 9.2 nedenfor. Det ses af figuren, at der primært anvendes plastposer, men enkelte kommuner, fire i alt, anvender papirposer. I en kommune anvendes bioposer til enfamiliehuse og plastposer til etageejendomme, og denne kommune tælles derfor med to gange. Det skal bemærkes, at der i dette projekt udelukkende fokuseres på plastposer, og hvordan disse kan påvirke det organiske affald. Papirposer, som anvendes af de fire kommuner, er således ikke en del af gennemgang i denne rapport. I disse fire kommuner har kommunen særskilt stillet krav om, at det organiske affald skal afleveres i små papirposer, hvilket primært skyldes krav fra forbehandlingsanlægget, som disse kommuner leverer til.

Kommunerne bruger forskellige leverandører og producenter til indsamlingsposerne. Denne fordeling kan ses af FIGUR 9.3.

---

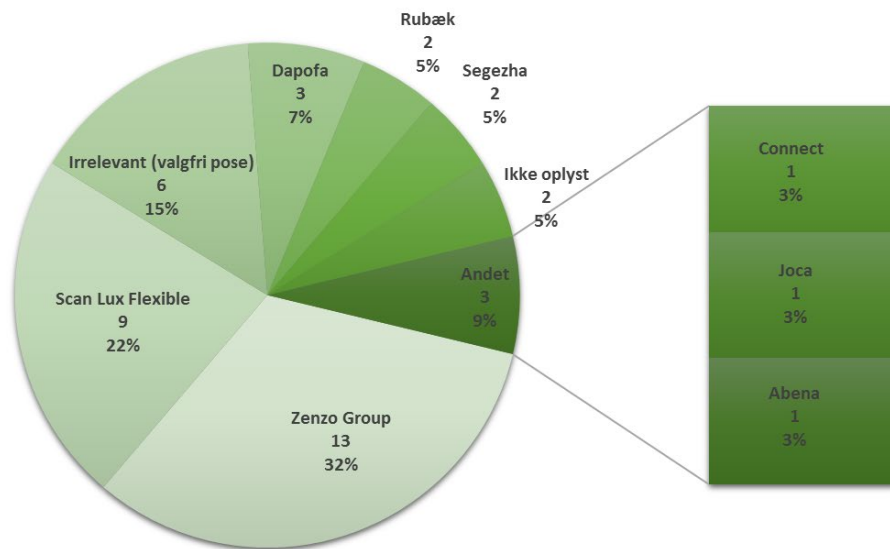
<sup>62</sup> Selvstudie inspireret af data fra Dansk Affaldsforening.

Fordeling af valg af posetype



**FIGUR 9.2:** Fordeling af valget af posetyper blandt de 39 kommuner (en kommune bruger to slags poser og tælles to gange), der udsorterer organisk affald i husholdningerne. Der er både angivet antallet af kommuner og deres valg af posetype, samt den procentvise fordeling af posetyperne.

### Fordeling af leverandører af indsamlingsposer



**FIGUR 9.3:** Fordelingen af leverandører/producenter af indsamlingsposer. Der er både angivet antallet af kommuner, der anvender den valgte producent, samt den procentvise fordeling af producenterne.

Af de plastposer, der anvendes til det organiske affald, er det primært almindelige plastposer af polyethylen (PE) eller såkaldte bioposer af PLA ((PolyLacticAcid), varemærket Mater-Bi® eller af majsstivelse), som anvendes. Ifølge oplysninger, modtaget fra leverandørerne, er alle disse bioposer bionedbrydelige og komposterbare ifølge DS/EN 13432<sup>63</sup> – dette gælder uanset om poserne stammer fra Zenzo Group eller Scan Lux Flexible, som er de to leverandører af bioposer.

Da standarden DS/EN 13432 stiller krav til indhold af en række tungmetaller i komposterbare produkter, beskrives disse krav nærmere i afsnit 9.4. Påvirkning af den organiske fraktion fra plastposer godkendt ifølge DS/EN 13432.

Af svarene fremgår følgende oplysninger omkring de anvendte affaldsposer af plast:

- Bioposer (angivet brugt af i alt 15 kommuner) – er alle godkendt i henhold til DS/EN 13432
- Plastposer (angivet brugt af i alt 15 kommuner) – er alle fremstillet af PE
  - Heraf angiver 10 kommuner, at der er tale om grønne affaldsposer (farvet grønne)
  - Heraf angiver 3 kommuner, at der er tale om affaldsposer fremstillet af genanvendt plast
  - Heraf er der 2 kommuner, der ikke specificerer hvilke plastposer, der er tale om
- Valgfrie poser (angivet af i alt 6 kommuner) – er alle formentlig fremstillet af PE
  - Heraf angiver en enkelt kommune, at de stiller krav til, at der skal være tale om almindelige tynde gennemsigtige affaldsposer
  - For de resterende 5 kommuner er der ingen krav om valg af plastpose, og det vides ikke, hvilke poser borgerne vælger.

<sup>63</sup> DS/EN 13432: "Emballage – Krav til emballage, som kan genanvendes ved kompostering og bionedbrydning – Prøvningsmetoder". DS/EN står for Dansk Standard/European Norm.



Der er fem kommuner, der ikke stiller krav til hvilken plastaffaldspose, der skal anvendes til det organiske affald, hvilket i princippet betyder, at alle former for poser kan anvendes. Det vides ikke hvilke poser, borgerne vælger her, men det må antages, at borgerne vælger, hvad der er praktisk og billigt, dvs. højst sandsynligt affaldsposer af plast. Der diskuteres derfor også et scenarie, hvor f.eks. almindelige affaldsposer eller indkøbsposer fra supermarkedet kan være anvendt som affaldspose.

De forskellige typer af poser/plastemballage, der diskuteres nedenfor, er således:

1. Papirposer
2. Plastemballager godkendt til fødevarekontakt
3. Bioposer godkendt i henhold til DS/EN 13432
4. Almindelige affaldsposer og supermarkedsposter af PE (polyethylen)

Resten af dette kapitel er derfor opbygget i følgende afsnit:

- Afsnit 9.2. Påvirkning af den organiske fraktion fra papirposer. Påvirkning fra papirposer har ikke været en del af dette projekt, og emnet berøres derfor kun ganske kort.
- Afsnit 9.3 Påvirkning af den organiske fraktion fra plastemballager godkendt til fødevarekontakt. Her sammenholdes de krav, der stilles til fødevarekontaktmaterialer (FKM) med de krav, der er til udbringning af organisk affald på landbrugsjord for at undersøge, om emballagen kan forventes at påvirke det organisk affald negativt mht. indhold af kemiske stoffer.
- Afsnit 9.4. Påvirkning af den organiske fraktion fra plastposer godkendt ifølge DS/EN 13432. Her sammenholdes de krav, der stilles til bionedbrydelige og komposterbare plastposer med de krav, der er til udbringning af organisk affald på landbrugsjord, for at undersøge, om disse poser kan forventes at påvirke det organisk affald negativt mht. indhold af kemiske stoffer.
- Afsnit 9.5. Migration fra almindelige plastposer til indsamling af madaffald fra husholdninger. Dette afsnit bygger på mere generelle betragtninger omkring plastposer, idet det ikke har været muligt at skaffe viden om det specifikke indhold i denne typer af plastposer. Afsnittet bygger på baggrundsinformation fra Bilag 4, der indeholder:
  - Generelt om indhold og sammensætning af almindelige plastposer
  - Generelt om migration af kemiske stoffer fra almindelige plastposer
  - Worst-case beregninger af migration fra almindelige plastposer (almindelige affaldsposer og supermarkedsposter)
- Afsnit 9.6 Diskussion og sammenfatning af migration fra plastposer.

## 9.2 Påvirkning af den organiske fraktion fra papirposer

Påvirkningen af den organiske fraktion fra papirposer har været et bevidst fravalg i dette projekt og var ikke en del af den oprindelige projektbeskrivelse. Derfor berøres emnet kun kort. Det er imidlertid vigtigt at påpege, at i forhold til affaldsposer af plast – uanset om der er tale om bioposer eller almindelige affaldsposer - er den væsentlige forskel, at plastposer normalt bliver sorteret fra det organiske affald i forbehandlingsanlæggene, hvorimod papirposer typisk vil gå i opløsning og dermed bliver en del af den færdige biopulp.

De forhold, der beskrives nedenfor (og i Bilag 4) omkring urenheder af tungmetaller i farvestoffer, er således også relevant for papirposer og måske i endnu højere grad, idet farvestoffer fra evt. print på papirposer kan forventes at ende 100 % som en del af det organiske affald i biopulpen.

### 9.3 Påvirkning af den organiske fraktion fra plastemballager godkendt til fødevarekontakt

Umiddelbart forventes det ikke, at migration af stoffer fra plastmateriale godkendt til fødevarekontakt vil udgøre et problem i forhold til migration af kemiske stoffer fra plasten til det organiske affald, idet plastmaterialer, godkendt til fødevarekontakt, er omfattet af den eksisterende lovgivning "EU Forordning nr. 10/2011 om plastmaterialer og -genstande bestemt til kontakt med fødevarer" (EU Forordning nr. 10, 2011) (herefter kaldet "FKM-lovgivningen").

- For at vurdere dette er der i det efterfølgende foretaget en sammenligning af kravene til migration af kemiske stoffer fra plast i FKM-lovgivning (EU Forordning nr. 10, 2011) med kravene til indhold af kemiske stoffer for genanvendelse af det organiske affald ved at udbringe det på landbrugsjord (Affald-til-jord bekendtgørelsen (BEK 1001, 2018)) og tilsvarende krav for udbringning hos økologer (Økologiforordningen (EU Forordning nr. 889, 2008)). Sammenligningen er foretaget i nedenstående:

TABEL 9.1.

Affald-til-jord bekendtgørelsen og Økologiforordningen er beskrevet nærmere i kapitel 5 Regler og kravs betydning for afsætning og efterspørgsel, men grænseværdierne for indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer er gentaget i TABEL 9.1.

Ifølge EU Forordning nr. 10/2011 om plastmaterialer, bestemt til kontakt med fødevarer, er det kun tilladt at anvende godkendte stoffer (angivet på Bilag I i forordningen) til fremstilling af plast, der er i kontakt med fødevarer. Positivlisten (den såkaldte 'EU-liste') omfatter bl.a. monomerer, additiver (bortset fra farvestoffer) og polymerisationshjælpstoffer (bortset fra opløsningsmidler). Selvom det er tilladt at anvende disse godkendte stoffer (mere end 1000 forskellige stoffer), så er der fastsat en række restriktioner/specifikationer i form af følgende typer af grænseværdier for stofferne:

- Samlet migrationsgrænse – som er den tilladte maksimummængde af ikke-flygtige stoffer, der afgives til fødevarer fra et materiale eller en genstand. En fødevarer simulator er et testmedium, der efterligner fødevarer. Hvilke testmedier, der skal anvendes i hvilke situationer, er specificeret i forordningen. Det er angivet i forordningen, at den samlede migrationsgrænse af stoffer ikke må overstige 10 mg/dm<sup>2</sup> overfladeareal i kontakt med fødevarer.
- Specifik migrationsgrænse (SMG) – som er den tilladte maksimummængde af et givet stof, der afgives til fødevarer eller fødevarer simulatorer fra et materiale eller en genstand. Den specifikke migrationsgrænse for de enkelte stoffer er angivet i Bilag I i forordningen. Den specifikke migrationsgrænse for visse metaller er angivet særskilt i Bilag II i forordningen. Ifølge Bilag V i forordningen må den specifikke migration til en fødevare eller en fødevarer simulator ikke overstige 60 mg/kg fødevare.
- Samlet specifik migrationsgrænse (SMG(T)) – som er den tilladte maksimummængde af bestemte stoffer, der afgives til fødevarer eller fødevarer simulatorer, udtrykt som den samlede mængde bestanddele af de angivne stoffer. Dvs. der her kan være tale om en samlet migrationsgrænse for en specifik gruppe af stoffer (angivet i Bilag I del 2 i forordningen).

**TABEL 9.1:** Sammenligning af grænseværdier for indhold af visse miljøfremmede stoffer i affald-til-jord bekendtgørelsen, i økologiforordningen og i forordningen om plast til fødevarekontakt

Stofnavn	Affald-til-jord bekendtgørelsen (mg/kg tørstof)	Økologiforordningen (mg/kg tørstof)	Plast til fødevarekontakt (mg/kg fødevarer)
Cadmium	0,8	0,7	Ikke godkendt <sup>7</sup>
Kobber	1000	70	5 <sup>8</sup>
Nikkel	30	25	Ikke godkendt
Bly	120 <sup>1</sup>	45	Ikke godkendt
Zink	4000	200	5 <sup>8</sup>
Kviksølv	0,8	0,4	Ikke godkendt
Chrom (i alt)	100	70	Ikke godkendt
Chrom (VI)	-	Ikke påviselig	Ikke godkendt
Aluminium	-	-	1 <sup>8</sup>
Barium	-	-	1 <sup>8</sup>
Cobalt	-	-	0,05 <sup>8</sup>
Jern	-	-	48 <sup>8</sup>
Lithium	-	-	0,6 <sup>8</sup>
Mangan	-	-	0,6 <sup>8</sup>
LAS <sup>2</sup>	1300	-	Ikke godkendt
Sum PAH <sup>3</sup>	3	-	Ikke godkendt
NPE <sup>4</sup>	10	-	Ikke godkendt
DEHP <sup>5</sup>	50	-	1,5 <sup>9</sup>
Sum ftalater	-	-	60
Sum PCB <sup>6</sup>	0,2	-	Ikke godkendt

1. Blyværdien er 60 mg pr. kg tørstof eller 5.000 mg pr. kg totalfosfor for privat havebrug. For anvendelse i privat havebrug gælder endvidere arsenværdien 25 mg pr. kg tørstof.

2. Lineære alkylbenzensulfonater.

3. PAH: Polycykliske, aromatiske hydrocarboner.  $\Sigma$  PAH =  $\Sigma$  Acenaphthen, Phenathren, Fluoren, Fluoranthren, Pyren, Benzfluoranthener (b+j+k), Benz(a)pyren, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren.

4. NPE: Nonylphenol (+ethoxylater). NPE omfatter selve stoffet nonylphenol og nonylphenoethoxylater med 1-2 ethoxygrupper.

5. DEHP: di(2-ethylhexyl)phthalat.

6. PCB7, dvs. følgende 7 polychloreerede biphenyler: PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 og PCB180. Gælder kun for spildevandsslam omfattet af Bilag 1, punkt E. Prøvetagning og analyse for PCB7 skal kun foretages ved mistanke om forekomst af PCB7.

7. 'Ikke godkendt' betyder, at stoffet ikke fremgår af positivlisten over tilladte stoffer, additiver m.m. (Bilag 1) i EU forordning nr. 10, 2011.

8. Fremgår af Bilag II af forordningen.

9. Må kun anvendes som blødgørere i genanvendte materialer og kun hvis der er kontakt med ikke-fedtholdige fødevarer. Koncentrationen i det færdige produkt må maksimalt være 0,1%. Fremgår af Bilag I i forordningen.

Det ses af TABEL 9.1 ovenfor, at grænseværdierne fastsat i forordningen for fødevarekontaktmaterialer generelt er strengere, dvs. lavere end værdierne fastsat i økologiforordningen. Det skal dog bemærkes, at grænseværdierne i FKM-forordningen for plast er angivet per kg fødevarer og ikke per kg tørstof. Fødevarer kan indeholde en del vand (afhængig af typen af fødevarer), men da grænseværdierne i FKM-forordningen for plast er mindst 14 gange lavere end grænseværdierne, fastsat i økologiforordningen, kan fødevarer således bestå af en del vand og stadig overholde grænseværdierne fastsat i økologiforordningen. Det forventes derfor ikke, at en eventuel migration af evt. problematiske stoffer fra plasten vil få en betydning i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Affald-til-jord bekendtgørelsen og økologiforordningen.

## 9.4 Påvirkning af den organiske fraktion fra plastposer godkendt ifølge DS/EN 13432

Umiddelbart forventes det ikke, at migration af stoffer fra plastemballage, godkendt til genanvendelse ved kompostering og bionedbrydning efter den tilhørende standard DS/EN 13432 (2006), vil udgøre et problem i forhold til migration af kemiske stoffer fra plasten over i det organiske affald, idet plastmaterialerne netop er godkendt til dette formål.

For at vurdere dette er der i det efterfølgende foretaget en sammenligning med kravene til miljøfremmede stoffer i standarden DS/EN 13432 med kravene til indhold af kemiske stoffer for genanvendelse af det organiske affald ved at udbringe det på landbrugsjord (Affald-til-jord bekendtgørelsen (BEK 1001, 2018)) og tilsvarende krav for udbringning hos økologer (Økologiforordningen (EU Forordning nr. 889, 2008)). Kravene til kemiske stoffer i Affald-til-jord bekendtgørelsen og Økologiforordningen er beskrevet i kapitel 5 og gentages derfor ikke her, men grænseværdier for tungmetaller fra afsnit 5.1.1 er gentaget i TABEL 9.2 nedenfor, hvor grænseværdierne er sammenlignet med grænseværdierne i standarden DS/EN 13432.

Ifølge standarden DS/EN 13432 (2006) stilles der flere krav til emballage, der skal kunne genanvendes til kompostering og bionedbrydning, bl.a. krav til:

- Karakterisering af bestanddele, dvs.
  - emballagematerialernes bestanddele skal identificeres
  - tilstedeværelsen af farlige kemiske stoffer, såsom tungmetaller skal bestemmes
  - indhold af organisk kulstof skal bestemmes
  - samlet mængde tørstof skal bestemmes, dvs. mængden af komposten opvarmet indtil en konstant vægt opnås
  - samlet mængde "flygtige" faststoffer skal bestemmes, og fås ved afbrænding af materialet – er et udtryk for/indikation af mængden af det organiske materiale
- Bionedbrydeligheden af emballagen
- Desintegration af emballagen, dvs. emballagen skal fysisk gå i opløsning i meget små stykker af emballage ved kompostering og bionedbrydning
- Kompostkvalitet, hvor der bl.a. stilles krav til saltindhold, flygtige faststoffer, pH-værdi, samt indhold af kvælstof, ammoniumkvælstof, fosfor, magnesium og kalium.

I TABEL 9.2 nedenfor er listet grænseværdier for tungmetaller og andre farlige kemiske stoffer i henhold til Anneks A i DS/EN 13432 (2006).

**TABEL 9.2:** Sammenligning af grænseværdier for indhold af visse miljøfremmede stoffer i affald-til-jord bekendtgørelsen, i økologiforordningen og i standarden DS/EN 13432 for krav til emballage, som genanvendes ved kompostering og bionedbrydning

Stofnavn	Affald-til-jord bekendtgørelsen (mg/kg tørstof)	Økologiforordningen (mg/kg tørstof)	DS/EN 13432 (mg/kg tørstof)
Cadmium	0,8	0,7	0,5
Kobber	1000	70	50
Nikkel	30	25	25
Bly	120 <sup>1</sup>	45	<b>50</b>
Zink	4000	200	150
Kviksølv	0,8	0,4	<b>0,5</b>
Chrom (i alt)	100	70	50
Molybdæn	-	-	1

Stofnavn	Affald-til-jord bekendtgørelsen (mg/kg tørstof)	Økologiforordningen (mg/kg tørstof)	DS/EN 13432 (mg/kg tørstof)
Selen	-	-	0,75
Arsen	25 <sup>2</sup>	-	5
Fluor	-	-	100

1. Blyværdien er 60 mg pr. kg tørstof eller 5.000 mg pr. kg totalfosfor for privat havebrug.
2. For anvendelse i privat havebrug gælder endvidere arsenværdien 25 mg pr. kg tørstof.

Af TABEL 9.2 ovenfor fremgår det, at grænseværdierne fastsat i standarden DS/EN 13432 i alle tilfælde ligger under grænseværdierne fastsat i Affald-til-jord bekendtgørelsen. Derimod er der to stoffer (bly og kviksølv), hvor grænseværdierne fastsat i DS/EN 13432 ligger lidt højere end i Økologiforordningen. Der er tale om, at de to grænseværdier er henholdsvis 11 % og 25% højere. Grænseværdierne for de resterende stoffer fastsat i DS/EN 13432 er alle lavere end de tilsvarende grænseværdier fastsat i Økologiforordningen.

## 9.5 Migration fra almindelige plastposer til indsamling af madaffald fra husholdninger

Dette afsnit gennemgår hvad mere almindelige plastposer består af (kemisk indhold og sammensætning) – dvs. affaldsposer af plast, der ikke er godkendt til fødevarekontakt eller til kompostering (bionedbrydelige). Afsnittet tager udgangspunkt i en mere generel viden, idet det ikke har været muligt at skaffe specifik viden om indholdsstoffer og sammensætning af de anvendte almindelige plastposer. Afsnittet tager udgangspunkt i generel overordnet viden om plast, indhold i plast og migration fra plast, som er beskrevet i detaljer i Bilag 4. Dette Bilag 4 indeholder følgende:

- Generelt om indhold og sammensætning af almindelige plastposer
- Generelt om migration af kemiske stoffer fra almindelige plastposer
- Worst-case beregninger af migration fra almindelige plastposer (almindelige affaldsposer og supermarkedsposer)

Det skal bemærkes, at der ikke i dette projekt er foretaget en fuld kortlægning af hvilke stoffer, der kan forventes at migrere fra plastposer til indsamling af madaffald fra husholdninger. Der er primært foretaget en diskussion ud fra generelle betragtninger, en screening af tilgængelige data, samt foretaget nogle overordnede worst-case beregninger af migration af mulige stoffer fra plastposer. Dette afsnit er ikke en dybdegående undersøgelse af området, men skal opfattes som en screening af information på området, som evt. i et senere projekt kan suppleres med egentlige kemiske analyser af migration fra almindelige plastposer/affaldsposer.

For de mere almindelige affaldsposer af plast gælder, at der her ikke er fastsat krav til, hvad de må indeholde. Det er derfor undersøgt hvilke stoffer, disse affaldsplastposer generelt kan forventes at indeholde og hvilke stoffer, der kan forventes at migrere fra disse poser (for detaljer se Bilag 4). Disse affaldsposer af plast vil være fremstillet af PE (polyethylen), og vil udover polymeren, PE, sandsynligvis udelukkende indeholde farvestoffer og antioxidanter for at beskytte plasten fra at blive nedbrudt ved oxidation. Tidligere projekter har vurderet, at de mest bekymrende stoffer i PE-plast vil være tungmetaller, der stammer fra farvestofferne – primært i form af urenheder.

Der er generelt ikke identificeret specifik viden om migration fra almindelig PE-plastposer. Der eksisterer derimod viden om migration fra fødevarekontaktmaterialer af PE, samt fra drikkevandsrør fremstillet af PE. Disse informationer viser, at tungmetaller kan migrere fra plasten, men på et meget lavt niveau (ppb-niveau), hvis de overhovedet migrerer over detektionsgrænsen. Desuden viser undersøgelser på især drikkevandsrør af PE, at antioxidanter kan migrere

ud i drikkevandet – eller dvs. det er primært nedbrydningsprodukter af antioxidanterne, der er identificeret. Visse af disse nedbrydningsprodukter er målt migreret ud i drikkevand i koncentrationer på et par hundrede ppm, men de nyeste identificerede målinger viser en migration på et par ppm (ppm-niveau). Hvorvidt disse nedbrydningsprodukter vil migrere fra tynde plastposer og over i et ikke-flydende medie som organisk affald er uvist. Under alle omstændigheder, vil der være tale om meget små niveauer (ppm-niveau), men det skal pointeres, at plastaffaldsposer generelt er et billigt lavkvalitetsprodukt, så migrationsniveauer kan og er formentlig anderledes end for fødevarekontaktmaterialer. Dog beskriver Hansen et al. (2014) nogle generelle overvejelser omkring migration af additiver i plast, der også bekræfter, at evt. migration af tungmetaller fra plast kan forventes at være meget lav – måske med undtagelse af kviksølv, der vil have en større tendens til migration, samt at der vil være nedbrydningsprodukter fra stabilisatorer (som antioxidanter og UV-stabilisatorer), der kan forventes at migrere. Der er imidlertid en begrænset viden om disse nedbrydningsprodukter og deres migration (stammer primært fra undersøgelse af drikkevandsrør af PE).

Der er foretaget en worst-case beregning på, om urenheder af tungmetaller og PAH i farvestoffer i almindelige plastposer vil kunne få en betydning for det organisk affald, hvis disse stoffer migrerer ud af plastposerne. Baseret på denne worst-case beregning kan det konkluderes, at migration af tungmetaller og PAH fra farvestoffer i plasten ikke vurderes at udgøre et problem i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Økologiforordningen og Affald-til-jord-bekendtgørelsen.

Enkelte kommuner angav, at det organiske affald i deres kommune blev indsamlet i affaldsposer, fremstillet af genanvendt plast. Ved fremstilling af affaldsposer i genanvendt plast kan der således være mulighed for, at disse poser indeholder små niveauer (urenheder) af f.eks. flamme hæmmere og tungmetaller fra farvestoffer. Hvilke niveauer og i hvor høj grad de gør det, vil afhænge af den primære kilde til det genanvendt plast.

## 9.6 Diskussion og sammenfatning af migration fra plastposer

Det organiske affald kan både, inden det bliver til affald (indpakkede fødevarer), og når det er blevet til affald, være pakket ind i fødevarekontaktemballager. Fødevarekontaktemballager er underlagt strenge krav til både indhold af en lang række stoffer, samt krav til migrationsniveauer af specifikke stoffer og krav til den totale migration af stoffer fra emballagen. Disse krav er beskrevet i EU's forordning for fødevarekontaktmaterialer af plast (EU Forordning nr. 10, 2011). Grænseværdier for migration af visse tungmetaller og visse organiske stoffer fra plastemballager er generelt lavere end de tilsvarende grænseværdier, der er angivet i Affald-til-jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen. Det forventes derfor ikke, at plastemballager godkendt til fødevarekontakt vil give problemer mht. migration af problematiske stoffer til det organiske affald.

Det organiske affald, som både husholdninger og servicesektoren kasserer, vil typisk blive smidt ud i poser. Det blev derfor undersøgt i projektet hvilke typer af poser, der bliver anvendt til det organiske affald i de 39 kommuner, der i Danmark udsorterer organisk affald i husholdningerne. Resultatet var, at det primært er plastposer (som også kan være af genanvendt plast) og bioposer, der anvendes i kommunerne. Enkelte kommuner angiver, at papirposer skal anvendes, men de har ikke været omfattet af dette projekt. Nogle få kommuner stiller ikke krav til hvilken type plastpose, der skal anvendes, så her kan der i princippet anvendes alle former for poser, såsom almindelige affaldsposer af plast eller supermarkedspose af plast.

For bioposerne gælder, at de alle er bionedbrydelige og komposterbare ifølge standarden DS/EN 13432 om krav til emballage, som kan genanvendes ved kompostering og bionedbrydning. Denne standard stiller generelt strengere og flere krav til visse miljøfremmede stoffer, herunder tungmetaller, sammenlignet med både Affald-til-jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen. Dog er der for bly og kviksølv tale om lidt højere grænseværdier end fastsat i

Økologiforordningen. Hvis disse grænseværdier var ensrettet, ville man helt problemfrit kunne drage den konklusion, at organisk affald indsamlet i bioposer ikke ville udgøre et problem i forhold til de tungmetaller, der er fastsat grænseværdier for. I og med, at det i dag er kutyme at fjerne bioposerne i forbehandlingsanlæggene, vurderes det dog ikke, at bioposerne vil kunne forringe det organiske affald i en sådan grad, at det ikke vil kunne opfylde grænseværdierne i hhv. Affald-til-jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen.

For de mere almindelige affaldsposer af plast gælder, at der her ikke er fastsat krav til, hvad de må indeholde. Disse affaldsposer af plast vil være fremstillet af PE (polyethylen), og vil udover polymeren PE sandsynligvis udelukkende indeholde farvestoffer og antioxidant for at beskytte plasten fra at blive nedbrudt ved oxidation. Tidligere projekter har vurderet, at de mest bekymrende stoffer i PE-plast vil være tungmetaller, der stammer fra farvestofferne – primært i form af urenheder.

Der er generelt ikke identificeret specifik viden om migration fra almindelig PE-plastposer. Der eksisterer derimod viden om migration fra fødevarekontaktmaterialer af PE. Disse informationer viser, at tungmetaller kan migrere fra plasten, men på et meget lavt niveau (ppb-niveau), hvis de overhovedet migrerer over detektionsgrænsen. Antioxidanter i plastposerne (og/eller deres nedbrydningsprodukter) kan også migrere fra plastposerne, men igen er der tale om lave niveauer (ppm-niveau). Men det skal pointeres, at den generelle viden om migration fra affaldsposer, der er et billigt lavkvalitetsprodukt, er mangelfuld. Migrationsniveauer fra disse affaldsposer kan og er formentlig anderledes end fra fødevarekontaktmaterialer (som har været beskrevet her). Der er derfor gennemført en worst-case beregning på, om urenheder af tungmetaller og PAH i farvestoffer i almindelige plastposer vil kunne få en betydning for det organisk affald, hvis disse stoffer migrerer ud af plastposerne. Baseret på denne worst-case beregning kan det konkluderes, at migration af tungmetaller og PAH fra farvestoffer i plasten ikke vurderes at udgøre et problem i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Økologiforordningen og Affald-til-jord-bekendtgørelsen.

Ønskes der sikker viden om migration fra almindelige affaldsposer af plast, kan det dog give mening at få afdækket dette område nærmere for at være sikker på, at en evt. migration herfra ikke har betydning for kvaliteten af det organisk affald, hvad angår indhold af miljøfremmede stoffer. Forslag til yderligere undersøgelser eller tiltag kan derfor være:

- Analysere for indhold af tungmetaller i almindelige plastposer til affald.
- Analysere migrationen af stoffer fra almindelige affaldsposer af plast for at se, om der er væsentlig forskel på migrationen fra plastmateriale, der er godkendt til fødevarekontakt.
- Evt. ensrette grænseværdierne, fastsat i DS/EN 13432, i Økologiforordningen og i Affald-til-jord-bekendtgørelsen, således at det er de strengeste krav, der gælder, og at de især for Økologiforordningen og DS/EN 13432 er ensrettet således, at bioposer automatisk vil opfylde grænseværdierne fastsat i Økologiforordningen. I dag stiller standarden for bioposer (DS/EN 13432) generelt strengere krav end fastsat i Økologiforordningen, bortset fra grænseværdierne for bly og kviksølv, hvor der er afvigelser.

# 10. Konklusion

Undersøgelsen har ført til konklusioner inden for tre hovedemner:

- Hvordan fremmes kvaliteten af det organiske affald
- Hvordan kan tabet af organisk affald reduceres
- Hvordan kan efterspørgslen fremmes gennem lovgivning

Som beskrives i det følgende.

## 10.1 Hvordan fremmes kvaliteten af det organiske affald

Undersøgelsen har peget på forskellige muligheder for at fremme kvaliteten af det organiske affald, hvoraf nogle har teknisk karakter, og andre er af mere organisatorisk karakter. Undersøgelsen har desuden undersøgt, om der er risiko for, at kvaliteten påvirkes af migration af uønskede stoffer fra plast.

### Tekniske muligheder

Undersøgelsen har primært fundet tekniske muligheder for at forbedre kvaliteten af det organiske affald hos forbehandlingsanlæggene. Forbehandlingsanlæggene benytter sig af forskellige neddelings- og pulpingsteknologier, samt separations- og rensningsteknologier, der skiller urenheder fra det organiske affald. Samtlige forbehandlingsanlæg oplyser, at de med de nuværende teknologier kan leve op til grænseværdierne i Affald til Jordbekendtgørelsen, og at nogle ligger langt under grænseværdierne. De fortæller også, at de kan leve op til lavere grænseværdier for tungmetaller i økologiforordningen. I forhold til forbedring af kvaliteten peger undersøgelsen på følgende forhold:

- Der er fortsat potentiale for at forbedre kvaliteten af biopulp med udvikling og tilpasning af forskellige teknologier. Der kan både være tale om at udvælge de teknologier, der bedst supplerer eksisterende anlæg, og om at udvikle nye teknologiske løsninger.
- Det kan kræve øgede investerings og/eller driftsomkostninger at opnå øget kvalitet af det organiske affald, da det kan kræve flere procestrin og længere opholdstider.
- På nuværende tidspunkt opnås ikke højere priser, hvis indholdet af uønskede stoffer og fysiske urenheder er lavere end grænseværdierne i affald til jord bekendtgørelsen, men flere aktører forventer, at pulpens renhed vil påvirke prissætningen i fremtiden
- Bioplastposer giver tekniske problemer i anlæggene og giver anledning til flere plaststykker i pulpen end almindelige plastposer. Bioplastposer forhindrer desuden fremtidig genanvendelse af almindelig plast i rejektet.

### Organisatoriske muligheder

Undersøgelsen har peget på en række muligheder for at påvirke kvaliteten af det organiske affald, der ikke har direkte teknisk karakter. De forskellige led i værdikæden har forskellige muligheder for at påvirke kvaliteten af det organiske affald ad organisatorisk vej. Undersøgelsen peger på følgende muligheder:

- Hele værdikæden: Dialog med resten af værdikæden
- Kommuner: Inddrage kvalitet af biopulp i udbud, enten som mindstekrav eller som tildelingskriterie
- Forbehandlingsanlæg: Visuel kontrol af affald ved modtagelse og dialog med leverandøren om sorteringskvaliteten, dialog med leverandørerne om sorteringskriterier
- Behandlingsanlæggene: Kvalitetskrav og kvalitetskontrol, prisdifferentiering på baggrund af renhed og ikke udelukkende på baggrund af biogaspotentiale



### **Migration fra plastposer og påvirkning fra plastemballager**

Der er foretaget en undersøgelse af, hvorvidt migration af uønskede stoffer fra plastemballage og indsamlingsposer af plast kan udgøre et problem for kvaliteten af biopulpen.

Der er blevet foretaget vurderinger i forhold til:

- Plastemballager, godkendt til fødevarekontakt
- Bioposer, godkendt i henhold til DS/EN 13432
- Almindelige affaldsposer og supermarkedssposer af PE (polyethylen)

Plastemballager, der er godkendt til fødevarekontakt, er underlagt EU's forordning for fødevarekontaktmaterialer af plast (EU forordning nr. 10, 2011), der stiller strenge krav til både indhold af en lang række stoffer, samt krav til migrationsniveauer af specifikke stoffer og krav til den totale migration af stoffer fra emballagen. Migration fra disse emballager er derfor velundersøgt, og det forventes ikke, at plastemballager, godkendt til fødevarekontakt, vil give problemer mht. migration af problematiske stoffer til det organiske affald.

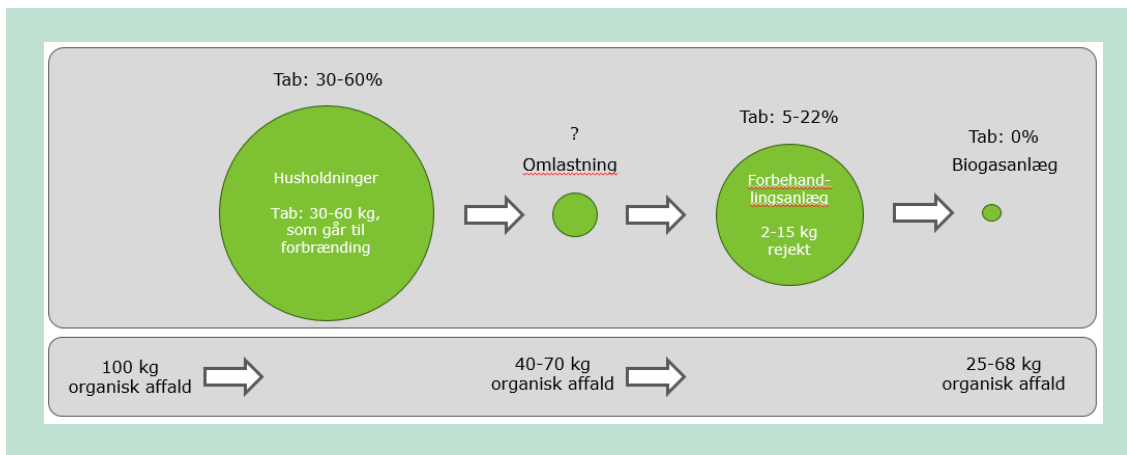
Der er grænseværdier for indhold af tungmetaller og en række miljøfremmede stoffer for Bioposer, godkendt i henhold til DS/EN 13432, og det vurderes ikke, at bioposerne vil kunne forringe det organiske affald i en sådan grad, at det ikke vil kunne opfylde grænseværdierne i hhv. Affald-til-jord-bekendtgørelsen og Økologiforordningen.

For de mere almindelige affaldsposer af plast gælder, at der her ikke er fastsat krav til, hvad de må indeholde. Der er desuden begrænset viden om indhold og især migration fra almindelige affaldsposer, som er et lavkvalitetsprodukt (den primære viden om migration stammer fra plastmaterialer, der er godkendt til fødevarekontakt). Der er derfor gennemført en worst-case beregning på urenheder af tungmetaller og PAH i farvestoffer i almindelige plastposer med henblik på at vurdere, om anvendelse af disse stoffer migrerer fra plastposerne til det organiske affald i en grad, så affald bliver uegnet til genanvendelse. Baseret på denne worst-case beregning kan det konkluderes, at migration af tungmetaller og PAH fra farvestoffer i platen ikke vurderes at udgøre et problem i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Økologiforordningen og Affald-til-jord-bekendtgørelsen.

Mulig påvirkning fra papirposer har ikke været en del af dette projekt. Modsat plastposer, der fjernes fra biopulpen, opløses papirposer og bliver en del af biopulpen. Det betyder, at alle stoffer fra f.eks. trykfarve, indgår i pulpen. Baseret på den worst-case beregning, der er foretaget på urenheder af tungmetaller og PAH i farvestoffer for almindelige plastposer, vurderes evt. farvestoffer fra trykfarve på papirposer ikke at forringe det organiske affald i en sådan grad, at det ikke vil kunne opfylde grænseværdierne i hhv. Affald-til-jord bekendtgørelsen og Økologiforordningen. Det skal dog understreges, at det ikke har været undersøgt nærmere hvilke kemiske stoffer, som papirposer evt. kan indeholde, og om disse stoffer evt. kan udgøre et miljømæssigt problem. Det kan derfor være relevant at gennemføre en undersøgelse af papirposers bidrag til uønskede stoffer i biopulpen.

## **10.2 Hvordan kan tabet af organisk materiale mindskes**

Undersøgelsen har vist, at der forekommer mere eller mindre tab af organisk materiale i hele værdikæden (husholdninger, transport/omlastning, forbehandling og behandling). Omfanget af tabet i de enkelte led i værdikæden fremgår af FIGUR 10.1. Boblerne i figuren symboliserer værdikædens aktiviteter, og jo større boblerne er, jo større tab sker der.



FIGUR 10.1: Tab af organisk materiale i værdikæden

Det fremgår af figuren, at husholdningerne står for det største tab af organisk affald med 30-60 %. Tabet kan bero på mange forskellige forhold, såsom manglende vedvarende indsats hos kommunerne for at motivere og informere borgerne om korrekt sortering, uklare sorteringsvejledninger, brug af mange forskellige begreber for organisk affald, uhensigtsmæssigt indsamlingsmateriel og –pose, tømningfrekvenser mv. For at mindske tabet hos husholdningerne kan følgende anbefales:

- Enkle og letforståelige sorteringsvejledninger
- Vedvarende kommunikationsindsats hos kommunerne
- Tæt dialog mellem kommuner og indsamlingsoperatører samt evt. forbehandlingsanlæg
- Kildesorteret organisk dagrenovation bør i en kommunikation over for borgeren kaldes madaffald, da det vil give de rette associationer og mindske tvivl om hvilke organiske fraktioner, der skal udsorteres

Det næststørste tab af organisk affald (5-22 %) findes hos forbehandlingsanlæggene, da en del af det organiske materiale klæber til indsamlingsposer og emballager, der i behandlingsprocessen fjernes fra affaldet og havner som rejekt. Rejektet bortskaffes typisk ved forbrænding. For at mindske tabet hos forbehandlingsanlæggene kan følgende observeres:

- Tab af organisk materiale afhænger ofte af graden af urenheder i det organiske affald, herunder sammensætningen af affaldet, erfaringer med anlægsdrift, viden om behandlingen af forskellige typer emballager, samt kombinationen af teknologier
- Forbehandlingsanlæggene arbejder løbende på at mindske tab af organisk materiale f.eks. gennem vask af rejekt.
- Løbende dialog med kommunale og erhvervskunder om kvalitet og indsamlingseffektiviteter af det organiske affald

Der blev i undersøgelsen identificeret et muligt tab af organisk materiale under indsamling og omlastning af affaldet. Tabet kan opstå særligt om sommeren ved lave tømningfrekvenser af det organiske affald, f.eks. hver 14. dag, hvor en del af affaldet når at blive nedbrudt til væske i beholderen. Hvis affaldet indsamles i en bil, der ikke er væsketæt, vil væsken blive tab. Ligeledes kan tab af væske ske på omlastestationer for det organiske affald, hvis omlastningen ikke foregår med væsketæt udstyr. Det har ikke været muligt at kvantificere tabet, men det vurderes at være relativt lille sammenlignet med tabet andre steder i værdikæden.

Det vurderes, at der ikke finder tab sted hos biogasanlæggene, hvor næringsstofferne forbliver i den afgassede biomasse og recirkuleres efterfølgende på landbrugsjorden.

### 10.3 Hvordan kan efterspørgslen fremmes gennem lovgivning og krav, herunder fremme af efterspørgsel hos økologiske landmænd

Der er i undersøgelsen bl.a. blevet spurgt ind til erfaringer med at efterleve krav og regler, som genanvendelse af organisk affald er omfattet af, samt hvordan efterspørgslen kan fremmes f.eks. gennem lovgivning. Der er blevet identificeret følgende muligheder for at fremme efterspørgslen af organisk affald til genanvendelse:

#### *Forenkling og harmonisering af forskellige regelsæt*

Området reguleres af flere forskellige regelsæt, som generelt kan virke meget komplekst og svært at gennemskue for aktørerne i værdikæden, herunder også de økologiske landmænd. Reguleringen af området virker unødigt administrativt tungt, og der opstår tvivl om, hvordan de enkelte regler fortolkes, og hvilke regler der gælder. Hvis der var større klarhed over hvilke regler, der gælder, og hvordan de opfyldes, kunne det tænkes, at f.eks. flere økologiske landmænd ville efterspørge organisk affald. Der peges derfor på et behov for:

- En forenkling af regelsættet f.eks. gennem en harmonisering af grænseværdierne i Økologi-forordningen med grænseværdierne i Affald til jord bekendtgørelsen. En harmonisering af regelsættet kan f.eks. lette administrationen og dokumentationen på området
- Udarbejde en vejledning på tværs af de forskellige lovgivninger, som f.eks. kunne omfatte definitioner af begreber, fortolkninger af reglerne, afklaring af grænseflader mellem de forskellige regler og krav mv. En vejledning kan være med til at mindske uklarheder og tvivl samt lette myndighedsbehandlingen på området

#### *Fortsat forbedring af kvalitet og fjernelse af fysiske urenheder i biopulpen*

Affald til jord bekendtgørelsens krav vurderes generelt af branchen som værende gode og relevante. Efter indførelsen af krav for fysiske urenheder er opfattelsen, at bekendtgørelsens regler sikrer en høj kvalitet af biopulp, der er med til at sikre efterspørgslen på organisk affald til genanvendelse.

Branchen ser dog gerne, at kravene skærpes over tid for at sikre en fortsat høj kvalitet, da det frygtes, at et enkelt tilfælde af afsætning af en dårlig kvalitet med højt indhold af fysiske urenheder vil ødelægge den kommende afsætning af biopulp til genanvendelse. Branchen har selv taget initiativ til at stramme Miljøstyrelsen vejledning om prøvetagning, herunder hvordan anlæggene skal forholde sig i tilfælde af overskridelser af grænseværdierne.

Branchen oplever endnu ikke, at lavt indhold af fysiske urenheder er en konkurrenceparameter på lige fod med biogaspotentiale og tørstofindhold. Der efterlyses, at indholdet af fysiske urenheder indgår som et tildelingskriterie i f.eks. kommunernes udbud, da det vil sikre en høj kvalitet og fortsat udvikling på området samt at de anlæg, der har udviklet og investeret i effektive teknologier kan udnytte dette konkurrencemæssigt.

En høj kvalitet af biopulp med et meget lavt indhold af fysiske urenheder er en vigtig parameter for økologerne ift. at aftage afgasset biomasse med indhold af biopulp. Det er derfor vigtigt, at myndighederne reagerer hurtigt med grænseværdier og dokumentation, så tilliden kan bevares. Det gælder generelt alle fremtidige problemstillinger omkring affald og affaldssortering.

#### *Øget tilsyn og håndhævelse af reglerne*

Generelt efterlyses øget tilsyn og håndhævelse af reglerne på området, særligt ift. nye aktører på markedet, som følge af, at udsortering af organisk affald til genanvendelse er i vækst. De nye aktører kan mangle den nødvendige viden om krav og regler. Branchen frygter, at dette kan give branchen et dårligt ry generelt og gå ud over afsætningsmulighederne.

### *Undgå etablering af overkapacitet på forbehandlingsanlæg*

Branchen vurderer, at der pt. er en lille overkapacitet hos forbehandlingsanlæggene, og at denne overkapacitet sandsynligvis vil fortsætte på trods af de kommende øgede indsamlede mængder organisk affald til genanvendelse. Anlæggene vurderer generelt, at der vil være afsætning af de fremtidige øgede mængder organisk affald til genanvendelse.

### *Undgå overflødige krav og regler*

Der blev i undersøgelse stillet spørgsmålstegn ved nødvendigheden af det vægtbaserede krav for plast-urenheder. Nogle af forbehandlingsanlæggene havde erfaringer for, at man ikke kunne overskride det vægtbaserede krav og samtidig overholde det areal-baserede krav. Det arealbaserede krav er den begrænsende faktor. Dermed virker det vægtbaserede krav overflødigt, når der samtidig er et arealbaseret krav.

I Affald til jord bekendtgørelsens § 21 er der en regel om, at der maksimalt må tilsættes 25% organisk affald i et biogasanlæg, hvis udbringningen af den afgassede biomasse skal omfattes af husdyrgødningsbekendtgørelsen. Hvis der tilsættes mere end 25 % organisk affald skal udbringningen ske efter Affald til jord bekendtgørelsen. Reglen vil måske fremover begrænse anlæggenes muligheder for at aftage større mængder kildesorteret organisk dagrenovation. Bestemmelsen er oprindeligt blevet indført for bl.a. at forhindre overdosering af fosfor, da den tidligere husdyrgødningsbekendtgørelse ikke omfattede doseringsgrænser for fosfor. Den nye husdyrgødningsbekendtgørelse regulerer nu fosfordoseringen, og dermed bortfalder argumentet om fosforregulering i Affald til jord bekendtgørelsen.

Endvidere var 25/75%-reglen nødvendig for at sikre analyse af den afgassede biomasse fra et affaldsbaseret biogasanlæg, men da alt affald, der tilføres et biogasanlæg, uanset om det er gyllebaseret eller affaldsbaseret, skal analyseres inden levering, vil en analyse af den afgassede biomasse være overflødig.

### *Øget betalingsvillighed*

Økologernes betalingsvillighed kan være med til at øge interessen for at producere autoriseret økologisk afgasset biomasse, der udelukkende indeholder input fra Økologiforordningens bilag 1. Økologernes betalingsvillighed afhænger dog af deres aktuelle behov for næringsstoffer og af prisen på alternative gødninger. Der er i dag 7 aktører, der har økologi-autorisation og afsætter afgasset gødning med økologiprocent, og flere er på vej.

Herudover blev følgende barrierer for afsætning til økologer identificeret:

- Økologer kan opnå et arealtilskud, som er 5-årigt økologitilsagn. Da tilsagnet er 5-årigt og en udtræden af tilsagnet betyder, at tilskuddet skal leveres tilbage, kan det forhindre, at økologerne aftager organisk affald.
- Logistik, transport og decentrale lagerfaciliteter hos slutbrugeren kan være en udfordring, både af praktisk, fysisk og økonomisk karakter.
- Beregning af mængden af kildesorteret organisk dagrenovation og anden vegetabilsk konventionel biomasse ift. den tilladte andel konventionelle gødning kan være en barriere. Dette arbejder landbrugets organisationer pt. for at ændre.

# 11. Forslagskatalog

I forbindelse med undersøgelsen er der fremkommet en række forslag til, hvordan man kan fremme kvaliteten af input- og outputmaterialet fra forbehandlingsanlæg, med henblik på at sikre en bedre kvalitet i det slutprodukt, der udsprede på landbrugsjord. De enkelt forslag er opdelt i tre kategorier og beskrevet herunder i forhold til, hvad forslaget går ud på, hvilke barrierer der er for at realisere forslaget og en vurdering af forslaget effekt.

# 1



## Renhedskrav i udbud

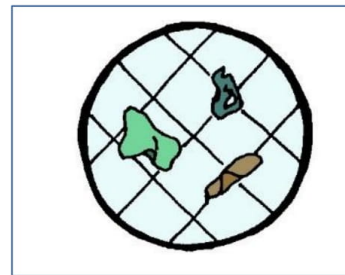
Forbehandlingsanlæggene foreslår, at der i forbindelse med udbud stilles krav til biopulpens renhed eller at renhed (maks. indhold af fysiske urenheder) indgår som et

tildelingskriterie i offentlige udbud af kildesorteret organisk dagrenovation. Dermed vil indholdet af fysiske urenheder blive en konkurrenceparameter på

lige fod med f.eks. økonomi, behandlings-sikkerhed mv. Endvidere kan det motivere anlæggene til at investere i teknologi, der kan fjerne flere urenheder fra pulpen.

### Udbud

Det foreslås, at der udarbejdes informationsmateriale om hvilke krav til fysiske urenheder, der er gældende, herunder forslag til, hvordan tildelingskriterier for indhold af fysiske urenheder i forarbejdet organisk affald til genanvendelse kan formuleres i forbindelse med udbud. Materialet målrettes offentlige udbydere af organisk affald til genanvendelse.



## Barrierer

### Få tilbud

Skrappe renhedskrav som tildelingskriterier kan betyde, at der kun er få anlæg, der kan byde på opgaven. Dermed opnås ikke en optimal konkurrencesituation

### Øget behandlingspris

Krav om øget renhed i udbud kan betyde, at behandlingspriserne øges.

### Risiko for mere spild/tab

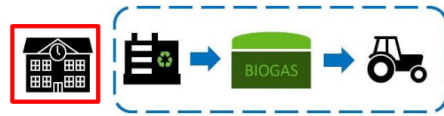
Meget skrappe renhedskrav kan give risiko for mere spild/tab af organisk materiale til genanvendelse

## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Fjernelse af fysiske urenheder fra organisk affald vil blive en konkurrenceparameter, som vil give incitament til øget udvikling og investering i at forbedre kvaliteten
- Øget markedsmæssig fokus ift. hvad der skal investeres i

## 2



# Benchmarking

Kvaliteten af KOD varierer meget og det kan resultere i store tab af organisk affald til genanvendelse. I dag er f.eks. forbrændingsanlæg og deponier underlagt krav

om benchmarking (BEATE rapporter). En tilsvarende benchmarking af værdikæden eller enkelte led i kæden kunne synliggøre mulighederne for at optimere både

indsamlingseffektivitet, fejlsorteringer, sorteringsadfærd samt anlægseffektivitet og kvalitet af biopulp.

### Årlig benchmark-rapport

Det foreslås, at der udarbejdes benchmark-rapporter for enten hele værdikæden eller enkelte led i værdikæden f.eks. indsamlingsleddet eller forbehandlingsleddet ift. f.eks.:

- Indsamlingseffektivitet
- Fejlsorteringsprocent
- Kvalitet/urenheder



## Barrierer

### Metode udvikling

Det kan være en udfordring af udvikle bench-mark metoder, der kræver ressourcer og viden.

### Økonomi

Indhentning og behandling af data er forbundet med omkostninger.

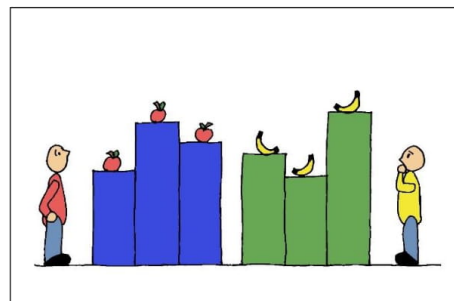
### Politisk

Der kan være politisk erhvervsmæssig uvilje mod benchmarking af affaldshåndteringssystemer

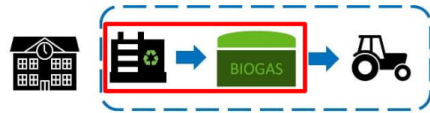
## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Sikre og øge kvaliteten samt fokus på renhed
- Realisering af en større del af potentialet for organisk affald
- Større viden om krav og konsekvenser for værdikæden
- Mere ensretning i udsorteringskriterier mv. hos kommunerne



# 3



## Driftsoptimering og læring

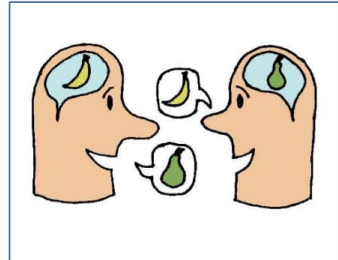
Det kræver stor viden og erfaring, at drive forbehandlings- og behandlingsanlæg for organisk affald for at sikre en optimal proces og høj kvalitet i det behandlede slutprodukt. Endvidere er

samspillet mellem aktørerne i værdikæden ofte afgørende for det samlede resultat, når organisk affald skal genanvendes. Et bredt tværgående uddannelsesforløb (f.eks.

lighed med deponeringsuddannelsen), der henvender sig til flere led i værdikæden kunne være med til at optimere hele kæden.

### Uddannelsesforløb og erfaringsnetværk

Det foreslås, at der etableres et uddannelses- og erfaringsudvekslingsforløb for aktører f.eks. driftspersonale i værdikæden for genanvendelse af organisk affald f.eks. under AMU. Forløbet skulle fokusere på praktik og kunne f.eks. omfatte lovgivning, prøvetagning, egenkontrolprogrammer, driftsoptimering mv.



## Barrierer

### Branchen/virksomheder

Branchen og/eller de enkelte virksomheder kan have en modvilje mod dette pga. konkurrencehensyn

### Økonomi

Omkostningerne til både etablering af uddannelse og selve uddannelsen kan være en barriere

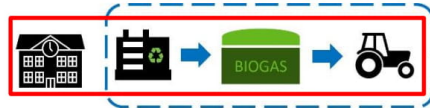
## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Øget viden om krav og regler
- Øget kvalitet af prøvetagninger og egenkontroller
- Øget opmærksomhed på kvalitet og renhed i driften
- Læring på tværs af anlæg og teknologier



# 4



## Værdikæde partnerskaber

Beslutninger truffet et sted i værdikæden påvirker næste led i kæden og ofte gennem hele værdikæden, både i forhold til kvalitet

og tab. En løbende dialog mellem aktører gennem hele værdikæden kan medvirke til en øget forståelse, en afklaring af

udfordringer og optimering af kæden mv., samt skabe udvikling og nye løsninger.

### Værdikæde partnerskaber

Det foreslås, at der etableres et partnerskab for fremme af organisk affald til genanvendelse med deltagere fra hele værdikæden. Partnerskabet bør arbejde med meget konkrete emner og vil have behov for et velfungerende sekretariat. Partnerskabets aktiviteter kan f.eks. være:

- Formulere fælles vision for området
- Iværksætte udviklings- og vidensprojekter
- Nedsætte netværksgrupper, der f.eks. kan diskutere emner som posevalg og effektiv kommunikation mellem aktører
- Formidle viden og data for området, som f. eks. vejledning om, hvordan de forskellige regelsæt kan omsættes til praksis

### Barrierer

#### Manglende deltagelse

Aktører i værdikæden ønsker ikke at deltage i partnerskabet

#### Konkurrence

Pga. stor konkurrence er partnerskabet ikke handledygtigt

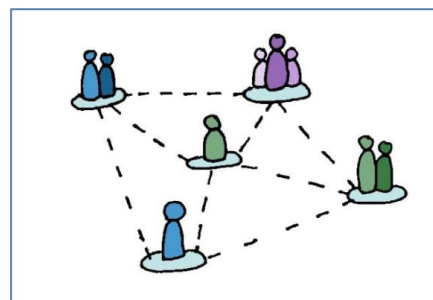
#### Sekretariat

Det er som regel nødvendigt at nedsætte et sekretariat til at drive partnerskaber, hvilket er en omkostning, som kan være en barriere

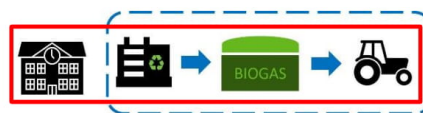
### Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Øget viden, udvikling og innovation inden for behandling af organisk affald til genanvendelse
- Øget forståelse for sammenhænge mellem indsamling, for- og behandling, afsætning/brug og kvalitet/marked/efterspørgsel
- Optimering og effektivisering af værdikæden



# 5



## Vidensprojekter

Der er identificeret nogle områder, hvor der fortsat mangler viden før man kan vurdere, hvorvidt der er behov for en egentlig

indsats. I nogle tilfælde er der gennemført undersøgelser, men de er ikke nået bredt ud til de relevante aktører, så der

kan både være tale om behov for at generere ny viden og for at indsamle og systematisere eksisterende viden.

### Vidensprojekter

Der kan f.eks. være behov for at indsamle eller generere viden på følgende områder:

- Tab af væske under indsamling af organisk affald
- Kommunikation med initiativ nr. 20 "Nationalt forsknings- og innovationsnetværk om mikroplast" fra regeringens plastikhandlingsplan
- Indhold af næringsstoffer herunder mikronæringsstoffer i slutproduktet
- Nedbrydningen/omsætning under indsamling og transport med fokus på udledning af klimagasser.

## Barrierer

### Stor konkurrence om midler

Der er behov for midler i mange andre brancher og projektområder er ofte i konkurrence med andre områder.

### Politisk prioritering

Området nedprioriteres politisk med få eller ingen midler til følge.

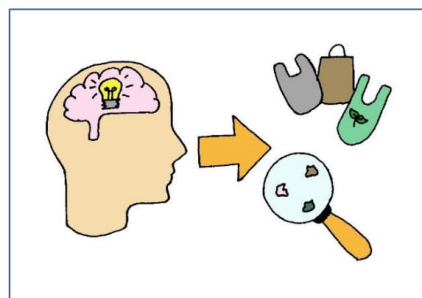
### Medfinansiering

Krav om medfinansiering af projekter kan være en barriere for især små og mellemstore virksomheder.

## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Der opnås viden, som kan bruges til at prioritere fremtidige tiltag, teknologiudvikling mv.
- Ny viden kan bruges til optimering af hele værdikæden.



# 6



## Udviklings- og demonstrationsprojekter

Det er forbundet med store omkostninger og stor usikkerhed at gennemføre teknologiske udviklings- og demonstrationsprojekter. Det betyder, at

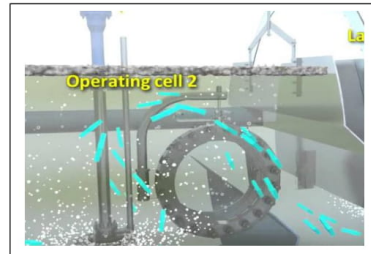
virksomheder må overveje nøje, om chancen for øget indtjening står mål med den økonomiske risiko. Samtidig kan der være gode muligheder for at

overføre separations- og rensningsteknologier fra andre industrier til dette område.

### Udviklings- og demonstrationsprojekter

Det foreslås, at der indenfor de eksisterende programmer prioriteres projekter, der har til formål at:

- Øge renhed dvs. fjerne urenheder fra biopulpen
- Mindske tab af organisk materiale til rejekt
- Genbruge plast fra rejekt



### Barrierer

#### Stor konkurrence om midler

Der er også behov for midler i mange andre brancher og projektområder er ofte i konkurrence med andre områder.

#### Politisk prioritering

Området nedprioriteres politisk med få eller ingen midler til følge.

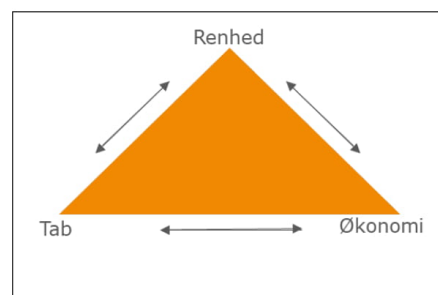
#### Medfinansiering

Krav om medfinansiering ved projekter kan være en barriere for især små om mellemstore virksomheder.

### Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekt:

- Fortsat høj kvalitet sikres til gavn for efterspørgslen
- Styrkelse af den internationale konkurrenceevne for dansk forbehandlingsteknologi og knowhow



# 7



## Løbende revurdering af renhedskrav

Flere af aktørerne i værdikæden fremhæver vigtigheden af høj kvalitet og renhed i biopulpen. Særligt plasturenheder er i

fokus. Branchen ser lav kvalitet som en potential hindring for en fremtidig genanvendelse af organisk affald, særligt set i lyset af

et kommende EU krav om obligatorisk separat sortering af organisk affald ved udgangen af 2023.

### Lovkrav

Det foreslås, at grænseværdierne for fysiske urenheder løbende revurderes i Affald til jord bekendtgørelsen. Her tænkes især på grænseværdierne for plasturenheder. Grænseværdier kan f. eks. revurderes hvert 4 -8. år og eventuelle skærpelser kan meldes ud i god tid f.eks. 1-3 år før de træder i kraft.



## Barrierer

### Teknologi

Forbehandlingsanlæg vil blive presset teknologisk til at udvikle og investere i ny teknologi, der kan de nye overholde krav.

### Økonomi

Udvikling og investering i ny teknologi kan presse anlæggenes økonomi ligesom behandlingsprisen kan blive dyrere.

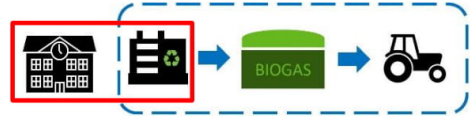
### Eksport til udlandet

Hvis udlandet har lempelige krav til renhed kan det risikeres, at biopulpen eksporteres til genanvendelse i udlandet.

## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekter:

- Fortsat høj kvalitet og fokus på renhed
- Øget tillid til slutproduktet og genanvendelsen
- Øget efterspørgsel
- Fortsat teknologiudvikling og investering
- Meget skrappe krav kan føre til øget tab, hvis f.eks. biopulp af emballerede fødevarer ikke kan leve op til kravene



## Harmonisering af grænseværdier

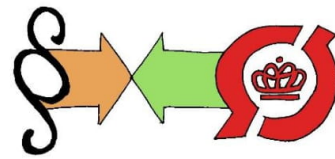
Biopulp fra organisk affald, der efter behandling i et biogasanlæg skal afsættes til økologiske landbrug skal opfylde

grænseværdier for tungmetaller i EU's Økologiforordning. Disse grænseværdier er lavere end grænseværdierne i

Affald til jord bekendtgørelsen og i nogle tilfælde lavere end EN 13432 standarden for bionedbrydelige poser.

### Lovkrav

Det forstås, at grænseværdierne for tungmetaller i Affald til jord bekendtgørelsen harmoniseres med Økologiforordningen. Det vil bl.a. betyde, at en række grænseværdier sænkes og at der skal analyseres for chrom VI. Herved vil en opfyldelse af kravene i Affald til jord bekendtgørelsen samtidig være en dokumentation for, at det organiske affald er egnet til brug i økologiske landbrug.



## Barrierer

### Tab

Risiko for øget tab af organisk affald, der ikke kan overholde de skærpede grænseværdier for tungmetaller

### Eksport til udlandet

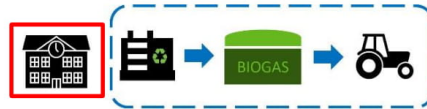
Hvis udlandet har lempelige grænseværdier kan det risikeres, at det organiske affald eksporteres til genanvendelse i udlandet

## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekter:

- Regelforenklning, der medfører mindre administrativt arbejde for anlæggene
- Overholdelse af et sæt grænseværdier sikrer anvendelse hos alle typer landbrug, herunder økologiske landbrug
- Organisk affald til økologisk brug reguleres ift. både tungmetaller, miljøfremmede stoffer og fysiske urenheder

# 9



## Vejledning

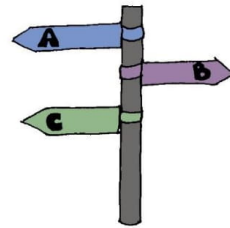
Organisk affald til genanvendelse er omfattet af affald til jord- og husdyrgødningsbekendtgørelserne samt

økologiforordningen. Det giver ofte forvirring og tvivl ift., hvordan de forskellige regler forstås og opfyldes. Herudover

anvendes der ofte forskellige begreber og fortolkninger, som ofte giver anledning til tvivl og misforståelser.

### Oplysning

Det foreslås, at der udarbejdes en vejledning, der beskriver samspillet mellem affald til jord- og husdyrgødningsbekendtgørelserne samt økologiforordningen. Vejledningen bør omfatte definitioner og afklaringer af de anvendte begreber i de forskellige regelsæt. Endvidere bør vejledningen omfatte praktiske eksempler og anvisninger, så det tydeliggøres, hvordan regelsættene kan overholdes.



## Barrierer

### Uforenelighed

Det kan vise sig, at de enkelte regelsæts krav og regler i udgangspunktet kan være uforenelige og evt. vil kræve lovændringer, hvis de skulle kunne fungere sammen i praksis. Det kan gøre det vanskeligt at udarbejde en vejledning.

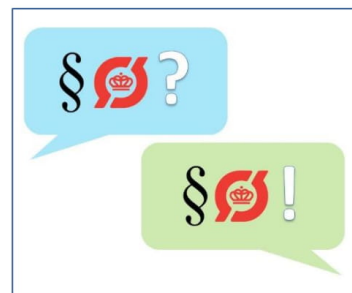
### Ressourcer

Det kræver ofte mange ressourcer og tid, at udarbejde vejledninger på tværs af forskellige ressortområder og administrationer.

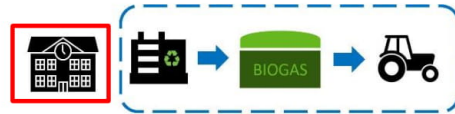
## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekter:

- Større afklaring i branchen omkring det samlede regelgrundlag og hvordan det efterleves i praksis, hvilket kan føre til større chance for, at slutproduktet kan bruges hos økologerne
- Færre henvendelser til myndighederne om, hvilke regler der gælder og hvordan de forstås og opfyldes.



# 10



## Rejsehold

Flere af aktørerne i værdikæden har fremført, at der er behov for at klæde kommunerne bedre på ift. sorteringskriterier, information/oplysning til

borgerne om sortering, viden om værdikæden ift. renhed og kvalitet, herunder konsekvenser for genanvendelsen, nye og kommende krav/regler

mv. Rejseholdet kan evt. kombineres med en erfaringsopsamling, så kommunerne kan få gavn af hinandens erfaringer.

### Ministerielt rejsehold

Det forslås, at Miljø- og Fødevareministeriet etablerer et rejsehold, der kan hjælpe kommunerne med viden om udsortering af organisk affald hos borgerne. Rejseholdet kunne have til opgave at udarbejde informations-/oplysningsmateriale til kommunernes brug overfor borgere, oplyse om sorteringskriterier ift. konsekvenser i værdikæden, nye regler og krav, erfaringsopsamling mv.



## Barrierer

### Økonomi

Det kan være svært at kvantificere og dokumentere effekterne af rejseholdets arbejde

### Politisk prioritering

At afsætte ressourcer (tid og penge) til et rejsehold kan være politisk nedprioriteret

## Effekt

Det vurderes, at forslaget vil medføre følgende effekter:

- Sikre og øge kvaliteten samt fokus på renhed
- Realisering af en større del af potentialet for organisk affald
- Større viden om krav og konsekvenser for værdikæden
- Mere ensretning i udsorteringskriterier mv. hos kommunerne



# 12. Litteraturliste

## **Artikler**

Bhunia et al. (2013) *Migration of Chemical Compounds from Packaging Polymers during Microwave, Conventional Heat Treatment, and storage*. Bhunia K., Sablani S. S., Tang J., Rasco B. i "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety", vol. 12. Institute of Food Technologist. Tilgængelig:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12028>

Christensen (2018) "Har investeret 100 millioner: - Kommunale planer smadrer min forretning", Christensen, J. H. i *Fyens Stiftstidende*, 28-08-2018. Tilgængelig:

<https://www.fyens.dk/erhverv/Har-investeret-100-millioner-Kommunale-planer-smadrer-min-forretning/artikel/3280290>

Errboe (2017) "Klar til at sortere? Sådan omdannes københavnernes madaffald til biogas" i *Ingeniøren*. 31. august 2017

Da Costa Ferreira et. al (2018) "Composting of household organic waste and its effects on growth and mineral composting of cherry tomato", da Costa Ferreira A., da Silva Dias N., de Sousa Junior, F. S., da Costa Ferreira D. A., dos Santos Fernandes C., de Sousa Leite T. i *Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, ISSN: 1980-993X

Hahladakis et al. (2018) "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling", Hahladakis J. N., Velis C. A., Webert R. Iacovidou E., Punella P i *Journal of Hazardous Materials*, vol. 344, s. 179-199. Tilgængelig:

<http://eprints.whiterose.ac.uk/122233/10/1-s2.0-S030438941730763X-main.pdf>

Hansen et al. (2007) "Effects of pre-treatment technologies on quantity and quality of source-sorted municipal proganic waste for biogas", Hansen L. T., Jansen J. I. C., Davidsson Å., Christensen, T. H. i *Waste Management*, vol. 27, nr. 3, s. 398-405

Husted (2017) "Her kan der være behov for tilførsel af næringsstoffer", Husted S. i *Plantekongres 2017*

Naroznova, I., Scheutz, C., & Møller, J. (2016). Management of source-separated organic household waste intended for anaerobic digestion. Kgs. Lyngby: Technical University of Denmark, DTU Environment

Schjørring (2005) "Hvad betyder tungmetaller for jordkvaliteten?", Schjørring J. K. i *Plantekongres 2005*, s. 257-358

Schjørring (2010) "Funktion og behov for mikronæringsstoffer", Schjørring J. K. i *Plantekongres 2010*, s. 79-81

Skøtt (2017) "Nu kan madaffald blive til biogas og gødning", Skøtt T., i *FiB*, nr. 61, september 2017. Tilgængelig:

<http://www.biopress.dk/PDF/nu-kan-madaffald-blive-til-biogas-og-godning>

Stepkowska & Kowalczyk (2016) "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in carbon black" i *Elastomery* nr. 1, s. 7-11. Tilgængelig:



[http://www.elastomery.pl/streszczenia/E2016\\_1\\_Stepkowska.pdf](http://www.elastomery.pl/streszczenia/E2016_1_Stepkowska.pdf)

## **Internetsider**

ADBA (n.d.) *Case study: Huber – Removal of plastics*. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:  
<http://adbioresources.org/library/case-studies/case-study-huber-removal-of-plastics/>

Aikan (n.d.) *Sådan virker det*. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:  
<https://aikan.dk/home/hvordan%20virker%20det.html>

Billund Biorefinery (n.d.) *Fremtidens anlæg*. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:  
<http://www.billundbiorefinery.dk/>

BioTrans Nordic (n.d.) *Systemet*. Besøgt d. 05-12-2018. Tilgængelig:  
<http://biotrans-nordic.com/biotrans-systemet/>

Cellwood Machinery (n.d.a) *Rejct separator*. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:  
<http://cellwood.se/bioenergy/reject-separator/>

Cellwood Machinery (n.d.b) *Grubbens Reject Separator*. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:  
<http://cellwood.se/wp-content/uploads/2017/06/Reject-separator-for-bioenergy.pdf>

DMU (n.d.) *Tungmetaller i danske jorder*. Besøgt den 20 december 2018. Tilgængelig:  
[https://www.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Miljoe-tilstand/3\\_jord/4\\_tungmetaller/tungmetaller.htm](https://www.dmu.dk/1_viden/2_Miljoe-tilstand/3_jord/4_tungmetaller/tungmetaller.htm)

Energimyndigheten (2017) *Fler substrat kan bli biogas med nya rötningstekniker*. 03-06-2017.  
Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:  
<http://www.energimyndigheten.se/effekter-av-vara-satsningar/fluor-substrat-kan-bli-biogas-med-nya-rotningstekniker/>

ENVIROPRO (2016) *Working to reduce plastic contamination in AD digestate*. 22. Juli 2016.  
Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:  
<https://www.enviropro.co.uk/entry/133695/MSE-Hiller/Working-to-reduce-plastic-contamination-in-AD-digestate/>

Fog (2015) *Bioforsuring af gylle*, Fog E., SEGES. Besøgt den 20-12-2018:  
[https://www.landbrugsinfo.dk/oekologi/biogas/sider/Bioforsuring\\_af\\_gylle\\_forside.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/oekologi/biogas/sider/Bioforsuring_af_gylle_forside.aspx)

Gammelby (2015) *Simpelt sukker kan reducere skadelige ammoniakdampe fra gylle*, Gammelby P. F., Aarhus Universitet. Besøgt den 20-12-2018. Tilgængelig:  
<http://eng.au.dk/nyheder-og-arrangementer/nyheder/vis/artikel/simpelt-sukker-kan-reducere-skadelige-ammoniakdampe-fra-gylle/>

Gemidan Ecogi (n.d.) *Ecogi-anlæggets opbygning*. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:  
[http://ecogi.dk/wp-content/uploads/2016/06/Ecogianlaeggets\\_opbygning\\_rv\\_002.pdf](http://ecogi.dk/wp-content/uploads/2016/06/Ecogianlaeggets_opbygning_rv_002.pdf)

Huber Technology (n.d.) *Digestate Plastics Removal on an AD site Wiltshire*. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig:  
<https://www.huber.de/huber-report/ablage-berichte/sludge-treatment/digestate-plastics-removal-on-an-ad-site-in-wiltshire.html>

NC Miljø (n.d.) *Organisk affald*. Besøgt den 06-12-2018. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:  
<http://www.ncmiljoe.dk/organisk-affald/>

Olesen (2017) "HedeDanmark – nu også med import af animalske produkter til biogas", Olesen E. E. HedeDanmark, 25-01-2017. Besøgt den 06-12-2018. Tilgængelig:

<https://www.ressourcegenanvendelse.dk/Nyheder.11097/HedeDanmark-%E2%80%93-nu-ogs%C3%A5-med-import-af-animalske-produkter-til-biogas.727.aspx>

Plastindustrien (2018) *Det store plastleksikon*. Besøgt den 05-12-2018. Tilgængelig: <https://plast.dk/det-store-plastleksikon/>

## **Interviews**

AffaldPlus (2018) Interview med AffaldPlus d. 15. november 2018

BIGADAN (2018) Interview med BIGADAN d. 8. november 2018

Billund Biorefinery (2018) Interview med Billund Biorefinery d. 7. november 2018

BioTrans Nordic (2018) Interview med BioTrans Nordic d. 23. oktober 2018

Biovækst (2018) Interview med Biovækst d. 25. oktober 2018

DAKA (2018) Interview med DAKA d. 26. oktober 2018

Hashøj Biogas (2018) Interview med Hashøj Biogas d. 1. november 2018

HCS (2018) Interview med HCS d. 15. oktober 2018

Komtek (2018) Interview med Komtek d. 22. oktober 2018

Linko Gas (2018) Interview med Linko Gas d. 12. november 2018

RagnSells (2018) Interview med RagnSells d. 22. oktober 2018.

## **Lovgivning**

BEK 1001 (2018) *Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål*. BEK nr. 1001 af 27/6/2018. Miljø- og Fødevareministeriet. Tilgængelig: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=202047>

Dansk Standard (2006) *Emballage – Krav til emballage, som kan genanvendes ved kompostering og bionedbrydning . Prøvningsmetoder og evalueringskriterier for endelig godkendelse af emballage (DS/EN 13432)*

EU Forordning nr. 10 (2011) *Kommissionens forordning (EF) nr. 10/2011 af 14. januar 2011 om plastmaterialer og –genstande bestemt til kontakt med fødevarer*. Tilgængelig: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/84665a0a-f9e5-4eae-aac5-af4fd4c8ac94/language-da>

EU Forordning nr. 889 (2008) *Kommissionens forordning (EF) nr. 889/2008 af 5. september 2008 om gennemførelsesbestemmelser til Rådets forordning (EF) nr. 834/2007 om økologisk produktion og mærkning af økologiske produkter, for så vidt angår økologisk produktion, mærkning og kontrol*. Tilgængelig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0889&from=da>

## **Rapporter**

AMU Syd (2010) *Materialevalg ved plastproduktion*. AMU Syd. 12.2010.

Bruun et al. (2013) *Betydning og værdisætning af kulstoflagring i forbindelse med tilførsel af organisk affald*. Bruun A., Thorsen B. J., Stoumann L., Nielsen M. P., Bentsen N. S. Miljøprojekt nr. 1482, Miljøstyrelsen. Tilgængelig: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2013/04/978-87-93026-13-1.pdf>

COWI (2017a) *Posekvalitetens og materialets betydning for indholdet af fysiske urenheder i biopulp*. Kerteminde Forsyning, Miljøstyrelsen. December 2017.

COWI (2017b) *Kvalitet af poser til bioaffald. Rapport – erfaringsopsamling*. ARC, COWI. Februar 2017

Eriksen et al (2009) *Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils – Opinion from the Panel on Contaminants in the Norwegian Scientific Committee for Food Safety*, Eriksen G. S., Amundsen C. E., Bernhoft A., Eggen T., Grave K., Halling-Sørensen B., Källqvist T., Sogn T., Svendrup L. Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM)

Fog (2014) *Biomasser der kan anvendes til produktion af økologisk biogas*, Fog E., Videncenteret for Landbrug

Fødevarestyrelsen (2018) *Slutrapport for kampagne om fremstilling, oplagring, anvendelse og sporbarhed af organisk gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold*, 5. februar 2018

Gylling, Lillethorup & Jensen (2016) *Organisk affald fra husholdninger og servicesketoren samt effekter af nuværende anvendelse*, Gylling M., Lillethorup T. R., Jensen M. V., 12. januar 2016, IFRO udredning nr. 2016/03

Hansen et al. (2013) *Hazardous substances in plastic materials*. Hansen H., Nilsson N. H., Lithner D., Lassen C. TA 3017, Klima- og forureningsdirektoratet. Tilgængelig: <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/3017/ta3017.pdf>

Hansen et al. (2014) *Problematisk kemiske stoffer i plast - Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter nr. 132*. Hansen E., Nilsson N., Vium K. S. R. Miljøstyrelsen. Tilgængelig: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/12/978-87-93283-30-5.pdf>

Hummelshøj & Bloch (2004) *Udvikling af metoder til udnyttelse af animalsk affald i biogas og udvinding af fosfor fra kød- og blemmelforbrænding*, Hummelshøj R., Bloch K. S., Miljøstyrelsen

Jansen & Christensen (2003) *Samlerapport for projekter om bioforgasning af organisk dagrenovation gennemført 2000-2002*. Jansen J. C., Högskola L. T., Christensen, T. H. Miljøprojekt nr. 803, Danmarks Tekniske Universitet, Miljøstyrelsen. Tilgængelig: <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-600-3/pdf/87-7972-601-1.pdf>

Jensen L.S. (2015) *Udvikling af beregningsmodel til bestemmelse af gødningsværdi og fastsættelse af udnyttelsesprocent for biomasser til biogasanlæg*. Rapport for Miljøstyrelsen, udgivet af Institut for Plante- og Miljøvidenskab, Københavns Universitet

Jørgensen, Mikkelsen & Ege (2015) *Anvendelse af organisk affald i biogasanlæg*, Jørgensen L. B., Mikkelsen L., Ege C., Det Økologiske Råd, september 2015

Komtek Miljø (2016) *Test af dagrenovation fra Affald Plus*. 29. januar 2016. Tilgængelig: <https://www.affaldplus.dk/sites/default/files/mediarkiv/Dokumenter/KUA/Udbud/Pulp/dagrenovation-test3.pdf>

Kai & Iversen (2012) *Klima- og miljøteknologier i fremtidens fødevarerproduktion*, Kai P., Iversen A., Styrelsen for Forskning og Innovation

Lerche, Petersen & Tønning (2018) *Kortlægning af sammensætningen af dagrenovation og kildesorteret organisk affald fra husholdninger 2017*, Lerche F., Petersen C., Tønning K.

Undgå affald, stop madspild nr. 17, marts 2018, Miljøstyrelsen. Tilgængelig:

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/03/978-87-93614-78-9.pdf>

Levén et al. (2012) "Mikroplaster i biogasprocessen - Førstudie", Levén L., Nordberg U., Yngvesson J., Henriksson G., Enebro J. Waste Refinery

Naroznova et. al (2016) *Management of source-separated organic household waste intended for anaerobic digestion*, Naroznova I. Scheutz C. & Møller J. Kgs. Lyngby: Technical University of Denmark, DTU Environment

Nielsen et al. (2005) *Feltundersøgelse af vanforsyningens plastrør*. Nielsen L. M., Falkenberg J., Fuglsang I. A., Christensen A. G., Fischer E. V., Hansen N. Miljørapport nr. 1049, Miljøstyrelsen. Tilgængelig:

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2005/87-7614-863-7/pdf/87-7614-864-5.pdf>

NIRAS & Reno Sam (2013) "Kortlægning af indsamlings- og forbehandlingsmetoder for organisk affald", NIRAS, Reno Sam, Januar 2013.

Nissen, Sørensen & Grubb (2018) *Affaldsstatistikken 2016*. Miljøprojekt nr. 2020, juni 2018. Miljøstyrelsen.

Pedersen (2017) *Oversigt over landsforsøgene*, Pedersen J. B., Landbrug og Fødevarer.

Petersen et al. (2012) *Kortlægning af dagrenovation i enfamilieboliger*, Petersen C., Kaysen O., Edjabou V., Manokaren A. Tønning K., Hansen T. Miljøprojekt nr. 1414, Miljøstyrelsen. Tilgængelig:

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2012/05/978-87-92779-94-6.pdf>

Petersen et al. (2014) *Kortlægning af Dagrenovation I Danmark – Med focus på etageboliger og madspild*, Petersen C., Kaysen O., Manokaran S., Tønning K., Hansen T. Undgå affald, stop madspild nr. 1, Miljøstyrelsen. Tilgængelig:

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/05/978-87-93178-52-6.pdf>

Plastic Europe (2018) *Plastics – The Facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data*. Plastic Europe. Association of Plastic Manufacturers. Tilgængelig:

[https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics\\_the\\_facts\\_2017\\_FINAL\\_for\\_website\\_one\\_page.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf)

Plastix, Lemvig Biogasanlæg & Province (2018) "Zepapress – Decentralt forbehandlingsanlæg til organisk affald", Plastix, Lemvig Biogasanlæg, Province. Miljøprojekt nr. 2007, Miljøstyrelsen

Riber & Christensen (2006) *Måling af tungmetaller I dansk dagrenovation og små brændbart*, Riber C., Christensen, T. H. Miljøstyrelsen, miljøprojekt nr. 1085

SCCS (2015) *Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) – Opinion on Carbon Black (nano-form)*. SCCS/1515/13. December 2015. Tilgængelig:

[https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/consumer\\_safety/docs/sccs\\_o\\_144.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_144.pdf)

Schmidt (2006) *Miljø- og sundhedsforhold for plastmaterialer*. Miljøprojekt nr. 1103. FORCE Technology, Miljøstyrelsen. Tilgængelig:

<https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2006/87-7052-135-2/pdf/87-7052-136-0.pdf>

Tamm, Persson & Hjort (2014) *Nya förbehandlingstekniker för ökad koncentration av växtnäring i biogödsel*. Tamm D., Persson E. & Hjort A. Avfall Sverige, april 2014. Rapport B2014:02, ISSN: 1103-4092

Tersbøl (2016) *Leverandør til økologisk biogasanlæg*, Tersbøl, M., NaturErhvervsstyrelsen.

Tilgængelig:

<https://okologi.dk/media/1447304/leverandoer-til-oekologisk-biogasanlaeg.pdf>

Vandpanelet (2004) *Afsmitning til drikkevand fra plastrør anvendt til vandforsyningsformål – Identifikation af potentielle stoffer*. Vandpanelet, September 2014. Tilgængelig:

[https://www.danva.dk/media/2668/vejledning-nr-60-plast\\_rapport\\_ver171.pdf](https://www.danva.dk/media/2668/vejledning-nr-60-plast_rapport_ver171.pdf)

Videncentret for Landbrug (2010) *Vejledning for god produktionspraksis I primærproduktionen – en branchekode*, Landbrug af Fødevarer, Videncentret for Landbrug, 2. udgave. Tilgængelig:

[https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Foder/Virksomheder/vejledninger/Branchekodeforgodproduktionspraksis\[1\].pdf](https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/Foder/Virksomheder/vejledninger/Branchekodeforgodproduktionspraksis[1].pdf)

Whitt (2014) *Studies to characterize heavy metal content and migration from recycled polyethylene terephthalate – A thesis presented to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo*. Whitt M. J-R, december 2014.

### **Præsentationer ved konferencer**

Hansen (2017) *Præsentation ved Biogaskonference hos KARA/NOVEREN*. 17. august 2017.

<https://www.gate21.dk/wp-content/uploads/2017/09/Forbehandling-af-KOD-Rasmus-N%C3%B8r-Hansen-Roskilde-Universitet.pdf>

Wagner, Jacob, Bigadan præsentation: <https://docplayer.dk/33466769-Kod-set-fra-biogas-anlaeggenes-side-biomassechef-phd-bioenergy-jacob-wagner-jensen.html> og <https://docplayer.dk/33466769-Kod-set-fra-biogas-anlaeggenes-side-biomassechef-phd-bioenergy-jacob-wagner-jensen.html>

Lübben, Karen, formand for DAKOFA's Kommunenetværk. Præsentation ved DAKOFA konference den 28. august 2018:

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjkbq5qTgAhUO6KQKHSIEBK8QFjAAeg-QIAhAC&url=https%3A%2F%2Fdakofa.dk%2F%3Ftype%3D71598%26tx\\_tcdakofa\\_forcedownload%255Bdownload%255D%3D30621%26tx\\_tcdakofa\\_forcedownload%255Bcode%255D%3D3efbb1a7016e55f6cf9fccbea96bf745c4027ca4%26cHash%3D2568e25f6fc19f97d1c6759994177719&usq=AOvVaw2EkpzrDhozf0lqT2BLiST](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjkbq5qTgAhUO6KQKHSIEBK8QFjAAeg-QIAhAC&url=https%3A%2F%2Fdakofa.dk%2F%3Ftype%3D71598%26tx_tcdakofa_forcedownload%255Bdownload%255D%3D30621%26tx_tcdakofa_forcedownload%255Bcode%255D%3D3efbb1a7016e55f6cf9fccbea96bf745c4027ca4%26cHash%3D2568e25f6fc19f97d1c6759994177719&usq=AOvVaw2EkpzrDhozf0lqT2BLiST)

### **Publicerede rapporter fra Miljøstyrelsen**

Forbehandling biopulp til biogas, Rambøll. Miljøprojekt nr. 2072, 2019

Samfundsøkonomisk vurdering af det organiske affald fra servicesektoren til genanvendelse, NIRAS. Miljøprojekt nr. 2070, 2019

På vej – mod øget genanvendelse af husholdningsaffald (livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk konsekvensvurdering), COWI. Miljøprojekt nr.2059, 2019.

Tab ved genanvendelse, COWI. Ikke-publiceret rapport fra Miljøstyrelsen

# Bilag 1. Bilag 1 - Interviewguide

## Introduktion

*EU's nye affaldsdirektiv stiller krav om, at organisk affald skal udsorteres fra udgangen af 2023. Dette betyder, at der efter 2023 kan forventes en væsentlig stigning i mængderne af indsamlet organisk affald til genanvendelse.*

*For at kunne leve op til direktivets krav har Miljøstyrelsen bedt NIRAS undersøge, hvordan kvaliteten af input- og outputmaterialet fra forbehandlingsanlæg kan forbedres, så der sikres en høj kvalitet og passende efterspørgsel af KOD (Kildesorteret organisk dagrenovation) fremover til genanvendelse i landbruget.*

*Aktørerne i værdikæden har afgørende viden om viden om de praktiske, tekniske og lovmæssige muligheder og barrierer for at højne kvaliteten og sikre efterspørgslen efter KOD. Derfor interviewer vi jer – og en række andre aktører i værdikæden - fra indsamlere, forbehandlingsanlæg og biogasanlæg til aftagerne i landbruget.*

*I interviewet vil fokusere på:*

- Regler, krav og praksis
- Teknologier, kvalitet og tab
- Kapacitet og efterspørgsel
- Perspektiver på fremtiden

*Vi tale som sagt med flere forskellige aktører i værdikæden, så det er ikke sikkert at, du har kendskab til alle de forhold vi spørger til. Når det er tilfældet springer vi bare videre til næste spørgsmål.*

*Interviewet tager ca. 45 minutter.*

*Nogen spørgsmål inden vi går i gang?*

## Interviewtemaer

### Baggrundsspørgsmål

1. Hvad er din rolle/funktion/primære arbejdsopgaver?
2. Hvor stor en del af jeres produktion handler om organisk affald /KOD?
  - a. Hvor store mængder organisk materiale håndterer I på årsbasis (cirka)?
  - b. Hvordan er økonomien på området (tonspriser for in- og output)
3. EU's affaldsdirektiv (*giv kort intro til direktivet*). Hvordan ser du på det?
  - a. Hvordan forventer du, det vil påvirke jeres forretning? Og markedet/priserne generelt?
  - b. Hvad skal der til, for at målsætningerne kan nås? (Muligheder/barrierer?)

### Regler, krav og praksis

*I "Affald til jord bekendtgørelsen", bedre kendt undre navnet "slam-bekendtgørelsen" stilles en række krav til kvaliteten af organisk affald, bl.a. ift. tungmetaller og miljøfremmede stoffer,*

samt hygiejniske og behandlingsmæssige krav. I den reviderede bekendtgørelse fra juni 2017, er der indsat grænseværdier for fysiske urenheder i biobulv og kompost.

4. Er de nuværende krav i bekendtgørelsen relevante for jeres arbejde og forretning? Hvordan?
5. Er kravene til at efterleve i praksis?
  - a. Oplever I, at kravene er tiltrækkelige? Mangler der noget? Beskriv.
  - b. Er der krav, I anser for overflødige eller som udgør barrierer? Hvilke og hvordan?
6. Oplever I, at der er forskel på afsætningsmuligheder eller pris, hvis I kan holde jer væsentligt under grænseværdierne? Eller tror du det vil være tilfældet?
7. Har de nye regler om fysiske urenheder haft betydning for jeres arbejde/forretning? Hvordan?
  - a. Har I ændret praksis, indført nye teknologier eller mødt nye krav fra aftagerne?
  - b. Med hvilken effekt?
  - c. Har det øget eller mindsket tab?
  - d. Hvad har omkostningerne været?
8. Er Økologiforordningen relevant for jeres arbejde? Hvordan?
  - a. Er kravene til at efterleve i praksis?
    - a. Oplever I, at kravene er tiltrækkelige? Mangler der noget? Beskriv.
    - b. Er der krav, I anser for overflødige eller som udgør barrierer? Hvilke og hvordan?
9. Har I overvejet at køre rene KOD produktioner til det økologiske landbrug?
  - c. Vil der være udfordringer ved at køre rene KOD portioner?
  - d. Hvad skal der til for at det vil være interessant for jer at tilbyde rene KOD fraktioner (pulp)? Pris? Afsætningsmuligheder?

### Teknologier

10. Hvilke teknologier bruger I til behandling af det organiske affald idag? Fx hammermølle, pulper, presser, kværn (evt. kombineret køkkenkværn og tank)
  - a. Hvad er tabet?
  - b. Hvor store er omkostningerne?
  - c. Hvilke fordele og ulemper er der ved de forskellige forbehandlingsteknologier?
11. Har teknologierne problemer ift. særlige fraktioner (sorteringskriterier, posetyper, emballagetyper)?
12. Hvilke renseteknologier anvender I til organisk affald i dag?
  - d. Er effekten tilstrækkelig?
  - e. Hvad er tabet?
  - f. Omkostningerne?
13. Er der nye renseteknologier på vej? Hvilke?
  - g. Er der behov for nye? Hvordan?
  - h. Kan de være med til at mindske tab?
  - i. Hvad er omkostningerne? (hvis kendt)
14. Er der mulighed for optimering af jeres anlæg? Fx ved at justere driften, opholdstider, omdrejninger, blanding af råvarer eller andet?
  - j. Hvad vil effekten være? Og økonomisk konsekvens?
15. Er der teknologier, som kunne være relevante andre steder i værdikæden? (Indsamling, forbehandling, biogas, komposteringsanlæg)

### Sorteringskriterier og fraktioner

Danske Affaldsforening har undersøgt kommunernes sorteringskriterier for bl.a. organisk affald og det overordnede resultat kan ses af dette skema, som også indeholder en række tilladte og ikke-tilladte fraktioner, som der er særlig fokus på (skemaet er med på separat papir). Som du kan se er der en række fraktioner som kommunerne tillader og nogle de ikke tillader. For nogle af fraktionerne er kommunerne uenige om, hvorvidt de skal tillades eller ikke tillades.

1. Oplever I, at der er nogle af disse fraktioner, som påvirker jeres proces, hvis de er med i affaldet? Hvordan påvirker de processen?
  - a. Har I nogle tolerancegrænser for, hvor meget der må være i affaldet?
  - b. Er der nogle af fraktionerne, der er:
    - i. Direkte skadelige for genanvendelsen?
    - ii. Ikke kan genanvendes (teknisk)?

- iii. Ikke økonomiske fordelagtigt?
- iv. .... og som derfor afvises af anlægget / skal sorteres ud (af borgerne)?
- c. Afspejles ikke-ønskede fraktioner i modtageprisen? Hvordan prissættes det?
- d. Hvordan håndteres rejekt (samlet/sorteret)? Hvor ender det (forbrænding, deponi, anden genanvendelse)?
- e. Er der specifikke emner/materialer, der udsorteres særskilt (manuelt)?

#### Kvalitet

2. Hvordan kontrolleres og dokumenteres kvaliteten af affaldet (og efterlevelsen af kravene)?
  - k. Ved input og output?
  - l. Inspiceres affald ved indsamling/modtagelse? Hvordan?
3. Der er visse forskelle i sorteringskriterier for det organiske affald fra kommune til kommune (fx potteplanter, æggeskaller, kattegrus etc.). Mærker I disse forskelle?
  - a. Påvirker de outputtet eller skaber de problemer i jeres proces? Hvordan?
  - m. Har forskellene betydning for tabet af materiale?
4. Oplever I forskel i kvalitet og indhold af fysiske urenheder i pulpen afhængigt af inputtet?
  - n. Fx KOD vs emballeret madaffald (fra servicesektoren)?
  - o. KOD fra forskellige kommuner, områder og boligtyper?
5. Er der emballager/poser, der er særlig problematiske ift. kvaliteten af det organiske affald?
  - p. Er der emballage/poser, der er særligt foretrukne? (papir/plastik, tynd plast/kraftigere plast, bionedbrydelig plast)
6. Hvordan tror du, at de nye EU krav (de stigende mængder?) vil påvirke kvaliteten? Ift. input og output?

#### Tab

7. Hvor i jeres arbejdsproces sker det største tab (af det organiske affald)?
  - q. Og hvor sker det største tab, hvis man ser på hele værdikæden?
  - r. Er der tab ved omlastning og hvor stort?
  - s. Er der tab af materiale på grund af specielle posetyper eller emballagetyperes indvirkning?
8. Har komprimering i skraldebiler nogen betydning for tab eller kvalitet?
  - t. Er der ønsker fra forbehandlingsanlæg ift. til komprimering? (ud over ved indsamling til optibag sortering)

#### Mængder, kapacitet og efterspørgsel

9. Er der tilstrækkelig kapacitet til at håndtere det organiske affald fra husholdninger i dag?
  - u. Og er der tilstrækkelig efterspørgsel?
10. Er der kapacitet til at håndtere de stigende fremtidige mængder?
  - a. Og er der efterspørgsel?
  - v. Hvad er de største barrierer for øget efterspørgsel?
  - w. Økonomiske perspektiver?
11. Har I planer om kapacitetsudvidelse? Beskriv?

## Afrunding

*Opsamling på hovedpointer fra interviewet*

12. Er der ting, du vil tilføje? Eller noget, vi mangler at spørge ind til?
13. Må vi vende tilbage, hvis der er noget, vi skal have afklaret senere?

Tak for din tid!



# Bilag 2. Bilag 2 – Notat fra Genanvend Biomasse, KOD gruppe

Input og kommentar fra Genanvend Biomasse, KOD-gruppe til NIRAS; Interviewguide - Fremme af efterspørgsel af organisk affald, MST. 11/12 2018

KOD gruppen har på møde d.27/11 2018, drøftet de fremsendte spørgsmål og har følgende kommentarer og bemærkninger.

## **EU's affaldsdirektiv, og målsætning om 65% genanvendelse.**

Skal målsætningen om 65% genanvendelse indfries, er det vigtigt at alle danske kommuner fokuserer på at indsamle mest muligt af det samlede potentiale, der ligger i den organiske dagrenovation. Dette sikres ved en ensartet og let forståelig beskrivelse for hvad denne fraktion må indeholde, samt en vedholdende og stærk kommunikation. Samt der sikres et effektivt beholdersystem.

For at nå 65% genanvendelse, er det desuden vigtigt at kommuner, når der udbydes forbehandling af køkken-madaffald (KOD) stiller krav til at der ikke tabes mere end f.eks. 5% køkken-madaffald i rejektet. Ligesom Miljøstyrelsen burde forpligtede alle kommuner til mindst en gang årligt at gennemføre en fuldskala analyse af den køkken-madaffalds fraktion som oparbejdes på forbehandlingsanlægget. Med det formål at få viden om hvor effektiv kommunes borgere udsorterer køkken-madaffald, og få vished om kvaliteten ændres. Og evt. hvor fokus bør ligge for bedre sortering med udgangspunkt på enten mængde som indsamles pr. borger eller indhold af rejekt. Viden der skal bruges i kommunikationsstrategien mod borger og til en landsdækkende benchmarking, hvor mængde og kvalitet sammenlignes, for at motivere til størst muligt indsamlet potentiale.

## **Regler, krav og praksis**

Principielt er Affald til jord-bekendtgørelsen, tilstrækkeligt for at sikre en god kvalitet i genanvendelsen af de organiske fraktioner. Der mangler dog en tydeliggørelse af hvilken konsekvens, eller påkrævet handling, når der sker en overskridelse af grænseværdierne for fysiske urenheder. Ligesom vi som forening er bekymret over de kontrolrutiner de danske kommuner har for dette område -og om de reguleres ens i alle kommuner.

Foreningen vurderer der hurtigt kan opstå en negativ holdning blandt både borger og i landbruget hvis der gentagende gange reelt kan ses plast på enten marken eller i en gylletank, til stor skade for den grønne omstilling.

Vi har i eget regi af GB, strammet vejledning fra MST mht. prøvetagning da vi har udarbejdet mere specifikke prøvetagningsprocedurer, således at hvert anlægs prøveudtagning sted og procedure skal godkendes af et certificeret lab. Ligesom vi har udarbejdet retningslinjer for hvorledes det enkelte anlæg skal forholde sig, hvis grænseværdien overskrides. Også på de månedsanalyser som skal udføres i egenkontrol.

## Teknologier

Vi finder det betænkeligt at kategorisere de forskellige teknologier som forslået, både fordi udviklingen går hurtigt, og ofte vil en løsning være en sammensætning af forskellige teknologier, både nye og kendte.

Vi ser det mere relevant når forbehandlingsanlæg skal sammenlignes, at der fokuseres på kvaliteten af den biopulp der produceres, andelen af det organiske materiale der tabes i rejektet og den forbrugte energi og de øvrige ressourcer og hvilke fraktioner som evt. kan genanvendes ved sortering af rejektet.

## Sorteringskriterier og fraktioner

Vi finder udtrykket KOD, kildesorteret organiske dagrenovation for upassende og ofte vildledende, da det stammer fra en tid hvor denne fraktion blev komposteret. Derfor anbefaler vi, at denne fraktion fremadrettede blot kaldes køkken-madaffald, således at definitionen på det som må smides i den grønne spand er;

***Køkken-madaffald, er alle de rester som opstår i køkkenet når der laves mad. Køkken-madaffald er f.eks. ikke, jord, kattegrus, brugt køkkenruller og emballage rester som let kan fjernes.***

Det skal bemærkes at 62% af det som behandles i dag, er tidligere fødevarer og madaffald der modtages i den emballage som da det forlod fabrikken, og er indsamlet i en ordning med kilde-sortering, enten fra butik, lager eller produktion hvor det kasseres og transporteres direkte til et forbehandlingsanlæg.

## Mængder, kapacitet og efterspørgsel

Vi vurderer der i dag er en overkapacitet på de 9-10 forbehandlingsanlæg der i Danmark. Og udbygningen af kapaciteten sker hurtigere end stigningen i mængden. Der vurderes i fremtiden, også når alle kommuner har implementeret en indsamling af køkken-madaffald, at være en overkapacitet af forbehandlingsanlæg, hvilket er lig med stor konkurrence. Da biopulp i fremtiden er en betydende fraktion for økonomien i den danske biogasproduktion, især fordi der forventes stor udvidelse af kapaciteten på biogasanlæg frem mod 2020.

Vi finder det modsat bekymrende hvis kommunerne alene bygge små forbehandlingsanlæg, og afsætter biopulpen til deres egne renseanlæg, for at udføre en samudrødning med spildevandsslam. Både fordi det vurderes dyrere, men også fordi det er nødvendigt med en vis kritisk masse, for at kunne fortsætte den fremtidige teknologiske udvikling i branchen for både det kommunale og erhvervsmæssige indsamlede køkken-madaffald.

Vi har med baggrund i foreningens medlemmers produktionsdata og den samlede viden til markedet vurderet, at der med udgangspunkt i det som behandles her i vinteren 2018 årligt behandles 246.000 ton køkken-madaffald i Danmark.

Heraf er 38% indsamlet af kommunerne. Resten er tidligere fødevarer og køkkenmadaffald indsamlet i erhvervet.

GB's medlemmer behandler ca. 77% af den samlede mængde, med ca. sammen fordeling mellem erhvervs affald og KOD, som landsgennemsnittene på 38%

## Andet

Vore erfaringer med bioplast, eller bionedbrydeligt plast, som køkken-madaffald indsamles i, viser at disse plastposer både er svære at åbne i et forbehandlingsanlæg, men værre er, at plasten også er så tynd at der typisk også findes mere bioplast i biopulpen end når der anvendes gode stabile plastposer, som gerne må være produceret af genbrugsplast.

Når der anvendes bioplast, bliver det desuden langt sværere, om ikke umuligt at genbruge den plast der er i rejektet.

Biopulp fra køkkenkværne;

Vi ser en udfordring når køkken-madaffald kan leveres direkte til et biogasanlæg fra køkkenkværne, uden en vis kvalitetssikring, især fordi der ses større modeller komme på marked, som knuser mere effektivt med en langt større indfødingsåbning.

Vi anbefaler, derfor at den Biopulp der leveres fra køkkenkværne skal undergå samme krav til kvalitetssikring som øvrigt biopulp, hvis det leveres direkte til et Biogasanlæg, og at Miljøstyrelsen tydeliggør, at biopulp fra køkkenkværne er et animalsk biprodukt og derfor skal følge reglerne fra Fødevarestyrelsen.

# Bilag 3. Supplerende bekendtgørelser inden for landbrugsområdet

I det følgende er relevant supplerende bekendtgørelser inden for landbrugsområdet kort beskrevet.

## **Bekendtgørelse om erhvervmæssigt dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v. (Husdyrgødningsbekendtgørelsen)**

Afgasset biomasse jf. § 21 i *Affald til jord-bekendtgørelsen* reguleres i "Husdyrgødningsbekendtgørelsen" i lighed med husdyrgødning i forhold til opbevaring, udbringning samt specielle bestemmelser for udbringning af husdyrgødning fra bedrifter med smågrise op til 25 kg, der er tildelt receptpligtig medicinsk zinkoxid. Kommunen kan bestemme, at de arealer, som gødning fra smågrisene udbringes på, skal kalkes for at immobilisere zinken.

## **Bekendtgørelse om jordbrugets anvendelse af gødning i planperioden 2018/2019**

I gødningsvejledningen er anført regler for hvor meget kvælstof og fosfor det er tilladt at tildele.

Mængden af N fra de organiske gødninger indgår i gødningsregnskabet beregnet i forhold til gødningens udnyttelsesprocent. Udnyttelsesprocenten for kildesorteret organisk dagrenovation er 40 %. Ved blanding af forskellige organiske gødninger, som det f.eks. sker i et biogas-anlæg, udregnes udnyttelsesprocenten for den afgassede biomasse som et vægtet gennemsnit af de enkelte gødninger i blandingen. Hvis det kan dokumenteres, at anden organisk gødning har et udnyttelseskrav, der afviger for de fastsatte procenter, kan andelen ændres. Virksomheden skal kunne forevise dokumentation for C/N-forholdet i gødningen. Til beregningen af gødningens faktiske udnyttelsesprocent anvendes følgende formel:  $(100 \% - (87 \% - (5 \% \times C/N))) \times 40 \%$ .

Der er indført et nyt tiltag for gødningssæsonen 18/19 med regler for fosforlofter og fosforarealkrav som ses i FIGUR 12.1. Hver gødningstype har et fosforloft, som anført i nedenstående oversigt 10 fra Vejledning om gødsknings- og harmoniregler i planperioden 1. august 2018 til 31. juli 2019.

Oversigt 10: Fosforlofter for gødning i planperioderne fra 2018/2019 til 2021/2022			
Gødningstype	Fosforloft 2018/2019	Fosforloft 2019/2020	Fosforloft 2020/2021 og 2021/2022
Husdyrgødning fra fjerkræ og kødædende pelsdyr	43 kg P/ha	35 kg P/ha	35 kg P/ha
Husdyrgødning fra slagtesvin	39 kg P/ha	39 kg P/ha	35 kg P/ha
Husdyrgødning fra søer og smågrise	35 kg P/ha	35 kg P/ha	35 kg P/ha
Husdyrgødning fra kvægbrug	30 kg P/ha	30 kg P/ha	30 kg P/ha
Husdyrgødning fra kvægbrug omfattet af kvægundtagelsen (230 kg N/ha)	35 kg P/ha	35 kg P/ha	35 kg P/ha
Anden organisk gødning	30 kg P/ha	30 kg P/ha	30 kg P/ha
Handelsgødning	30 kg P/ha	30 kg P/ha	30 kg P/ha

**FIGUR 12.1:** Oversigt over fosforlofter for forskellige gødningstyper

Bedriftens organiske fosforloft beregnes som et vægtet gennemsnit af de anvendte organiske gødninger. Bedriftens fosforarealkrav beregnes som ejendommens fosforloft divideret med den mængde fosfor der er anvendt.

Der skal også beregnes fosforloft for afgasset biomasse. Dette beregnes som et vægtet gennemsnit af fosforloftet for de forskellige gødninger, der afsættes til biogasanlægget i hele planperioden, og det fastsættes på baggrund af den forudgående planperiodes tilførte gødningsmængder og typer. Det beregnede fosforloft nedbringes uanset gødningstype og det beregnede gennemsnit til 30 P/ha inden for de skærpede områder.

#### **Bekendtgørelse om anvendelse af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold.**

Kildesorteret organisk dagrenovation er omfattet af "Bekendtgørelse om anvendelse af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold" (OGJ).

For biogasanlægget betyder det, at de skal stille krav til hygiejnisering ved modtagelse af affaldet samt at de skal udtage prøver, der overholder de mikrobiologiske krav, der fremgår af bilag V i gennemførelsesforordningen inden levering fra anlægget. Kravene til hygiejnisering er nu harmoniseret med *Affald til jord-bekendtgørelsens* bilag 3.

Anvendelse af OGJ på græsningsarealer eller på arealer, hvor der dyrkes foderafgrøder, er underlagt en karenstid på 21 dage efter udbringning. Det betyder bl.a. at landmanden skal registrere mængder, dato for anvendelse samt dato for afgræsning eller høst og opbevare dem i min 2 år. Herudover skal landmanden registreres som bruger af OGJ på Landbrugindberetningen.dk.

De 21 dages karenstid er mindre end de almindelige anbefalinger<sup>64</sup> til afgræsning af arealer, der har modtaget gylle. Slætt arealer vil heller ikke modtage organisk gødning så tæt på høsttidspunktet, da afgrøden ikke kan nå at få gavn af tildelingen, med mindre der opstår et kapacitetsproblem som følge af vejrlig eller lign.

<sup>64</sup> Vejledning for dog produktionspraksis i primærproduktionen – en branchekode, 2010

En kampagne udført af Landbrugsstyrelsen i efteråret 2017<sup>65</sup> viser, at der er begrænset kendskab til disse reglerne omkring registrering på Landbrugsindberetningen, da kun få landmænd er registreret og en del af dem, der var registrerede ikke modtog OGJ.

---

<sup>65</sup> Slutrapport for Kampagne om fremstilling, oplagring, anvendelse og sporbarhed af organiske gødningsstoffer og jordforbedringsmidler med animalsk indhold, 2018

# Bilag 4. Migration fra plastposer

Dette bilag indeholder en gennemgang af hvad almindelige plastposer generelt indeholder af kemiske stoffer, samt viden om migration fra plast. Bilaget indeholder følgende afsnit:

- Bilag 4.1: Generel viden om det kemiske indhold og sammensætning af almindelige affaldsposer af plast
- Bilag 4.2: Generel viden om migration af kemiske stoffer fra almindelige affaldsposer af plast
- Bilag 4.3: Worst-case beregninger af migration fra almindelige affaldsposer af plast

## Bilag 4.1 Generelt om kemisk indhold og sammensætning af almindelige plastposer

Almindelige plastposer er generelt fremstillet af polyethylen, hvilket fremgår både af kortlægningen af de anvendte poser til det organiske affald i kommunerne, samt af diverse litteratur<sup>66</sup> (Plastindustrien, 2018; Plastics Europe, 2018). PE har en rigtig god vand- og fugtbestandighed, der gør materialet egnet til opbevaring af husholdningsaffald. Almindelige plastposer fremstilles typisk af LDPE (low density polyethylen), som har en lavere vægtfylde end f.eks. HDPE (high density polyethylen) og derfor er mere blød og fleksibel – men kan også være fremstillet af HDPE afhængig af tykkelsen af posen (Plastindustrien, 2018; Plastics Europe, 2018). Dette fremgår også af den danske undersøgelse af poser anvendt til indsamling af organisk affald i enkelte danske kommuner (COWI, 2017a).

Plast – uanset typen – er normalt tilsat en række såkaldte additiver, dels for at lette forarbejdningen af plasten og dels for at forbedre egenskaberne af det færdige produkt. De vigtigste additiver tilhører følgende grupper (Plastindustrien, 2018):

- Pigmenter (farvestoffer), der er tilsat for at give farve
- Stabilisatorer, der er tilsat for at give holdbarhed mod bl.a. ultraviolet lys (UV-stabilisatorer), termisk nedbrydning og nedbrydning ved oxidation (antioxidanter)
- Antistatika, der er tilsat for at modvirke statisk elektricitet
- Blødgørere, der er tilsat for at gøre stive materialer bøjelige
- Brandhæmmende midler, der er tilsat for at undgå der nemt går ild i produktet
- Fyldstoffer, der er tilsat plasten for at holde prisen nede
- Armeringsstoffer, der er tilsat for at give materialerne større styrke

Baseret på FORCE Technologys egne erfaringer er de typiske additiver i affaldsposer af plast antioxidant og farve, samt i visse tilfælde UV-stabilisator. Blødgørere anvendes ikke til almindelige affaldsplastposer af PE (er ikke nødvendige), ligesom brandhæmmende midler heller ikke forventes at blive anvendt, da de ikke er nødvendige og blot vil være et fordyrende element ved fremstillingen af det lavprisprodukt som almindelige plastposer er.

Antioxidanter (og mange UV-stabilisatorer) vil blive kemisk ændret ved produktionen af plast og ved brugen af produkterne, da de fungerer på den måde, at disse additiver nedbrydes i stedet for plastpolymererne (Hansen et al., 2014). Antioxidanter anvendes typisk i koncentrationer på 0,1-0,5 %, afhængig af type og applikation. For poser til affald, som skal være billige og ikke har store krav til levetid, vil man forvente, at indholdet nærmere vil være 0,1 % end de 0,5

---

<sup>66</sup> <https://sciencing.com/materials-used-making-plastic-bags-5267902.html>

% Eksempler på antioxidanter, der anvendes er f.eks. Irganox 1010 (handelsnavn for BASF produkt), der består af pentaerythritol tetrakis (3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate) med CAS nr. 6683-19-8 og BHT (butylated hydroxytoluene) med CAS nr. 128-37-0 (FORCE Technologys egen database over additiver; Hahladakis et al., 2018). Ingen af disse stoffer har en harmoniseret klassificering (gælder i hele EU) som miljøfarlige, men har begge notificeret en klassificering (gælder for enkelte lande) som miljøfarlige, med BHT som den værste klassificering for miljøfare (H410 "Meget giftig med langvarige virkninger for vandlevende organismer")<sup>67</sup>. For begge stoffer gælder, at de ikke er let nedbrydelige, men de vurderes ikke som PBT-stoffer (Persistent, Bioakkumulere og Toksik).

For di anvendelsestiden er så kort som den er, er der formentlig ikke tilsat UV-stabilisator til plastposerne. LDPE er dog ikke UV resistent og skal, hvis det anvendes udendørs tilsættes UV-stabilisator (Hansen et al., 2013). Afhængig af type og applikation, vil indholdet af UV-stabilisator forventeligt ligge mellem 0,05 % og 0,8 %, dog nærmere de 0,05 %, hvis UV-stabilisator er tilsat, pga. de lave krav til levetid ved anvendelse. Ifølge Hahladakis et al. (2018) vil der generelt blive anvendt de laveste mængder af antioxidanter og UV-stabilisatorer i PE-plast fremfor andre plasttyper. Ifølge Hansen et al. (2013) er det også en mulighed at tilsætte f.eks. 2 % (w/w) carbon black som farvestof i stedet for at tilsætte UV-stabilisator, ligesom det formentlig er gjort i sorte affaldssække.

Ved fremstilling af PE-film, f.eks. i forbindelse med posefremstilling, kan det også i nogle tilfælde være relevant at tilsætte slipmidler for at forhindre, at filmen klister sammen. Slipmidler anvendes typisk i koncentrationer på 0,05 % til 3 % og vil typisk bestå af fedtsyreestere, fedtsyreamider, voks eller metalstearater. De sidstnævnte metalstearater, f.eks. aluminium-, calcium-, magnesium- eller zinkstearat kan forventes at blive anvendt til PE plast (Hansen et al., 2013; AMU Syd, 2010). Disse metalstearater har typisk ikke en harmoniseret klassificering som miljøfarlige, men nogle af dem (zink- og magnesiumstearate) kan have en notificeret klassificering som miljøfarlige (typisk som H413 "Kan forårsage langvarige skadelige virkninger for vandlevende organismer"). For metal stearaterne gælder, at de typisk ikke er let nedbrydelige, men de vurderes ikke som PBT-stoffer.

Hansen et al. (2013) og Hansen et al. (2014) har foretaget en vurdering af hvilke farlige kemiske stoffer, der tilsættes forskellige typer af plast. Fokus har været på REACH Kandidatlisten (2012 udgave), Miljøstyrelsens LOUS liste, den norske "Priority List of Hazardous Substances", samt andre lister over problematiske stoffer. Ifølge deres gennemgang er det primært grupperne af additiver som farvestoffer og flammehæmmere, der kan indeholde problematiske stoffer i PE-plast, som er i fokus i dette projekt. I og med, at flammehæmmere næppe er tilsat helt almindelige plastikposer, vurderes det, at det primært er farvestoffer det er relevant at undersøge nærmere i forhold til dette projekts formål.

Farvestoffer inddeles ofte i opløselige (f.eks. azo-farvestoffer), organiske og uorganiske farvestoffer (pigmenter). Ifølge Hansen et al. (2013) anvendes de opløselige farvestoffer primært i plasttyper, der skal fremstå særdeles gennemsigtige og ikke i PE. Organiske farvestoffer anvendes typisk i koncentrationer mellem 0,001 % og 2,5 %. De er ofte uopløselige og har en lav tendens til at migrere ud fra plasten (Hansen et al., 2014). Ifølge Hansen et al. (2013) er f.eks. cobalt (II) diacetat et eksempel på et problematisk organisk farvestof. Uorganiske farvestoffer anvendes typisk i koncentrationer på mellem 0,01 % og 10 %. Baseret på FORCE Technologys egne erfaringer vurderes det imidlertid ikke, at der vil blive anvendt farvestofkoncentrationer på 10 % i et lavprisprodukt som almindelige affaldsposer – her vil indholdet af farvestoffer

<sup>67</sup> Klassificering ifølge ECHA's C&L Inventory: Irganox 1010 har ikke en harmoniseret klassificering, men de fleste anmelder "ingen klassificering", dog angiver ca. 12 % af virksomhederne en klassificering som Aquatic Chronic 3 eller 4, H412 eller H413, dvs. hhv. "skadelig..." eller "kan forårsage langvarige skadelige virkninger for vandlevende organismer". BHT har ikke en harmoniseret klassificering, men de fleste anmelder en miljøfare klassificering som Aquatic Acute 1, H400 "Meget giftig for vandlevende organismer" og Aquatic Chronic 1, H410 "Meget giftig med langvarige virkninger for vandlevende organismer".



nok snarere ligge på omkring 1 % eller evt. lavere. Eksempler på uorganiske farvestoffer er, zinkoxid, titaniumdioxid, jernoxid mm. De mest problematiske farvestoffer i denne kategori vil være farvestoffer med indhold af cadmium, bly og chrom (Hansen et al., 2013), men farvestoffer baseret på zink vil også være relevante i forhold til at kunne overholde de fastsatte grænseværdier for zink i både Affald-til-jord bekendtgørelsen og Økologiforordningen.

Det er generelt svært at finde data på typisk indhold af forskellige tungmetaller i farvestoffer (pigmenter). Et eventuelt indhold af tungmetaller i farvestoffer afhænger af hvilke farvestoffer, der er tale om, samt til hvilket formål farvestofferne anvendes. F.eks. angiver producenten James M. Brown Ltd, der producerer pigmenter til bl.a. plastindustrien, på deres hjemmeside, at deres pigmenter maksimalt indeholder de koncentrationer (som urenheder, dvs. i pigmenter hvor det ikke er meningen at tungmetallerne skal forekomme), der er angivet i TABEL 12.1 nedenfor. Disse pigmenter står angivet som anvendelige i fødevarekontaktmaterialer.

Det skal bemærkes, at disse niveauer (urenheder) ikke vil være gældende for brug af tungmetalbaserede farvestoffer/pigmenter. Nogle tungmetalbaserede farvestoffer/pigmenter er reguleret i dag (f.eks. blybaserede og cadmiumbaserede farvestoffer), hvorimod f.eks. zinkoxid anvendes som farvestof i plast. Anvendes farvestoffer/pigmenter baseret på tungmetaller vil koncentrationen af tungmetallerne være langt højere, men kemisk bundet.

**TABEL 12.1: Maksimale koncentrationer af tungmetaller i pigmenter produceret af James M. Brown Ltd.** (Kilde: [www.jamesmbrown.co.uk/heavy-metal-contents](http://www.jamesmbrown.co.uk/heavy-metal-contents))

Grundstof	Typisk niveau	Grundstof	Typisk niveau
Bly (Pb)	< 25 ppm	Kviksølv (Hg)	< 3 ppm
Cadmium (Cd)	< 1 ppm	Arsen (As)	< 3 ppm
Chrom (Cr)	< 10 ppm	Nikkel (Ni)	< 8 ppm
Kobolt (Co)	< 10 ppm	Selen (Se)	< 1 ppm
Kobber (Cu)	< 20 ppm	Zink (Zn)	< 10 ppm

I kontrast til disse niveauer kan nævnes, at Eghbali et al. (2014) har analyseret indholdet i pigmenter anvendt til tatoveringsfarver i Iran, og finder følgende gennemsnitlige niveauer i 100 forskellige tatoveringsfarver i forskellige farver: Pb – 57,1 mg/kg (ppm) (højest koncentration i sorte farver), Cd – 2,1 mg/kg (højest koncentration i hvide farver) og Zn – 23,5 mg/kg (højest koncentration i hvide farver). Det skal bemærkes, at der generelt ikke eksisterer lovgivning for indholdet af tungmetaller i tatoveringsfarver – enkelte lande har dog angivet retningslinjer, der skal overholdes indenfor branchen.

I carbon black, som er et af de mest anvendte sorte farvestoffer er der identificeret nedenstående referencer, der angiver indholdet (urenheder) af tungmetaller (se TABEL 12.2). Generelt ses det, at indholdet af tungmetalurenheder ligger på ppm-niveau. En undtagelse er fra en producent Cabot<sup>68</sup>, som har angivet værdier for bly, kviksølv og chrom på < 1000 ppm, hvilket er en del højere end andre identificerede niveauer. Dette skyldes formentlig, at oplysningen stammer fra en erklæring om overholdelse af visse grænseværdier, hvorfor det antages, at der bevidst er skrevet 'mindre end grænseværdien' i stedet for de reelle niveauer. Der vælges derfor at se bort fra disse niveauer. Flere kilder angiver, at det maksimale indhold af carbon black i polymerer er 2,5 % (SCCS, 2015; Schmidt, 2006). Nogle kilder angiver desuden, at der kan findes lave niveauer af PAH'er i carbon black. PAH'er er en gruppe af organiske forbindelser, der også er sat en grænseværdi for i Affald-til-jordbekendtgørelsen.

<sup>68</sup> "Heavy Metals Information Cabot Carbon Black Products", October 2015. "Cabot Carbon Black Products – Regulatory Information Sheet", February 2018.

**TABEL 12.2:** Typiske koncentrationer (i ppm) af visse tungmetaller og PAH'er i pigmentet carbon black

Reference	Bly (Pb)	Cadmium (Cd)	Kviksølv (Hg)	Chrom total (Cr)	Zink (Zn)	Kobber (Cu)	PAH total
Cancarb <sup>1</sup> (producent)	< 0,01	< 0,01	< 0,05	< 0,5	-	< 0,1	
Valetime Limited <sup>2</sup> (producent)	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	
SCCS opinion <sup>3</sup> (vurdering)	2	-	1	-	-	-	0,04-8,8
MAK dokument <sup>4</sup> (vurdering)	-	< 0,4	< 0,2	< 1	< 2	< 1	< 0,8
Omsk Carbon Group <sup>5</sup> (producent)	< 10	< 10	< 10	< 10	-	< 10	-
Stepkowska <sup>6</sup> (2016) (analyse)	-	-	-	-	-	-	61-166
Imerys <sup>7</sup> (producent)	-	-	-	-	-	-	< 0,5 til < 30

1. Kilde: <http://www.cancarb.com/docs/regulatory-status.pdf>

2. Kilde: [http://www.valetimegroup.com/wp-content/uploads/2008/09/heavy\\_metal\\_cert\\_n220.pdf](http://www.valetimegroup.com/wp-content/uploads/2008/09/heavy_metal_cert_n220.pdf)

3. Kilde: SCCS (2015) - [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/consumer\\_safety/docs/sccs\\_o\\_144.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_144.pdf)

4. Kilde: Occupational toxicants Vol. 18, 2002 – <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/3527600418.mb133386e0018>

5. Kilde: <http://en.omskcarbongroup.com/docs/safety/en/Regulatory%20information%202017.pdf>

6. Kilde: Stepkowska & Kowalczyk, 2016.  
[http://www.elastomery.pl/streszczenia/E2016\\_1\\_Stepkowska.pdf](http://www.elastomery.pl/streszczenia/E2016_1_Stepkowska.pdf)

7. Kilde: [http://www.imerys-graphite-and-carbon.com/wordpress/wp-app/uploads/2014/04/IME-RYS\\_PO\\_low\\_pah.pdf](http://www.imerys-graphite-and-carbon.com/wordpress/wp-app/uploads/2014/04/IME-RYS_PO_low_pah.pdf)

Nogle almindelige affaldsposer af PE fremstilles af genanvendt materiale. Dette kan også ses af undersøgelsen blandt de 40 kommuner, der udsorterer det organiske affald. Af disse 40 kommuner svarede 3 kommuner, at der anvendes affaldsposer fremstillet af genanvendt plast til indsamling af det organiske affald i deres kommune. I og med at affaldsposerne fremstilles af genanvendt plast kan der således være mulighed for, at disse poser indeholder små niveauer (urenheder) af f.eks. flammehæmmere og tungmetaller fra farvestoffer. Der kan endda være tale om lidt højere niveauer af f.eks. tungmetaller, da der evt. tilsættes ny farve i forbindelse med fremstillingen af poserne i genanvendt PE. Tilsvarende skal der tilsættes nye stabilisatorer (antioxidanter og evt. UV-stabilisatorer) til den genanvendte PE for at kunne fungere som ny plast til plastposer. Hvilke niveauer og i hvor høj grad de gør det, vil afhænge af den primære kilde til det genanvendte plast. Hansen et al. (2014) vurderer, at for de fleste additiver (inklusive farvestoffer) vil stofferne (eller i hvert fald hovedparten af stofferne) blive i de genanvendte materialer.

#### **Bilag 4.2 Generelt om migration af kemiske stoffer fra almindelige plastposer**

Migration af kemiske stoffer fra plast er primært undersøgt fra emballage til fødevarekontakt, da der her er lovgivning på området og grænseværdier, der skal overholdes. Der er derfor ikke identificeret undersøgelser af specifikke stoffer, der migrerer fra almindelige affaldsplastposer.

Hansen et al. (2014) beskriver dog nogle generelle betragtninger omkring migration, der er gældende for plast generelt, og vil også være gældende for almindelige plastposer:

- Først og fremmest gælder, at langt de fleste additiver (i hvert fald de additiver, der anvendes til affaldsposer) ikke er kemisk bundet i plasten og derfor er i stand til at migrere. Migration af slipmidler til overfladen af plasten er ligefrem ønsket, da det forhindrer, at filmen klister sammen.
- Migration afhænger dog af mange faktorer såsom molekylernes størrelse, stoffernes kogepunkt og damptryk, temperatur samt stoffernes opløselighed i plasten og i kontaktmediet:
  - Stoffer, der er dårligt opløselige i plast migrerer hurtigere end stoffer, der er letopløselige i plast.
  - Stoffer, der er let opløselige i kontaktmediet (f.eks. fedt/olie) vil have en højere migration til netop dette kontaktmedie.
  - Stoffer med en høj molekylvægt (typisk > 600 g/mol) vil have en svag tendens for migration. Omvendt vil stoffer med en lav molekylvægt have en højere tendens for migration.
  - Migrationshastigheden og dermed den totale migration vil stige med øget temperatur.
- Kemiske stoffer, der ikke migrerer eller har en lav tendens til at migrere, vil således kun blive frigivet ved slid og forvitring eller ved kemisk nedbrydning – og denne proces tager generelt lang tid for plast.
- For uorganiske pigmenter (såsom zinkoxid, jernoxid, cadmiumsalte, chromsalte m.m) og fyldmaterialer gælder, at disse stoffer ikke vil migrere med mindre plastmaterialet er nedbrudt af vejret eller som følge af kemiske påvirkninger.
- For organiske pigmenter gælder, at de er uopløselige og migrationen er derfor ubetydelig.

Migration af antioxidanter fra plast har været undersøgt for fødevarematerialer. Der er undersøgelser (Bhunia et al., 2013) der viser, at antioxidanter som f.eks. BHT migrerer til både vandige og oliebaseerede simulanter, hvorimod andre antioxidanter som Irganox 1010 migrerer til olie. Bhunia et al. (2013) refererer til et studie, der undersøgte migrationen af antioxidanten Irganox 1076. Migrationen af denne antioxidant øgedes med øget fedtindhold i madvaren og med øget opbevaringstemperatur. Den højeste migration målt var 1413 µg/dm<sup>2</sup> plast ved en temperatur på 40 °C og en opbevaring på 30 dage for fødevarer med et fedtindhold på 32 %. Til sammenligning angiver Jansen & Christensen (2003), at kildesorteret organisk dagrenovation har et fedtindhold på ca. 10-15 % (aflæst fra figur), når der vurderes på materialet i tør tilstand. Den efterfølgende biomasse angives i samme rapport til at have et tørstofindhold på mellem 22 og 32 %. Dvs. det reelle fedtindhold på det indsamlede organiske affald (i våd tilstand) vil ligge på ca. 2-5 %, og dermed må det forventes at en migration af disse Irganox antioxidanter vil være lavere til organisk affald. Det skal desuden bemærkes, at denne målte migration af Irganox 1076 var ca. 1,4 mg/dm<sup>2</sup> plast, hvilket ligger en del under grænseværdien for samlet migration på 10 mg/dm<sup>2</sup> ifølge FKM-lovgivningen.

Hansen et al. (2014) beskriver, at antioxidanter (og UV-stabilisatorer) nedbrydes (oxiderer) i plasten (hvilket er deres formål), og derfor er det sandsynligt, at der kan forekomme en migration af nedbrydningsprodukterne fra disse additiver. Schmidt (2006) beskriver en undersøgelse af migration fra drikkevandsrør fremstillet af PE-plast (primært LDPE og MDPE), hvor der har været undersøgt for hvilke stoffer, der migrerer over i drikkevandet. Den primære konklusion i denne undersøgelse (Vandpanelet, 2004) var, at det ikke er selve additiverne fra plasten, der migrerer, men derimod deres nedbrydningsprodukter. Undersøgelsen identificerer 11 specifikke stoffer (primært nedbrydningsprodukter af bl.a. antioxidanter eller UV-stabilisatorer), som migrerer fra PE-rør til drikkevand, og som migrerer i koncentrationer på 0,1 til 539 µg/liter vand. Her er der især tre stoffer, som migrerer i niveauer over 25 µg/liter der skiller sig ud, hvor de resterende stoffer blev identificeret i niveauer < 10 µg/liter. Disse tre stoffer var:

5. Cyclo hexa 1,4-dien, 1,5-bis (tert-butyl), 6-on,4-(2-carboxy-ethylidene) - identificeret i koncentrationer op til 539 µg/liter
6. 2,4-di-*tert*-butyl phenol – identificeret i koncentration op til 163 µg/liter
7. 3-(3,5-di-*tert*-butyl-4-hydroxyphenyl) propanoic acid – identificeret i koncentration op til 65 µg/liter

I samme rapport (Vandpanelet, 2004) er giftigheden af stofferne vurderet, og konklusionen er baseret på en foreløbig toksikologisk vurdering af Miljøstyrelsen, at der anbefales en grænseværdi for stofferne på 20 µg/liter i drikkevand for disse stoffer. Vurderingen er dog primært baseret på stoffet 2,4-di-tert-butyl phenol. Samme stoffer blev senere hen analyseret fra nye og eksisterende PE-drikkevandsrør i Nielsen et al. (2005). Her blev der målt migration af disse stoffer i væsentlig lavere koncentrationer på i alt max. 3 µg/liter.

Det skal imidlertid bemærkes, at migration af disse antioxidant eller nedbrydningsprodukter af tilsatte antioxidant i PE-plast er analyseret i faste PE-rør til vand. Der vil være tale om andre niveauer af migration fra tynde PE-plastposer til organisk affald, men dette er der ikke identificeret data på.

Bhunia et al. (2013) angiver, at slipmidler, der typisk er baseret på fedtsyrer eller voks har en høj migration fra LDPE, idet de har en lav opløselighed i denne plasttype. Migrationen af disse slipmidler fra LDPE til især meget fedtholdige simulanter (såsom olie) vil derfor være høj, og der vil kunne forventes, at stort set al slipmiddel migrerer ud over tid til fedtholdige simulanter. Til gengæld vil migrationen til vandige medier være langt lavere. Bhunia et al. (2013) angiver ingen værdier for migration af slipmidler. Migrationen af slipmidler til organisk affald med et relativt lavt fedtindhold (de ca. 2-5 % som angivet ovenfor) kan således forventes at være forholdsvist lavt.

Det primære problem – set ud fra de mest miljøfarlige stoffer – som også beskrevet af Hansen et al. (2013 og 2014), er urenheder af tungmetaller i plasten, men der ser ud til at være begrænset med viden om tungmetallernes migration fra plasten. Hansen et al. (2014) angiver, at tungmetalbaserede farvestoffer (mange er dog forbudt at anvende i dag) ikke vil migrere. Hansen et al. (2014) konkluderer også, at tungmetaller som bly, cadmium og chrom vil være 'fast forankret' til plasten (selvom det ikke er kemisk bundet), og derfor ikke forventes at migrere. Omvendt vil kviksølv migrere og fordampe.

Der er identificeret en undersøgelse af Whitt (2014), der har analyseret tungmetalindholdet i 200 prøver af genanvendt PET (polyethylen terephthalat). De analyserede tungmetaller bly, chrom, cadmium, nikkel og antimon blev identificeret i 29 af de 200 prøver i ppm-niveauer (chrom med et gennemsnit på 8 ppm, bly med niveauer under 0,4 ppm). For 22 af de 29 prøver blev der analyseret for migration af tungmetaller til hhv. 5 % citronsyre og deioniseret vand i hhv. 1, 7 eller 14 dage ved en temperatur på 7 eller 22 °C. Enkelte prøver blev endda opvarmet i mikrobølgeovn inden analysen. Resultatet var, at der i enkelte tilfælde (og kun for migration til 5 % citronsyre) blev målt en migration af tungmetaller, men på ppb-niveau, dvs. der er en faktor 1000 i forskel på migration og indhold. I de fleste tilfælde (og for alle migrationer foretaget til vand) lå migrationen under detektionsgrænsen (ppb-niveau – den eksakte detektionsgrænse er ikke angivet). Whitt (2014) konkluderer derfor, at migration af tungmetaller fra genanvendt plast til fødevarer forventes at være meget lav.

#### **Bilag 4.3 Worst-case beregninger af migration fra almindelige plastposer**

I dette afsnit foretages en række worst-case beregninger af migration af tungmetaller fra almindelige plastposer. Der er tale om worst-case beregninger, idet det ved disse beregninger er antaget, at det totale indhold (i form af urenheder) af tungmetallerne i plastposerne ender i det organiske affald. Dette vil i praksis ikke ske, da plasten først og fremmest fjernes fra det organiske affald inden videre behandling og da plasten ikke umiddelbart nedbrydes inden for en overskuelig årrække. Dvs. i den forholdsvis korte periode (maksimalt måneder) som organisk affald er indpakket i plastposer er det højst usandsynligt, at alle de omtalte stoffer (tungmetaller, antioxidant, nedbrydningsprodukter fra antioxidant) migrerer fra plasten. F.eks. viser den ovenstående undersøgelse af migration af tungmetaller fra plast (godt nok PET-plast), at

indholdet af tungmetaller, der var på ppm-niveau, migrerede i ppb-niveau i de største koncentrationer og ellers under detektionsgrænsen. Dvs. der er en faktor 1000 i forskel på migration og indhold.

Til worst-case beregningerne nedenfor er der anvendt en række antagelser om det organiske affald og affaldsposerne. Disse antagelser er nærmere beskrevet nedenfor.

#### **Forholdet mellem vægt af plastpose til affald og organisk affald i en fyldt plastpose**

I COWI's rapport om "Kvalitet af poser til bioaffald" (COWI, 2017b) estimeres vægten af en 20 liters plastpose til at være mellem 5 og 15 g. Hvis det antages, at plastposen maksimalt fyldes halvt op eller i værste tilfælde kun en fjerdedel, så det er muligt at binde knude på posen, så vil der som worst-case være 5 liter organisk affald til 15 g plastpose.

Affald Plus angiver en vægtfylde af KOD på 460 kg/m<sup>3</sup> svarende til 460 g/liter (KomTek Miljø, 2016). Med denne vægtfylde vil der være 5 x 460 g organisk affald per 15 g plastpose, hvilket svarer til 2,3 kg per 15 g plast eller 153 g organisk affald per g plastpose. Omregnes dette til mængde plast per kg tørstof (ved at anvende tørstofindholdet i det organiske affald som angivet nedenfor på 32 %), svarer dette til 20,4 g plastpose per kg tørt organisk affald.

Reelt er der her tale om et ekstremt højt worst-case forhold mellem organisk affald og mængde plast, idet kravet til fysiske urenheder i form af plast i Affald-til-jord bekendtgørelsen (BEK 1001, 2018) er 0,15 % (vægt% tørstof), svarende til, at der ifølge lovgivning maksimalt må være 1,5 g plast per kg tørstof af biopulp.

#### **Tørstofindhold i organisk affald**

I Bruun et al. (2013) angives et tørstofindhold på 50 % for komposteret organisk husholdningsaffald, hvorimod tørstofindholdet ifølge Jansen & Christensen (2003) er angivet til mellem 22 og 32 % for den afgassede biomasse fra kildesorteret organisk dagrenovation.

#### **Farvestofindhold i plastposen**

Som beskrevet ovenfor anvendes der typisk mellem 0,01 % og 10 % farvestof i plasten, hvis der er tale om uorganiske farvestoffer, men for et lavprisprodukt som affaldsposer vil indholdet nok snarere være omkring 1 % eller evt. lavere. Er der tale om organiske farvestoffer vil procentdelen af farvestoffer anvendt være max. 2,5 %. Til disse worst-case beregninger antages, at der er anvendt 2,5 % af vægten af plastposen som farvestof (også for carbon black), idet denne koncentration angives som den maximalte anvendte af flere kilder for carbon black (SCCS, 2015; Schmidt, 2006).

#### **Tungmetalindhold i farvestoffer**

Som beskrevet ovenfor er der angivet store variationer af det typiske tungmetalindhold i farvestoffer. Som worst-case anvendes de højeste angivne værdier for visse tungmetaller som angivet i TABEL 12.1 – dog med de lidt højere indholdsværdier identificeret i tatoveringsfarver for bly (57,1 ppm), cadmium (2,1 ppm) og zink (23,5 ppm).

Nedenfor i TABEL 12.3 TABEL 12.3 og TABEL 12.4 er der angivet worst-case beregninger for den teoretiske migration af udvalgte tungmetaller under antagelse af, at alt indholdet af hhv. uønskede stoffer migrerer ud af plasten og over i det organiske affald. TABEL 12.3 angiver worst-case beregninger for typiske indholdsniveauer af tungmetaller og PAH i farvestoffet carbon black, hvor TABEL 12.4 angiver worst-case beregninger for typiske indholdsniveauer af tungmetaller i farvestoffer generelt.

**TABEL 12.3:** Beregnet af worst-case koncentration (migration) af visse tungmetaller og PAH i farvestoffet carbon black fra plastposer anvendt til organisk affald

Stof	Fraktion i plast <sup>1</sup> (-)	Vægt af stof i 15 g pose (mg)	Koncentration af stof i KOD (mg/kg våd)	Koncentration af stof i KOD <sup>2</sup> (mg/kg TS)	Grænseværdi i økologiforordningen (mg/kg TS)
Bly (Pb)	0,025 x 0,001	0,375	0,16	0,3	45
Cadmium (Cd)	0,025 x 0,001	0,375	0,16	0,3	0,7
Kviksølv (Hg)	0,025 x 0,001	0,375	0,16	0,3	0,4
Chrom (Cr)	0,025 x 0,001	0,375	0,16	0,3	70
Zink (Zn)	0,025 x 0,0002	0,075	0,03	0,07	200
Kobber (Cu)	0,025 x 0,001	0,375	0,16	0,3	70
PAH total	0,025 x 0,0166	6,225	2,7	5,4	3 <sup>3</sup>

1. Under antagelse af indhold af 2,5 % farvestof (0,025) og tungmetal-/PAH-indhold i farvestoffet, som det er angivet i TABEL 12.2

2. Under antagelse af 50 % tørstofindhold

3. Der er ikke sat en grænseværdi for PAH i økologiforordningen. Denne grænseværdi stammer fra Affald-til-jord bekendtgørelsen

**TABEL 12.4:** Beregnet af worst-case koncentration (migration) af visse tungmetaller fra plastposer anvendt til organisk affald

Stof	Fraktion i plast <sup>1</sup> (-)	Vægt af stof i 15 g pose (mg)	Koncentration af stof i KOD (mg/kg våd)	Koncentration af stof i KOD <sup>2</sup> (mg/kg TS)	Grænseværdi i økologiforordningen (mg/kg TS)
Bly (Pb)	0,025 x 0,0057	2,14	0,93	1,9	45
Cadmium (Cd)	0,025 x 0,00021	0,08	0,03	0,07	0,7
Kviksølv (Hg)	0,025 x 0,0003	0,11	0,05	0,1	0,4
Chrom (Cr)	0,025 x 0,001	0,38	0,16	0,3	70
Kobber (Cu)	0,025 x 0,002	0,75	0,33	0,7	70
Nikkel (Ni)	0,025 x 0,0008	0,3	0,13	0,3	25
Zink (Zn)	0,025 x 0,00235	0,88	0,38	0,8	200

1. Under antagelse af indhold af 1 % farvestof og tungmetaindhold i farvestoffet, som det er angivet i TABEL 12.1

2. Under antagelse af 50 % tørstofindhold

Det ses af disse worst-case beregninger, at selv hvis det antages at alt indhold af tungmetaller fra farvestofferne i platen migrerer ud i det organiske affald, så vil der være tale om niveauer, der ligger – i de fleste tilfælde – en del under de fastsatte grænseværdier i Økologiforordningen. For kviksølv gælder dog, at der er tale om et niveau lige under den fastsatte grænseværdi. For PAH'er vil der være tale om en overskridelse af den fastsatte grænseværdi i Affald-til-jord-bekendtgørelsen på ca. 50 %. Det skal dog bemærkes, at der i disse beregninger er tale om ekstrem worst-case, idet det er antaget, at alt indhold af tungmetaller og PAH vil være migreret ud af platen i den periode (maksimalt tale om måneder), som plastposerne er i kontakt med det organiske affald. Denne totale migration vil kun ske, hvis der var tale om en total nedbrydning af platen, hvilket som bekendt ikke sker indenfor den tidshorisont, hvor platen er i kontakt med det organiske affald. Indholdet af tungmetaller og PAH fra farvestoffer i platen vurderes således ikke at udgøre et problem i forhold til de fastsatte grænseværdier i hhv. Økologiforordningen og Affald-til-jord-bekendtgørelsen.

Desuden skal det tages med i betragtning, at der til disse worst-case beregninger er anvendt et forhold mellem plast og organisk affald på ca. 20 g plast til 1 kg tørt organisk affald. Dette er langt over det lovgivningskrav, der er fastsat i Affald-til-jord bekendtgørelsen på 1,5 g plast per kg tør biopulp. De ovenfor beregnede worst-case koncentrationer af tungmetaller vil således reelt være en faktor ca. 13 lavere.

Herudover, skal det bemærkes, at worst-case beregningerne er baseret på forventede mængder af urenheder af tungmetaller i farvestoffer/pigmenter og ikke vil være gældende for brug af farvestoffer baseret på disse tungmetaller. Nogle tungmetalbaserede farvestoffer er reguleret i dag (f.eks. blybaserede og cadmiumbaserede farvestoffer), hvorimod f.eks. zinkoxid anvendes som farvestof i plast.

Som beskrevet kan der være andre stoffer, såsom antioxidanter og nedbrydningsprodukter af disse antioxidanter, der vil migrere fra plasten. Det viser undersøgelser af migration af stoffer fra drikkevandsrør af PE til drikkevand. Der eksisterer imidlertid ikke viden om i hvilket omfang dette også vil gøre sig gældende for almindelige plastposer af PE, hvor der her er tale om en tyndere plastfilm og et helt andet medie end vand – nemlig organisk affald, som også indeholder et par procent fedt, og som er et mere fast materiale (ikke-flydende materiale). Dette bør evt. undersøges nærmere. Under alle omstændigheder forventes det, at der vil være tale om migration af stoffer i lave niveauer (ppm-niveau).

### **Fremme af efterspørgslen af organisk affald til genanvendelse**

Projektet har undersøgt, hvordan efterspørgslen af det organiske affald til genanvendelse, som f.eks. udspredning på landbrugsjord, kan fremmes gennem krav til kvaliteten af det organiske affald hos forbehandlingsanlæggene. Projektet har endvidere undersøgt, hvordan det organiske affald kan afsættes til økologiske landbrug samt hvilke krav, der i given fald skal stilles det til organiske affald. Der peges i den forbindelse på en harmonisering af grænseværdierne mellem Økologiforordningen og Af-fald til jordbekendtgørelsen.

Undersøgelsen viste endvidere, at bioplastposer giver problemer i forbehandlingspro-cessen og flere plasturenheder i biopulpen, som kan forhindre en fremtidig genan- vendelse af almindelig plast i rejektet.



Miljøstyrelsen  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø

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