

# Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?



## **Udarbejdet af:**

Torkild Birkmose og Kasper Stougaard, SEGES

Thomas Holst, Henrik Bang Jensen og Bruno Sander Nielsen, Landbrug & Fødevarer

Juni 2019, 1. udgave

Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

## Indhold

1. Sammendrag .....	4
2. Indledning .....	6
3. Ny fosforregulering .....	7
4. Produktion af fosfor i husdyrgødning.....	8
5. Fosfor til biogasanlæg .....	11
5.1. Opgørelse af biomasse og fosformængder til biogasanlæggene og deres oprindelse .....	13
5.2. Beslaglæggelse af harmoniareal med fosfor i husdyrgødning og anden biomasse .....	15
5.3. Udvikling i beslaglæggelse af harmoniareal i fremtiden .....	18
6. Muligheder for at løse regionale fosforoverskud .....	20
7. Anlæg til separering af afgasset gylle.....	21
7.1. Anvendte typer af separeringsanlæg .....	21
7.2. Omkostninger til separering og afsætning af fiberfraktionen .....	24
7.3. Tørring og pelletering af fiberfraktionen .....	26
7.3.1 Værdi og omkostninger ved tørring og pelletering af fiberfraktionen .....	27
8. Hvad sker der med fosfor i forbindelse med forbrænding? .....	30
9. Fordele og barrierer for modtagelse af fiberfraktion .....	33
9.1. Næringsstofværdi.....	33
9.2. Brugererfaringer .....	37
10. Tekniske løsninger til udspredning af fosfor fra biogasanlæg .....	40
11. Afledte effekter hvis biogasanlæg siger stop for modtagelse af husholdningsaffald .....	42
11.1 Ressourcestrategien .....	42
11.2. Økonomisk betydning .....	43
12. Opsamling på faglige og politiske opgaver.....	45
13. Konklusion .....	46

## 1. Sammendrag

Indførelsen af fosforreguleringen giver udfordringer med afsætning af afgasset biomasse fra en række biogasanlæg, der rammer det ny fosforloft, som betyder, at en række bedrifter ikke kan udnytte kvælstofloftet. Biogasanlæg bygges primært i husdyrtætte områder, da hovedparten af biomassen typisk er husdyrgødning.

De restprodukter, energiafgrøder mv., der nyttiggøres i biogasanlæg beslaglægger en del af landbrugsarealet. Der er således risiko for, at harmoniproblemerne kan forøges i områder med stor husdyrproduktion, hvis der bygges et biogasanlæg i området, som modtager store mængder affald mv. Dette forøgede pres på harmoniarealerne øger behovet for, at biogasanlæggene medvirker til separering og borttransport af næringsstoffer fra området. Men modtagelsen af restprodukter som supplement til gyllen er samtidig en forudsætning for, at gyllen kan afgasses med de klima-, miljø- og gødningsmæssige fordele dette giver.

Der produceres knap 40 mio. ton husdyrgødning i Danmark, som samlet set indeholder ca. 36.000 ton fosfor. Husdyrproduktionen sker hovedsageligt i det sydlige, vestlige og nordlige Jylland og på Bornholm.

Baseret på bl.a. data fra Energistyrelsens biomasseopgørelse er det beregnet, at biogasanlæggene i 2016/17 modtog ca. 5,3 mio. ton husdyrgødning svarende til ca. 14 pct. af den samlede mængde husdyrgødning. Derudover modtog anlæggene ca. 1,6 mio. ton affald, energiafgrøder mv. Ud fra en opdeling af biomasserne på oprindelse er det beregnet, at 95 pct. af fosformængden i biogasanlæggenes biomasseinput stammer fra landbruget. Hovedparten i form af husdyrgødning men også en betydelig del fra landbrugets egne forarbejdningsvirksomheder (f.eks. slagterier og mejerier). Kun ca. 1 pct. af fosformængden stammer fra byernes spildevandsslam og husholdningsaffald.

Det er beregnet, at alle tilførte organiske gødninger beslaglægger ca. 1,5 mio. hektar, og på landsplan er der således godt 900.000 hektar ledigt harmoniareal (39 pct. af det samlede harmoniareal), men der er betydelige regionale forskelle. Der er færrest ledige harmoniareal i Syd-, Vest- og Nordjylland, hvor der er under 20 pct. ledigt areal, og i praksis viser erfaringen, at det er vanskeligt at udnytte en højere andel. En øget mængde fosfor i disse områder vil derfor sandsynligvis betyde, at en tilsvarende mængde skal flyttes ud af området igen.

Et regionalt fosforoverskud kan f.eks. løses ved separering af den afgassede biomasse på biogasanlæggene. En række mulige teknologier er listet i rapporten. Dekantercentrifuge og eventuelt tørring og pelletering synes at være de mest realistiske muligheder i praksis. Omkostning til separering med en dekantercentrifuge og transport af fiberfraktionen er beregnet til ca. 25 kr. pr. kg fosfor, der borttransporteres.

Ved gødskning med fiberfraktion kan en planteavler spare 600-700 kr. pr. ha, når alle besparelser og omkostninger er indregnet.

Sparede omkostninger til indkøb af handelsgødning er derfor et betydeligt incitament til at modtage fiberfraktion. Dertil kommer, at jorden tilføres en betydelig mængde kulstof, som bidrager til at forbedre jordstrukturen mv. Der er imidlertid en række barrierer for en øget anvendelse af fiberfraktion som alternativ til handelsgødning. Det kan være manglende viden og indsigt i gødningsværdien af produkterne, men også administrative barrierer såsom at det er vanskeligere at udfylde og overskue gødningsregnskabet, når der anvendes organiske gødninger.

## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

Spredning af fiberfraktionen anses ikke for at være en teknisk udfordring. Eksisterende udspretningsudstyr i form af traditionelle staldgødningsspredere med spredeskiver har i forsøg og i praksis vist sig at være velegnede.

Forsøg viser, at den afgassede biomasse kan erstatte startgødningen til majs – specielt ved placeret nedfældning. Herved kan det samlede regionale fosfortryk mindskes ved at der indkøbes mindre handelsgødningsfosfor. Der kan også være et fortsat uudnyttet potentiale for at mindske fosforoverskuddet gennem en optimal fodring.

Transportomkostningerne kan mindskes, hvis fiberfraktionen afbrændes, hvorved fosforindholdet opkoncentreres i asken, mens kvælstoffet tabes i forbrændingsprocessen. Forskellige undersøgelser viser, at fosforns tilgængelighed i asken sandsynligvis er høj nok til at sikre afgrødernes fosforforsyning.

En eventuel løsning af regionale fosforoverskud ved at reducere biogasanlæggenes anvendelse af f.eks. restprodukter fra industrien og kildesorteret husholdningsaffald vurderes ud fra en helhedsmæssig vurdering ikke at være en hensigtsmæssig løsning, fordi biogasanlæggene går glip af et betydeligt indtægtsgrundlag, og fordi den alternative bortskaffelse af organisk affald vil være både dyrere og mindre bæredygtig.

Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

## 2. Indledning

I december 2015 indgik Venstre, Konservative, Dansk Folkeparti og Liberal Alliance aftalen om Fødevarer- og Landbrugspakken. Den indebar muligheder for mere optimal gødskning med kvælstof i forhold til afgrødernes behov, men også, at der blev indført en ny fosforregulering.

Det betyder, at landbruget og dermed også de næringsstoffer fra husdyrgødning, organiske restprodukter fra industri, husholdninger m.v., som håndteres via biogasanlæg fra gødningsåret 2017/18, ikke kun reguleres efter kvælstofindhold, men også fosforindholdet.

Med den målrettede regulering er koblingen mellem godkendelsen af stald og mark generelt ophævet, og alle arealer er screenet til at kunne modtage husdyrgødning og dermed afgasset biomasse fra biogasanlæg-gene. Reguleringen sker nu efter den faktiske produktion af næringsstoffer i stalden, hvilket betyder, at en effektiv fodring helt eller delvist kan løse et harmoniproblem på en bedrift.

Der er indført generelle fosforlofter for de enkelte gødningsstyper. Det betyder reelt, at det enten er kvælstofloftet eller fosforloftet, der bliver den begrænsende faktor for udbragt mængde husdyrgødning.

Der er basalt set to udfordringer i denne forbindelse:

- Den ene er de udfordringer fosforlofterne giver for de enkelte bedrifter med de husdyrproduktioner de har, og herunder om man ligger inden for et område med skærpede fosforlofter.
- Den anden er, når forskellige typer husdyrgødning blandes sammen i et biogasanlæg, og der dermed sker forskydninger i forhold til den enkelte landmands fosforlofter.

Danske biogasanlæg er primært etableret med henblik på at håndtere husdyrgødningen, hvorved gødningsvirkningen forbedres og risikoen for miljø- og klimapåvirkning reduceres. Der er imidlertid ikke økonomi i at afgasse husdyrgødning alene. Derfor har biogasanlæg i mere end 30 år bidraget til den cirkulære økonomi ved at afgasse organiske restprodukter fra først og fremmest fødevarerindustrien, men nu i stigende omfang også husholdningerne.

Det betyder på den ene side, at muligheden for at afgasse husdyrgødningen og bidrage med kollektive løsninger i forhold til landbrugets fosforudfordring kan blive forbedret, men på den anden side kan de med restprodukterne tilførte næringsstoffer give yderligere udfordringer i lokalområdet.

Hvor landbruget og biogasanlæggene således på den korte bane står med væsentlige udfordringer i forhold til fosfor, så er den langsigtede udfordring, at fosfor er en særdeles knap ressource og dermed er det helt afgørende for den langsigtede produktivitet i landbruget, og dermed fødevarerforsyningen, at der holdes hus med fosforressourcerne og sikres en optimal recirkulering og genanvendelse. Her spiller biogasanlæg en meget vigtig rolle.

### 3. Ny fosforregulering

I december 2015 indgik den daværende venstregering en aftale om Fødevarer- og landbrugspakken med Konservative, Dansk Folkeparti og Liberal Alliance. Målet var at gennemføre en række konkrete initiativer for at forbedre vilkårene for fødevarer- og landbrugsproduktionen i Danmark.

Et af initiativerne var en ny husdyrregulering, hvor det bærende princip var, at der skulle ske en adskillelse af miljøgodkendelserne af husdyrbrug fra reguleringen af anvendelsen af gødningen på markerne. Samtidig skulle der ske en harmonisering af reglerne for udbringning af husdyrgødning, så de danske regler for udbringning af husdyrgødning ikke var strammere end EU-reglerne i Nitratdirektivet. Konkret ville det betyde, at niveauet for tilførsel af kvælstof med husdyrgødning fra svin, mink og fjerkræ blev hævet fra maksimalt 140 kg kvælstof pr. hektar pr. år til Nitratdirektivets maksimalgrænse på 170 kg.

I den gamle regulering kunne der stilles vilkår om fosfortilførsel til markerne i miljøgodkendelserne af de enkelte husdyrbrug. Men med en adskillelse af reguleringen af stald og mark ville det ikke længere være en mulighed. Det var derfor Miljø- og Fødevarerministeriets vurdering, at det i den nye husdyrregulering var nødvendigt at indføre en generel regulering af anvendelsen af fosfor.

Det fremgik også af teksten til aftalen om Fødevarer- og landbrugspakken, at der i forbindelse med den nye regulering ville blive fastlagt de "...nødvendige regler vedr. fosfor, for at modvirke en øget risiko for fosfortab til vandmiljøet".

Den nye husdyrregulering blev udmøntet i et lovforslag om ændring af en række love, som blev fremsat i januar 2017. Forslag til den nye fosforregulering med generelle fosforlofter differentieret efter gødningstyper, indfasning af fosforlofterne frem til 2020 samt kravet om udpegning af op til 24 pct. af landbrugsarealet som oplande til fosforfølsomme søer var meget klart beskrevet i forarbejderne til lovforslaget.

Lovforslaget blev vedtaget af et bredt flertal i Folketinget i februar 2017, og fosforlofterne fremgår nu af husdyrgødningsbekendtgørelsen. Fosforlofterne, som de er fastlagt frem til og med planperioden 2021/2022 er vist i tabel 5.5. Afgrænsningen af oplande til søer med krav om skærpede fosforlofter er sket i en selvstændig bekendtgørelse, der trådte i kraft 1. juli 2018.

#### 4. Produktion af fosfor i husdyrgødning

Danmark har en intensiv husdyrproduktion, og derfor har vi en betydelig produktion af husdyrgødning, som nyttiggøres som gødning for afgrøderne. Udbringningen reguleres typisk af fosforindholdet i gødningen i forhold til den ny fosforregulering. Ud fra registerdata og husdyrgødningsnormer har SEGES beregnet produktionen af fosfor i husdyrgødningen i forskellige dele af landet.

Alle husdyrproducenter i Danmark indberetter et gødningsregnskab til Landbrugsstyrelsen. I forbindelse med, at gødningsanvendelsen indberettes, indberettes også en række oplysninger om husdyrholdet. Disse oplysninger samles i en database hos Landbrugsstyrelsen (Gødnings- og Husdyrindberetningen, GHI). Disse data anses for værende forholdsvis pålidelige, fordi de er en del af gødningsregnskabet, som kontrolleres af Landbrugsstyrelsen. Erfaringsmæssigt findes der relativt få fejl i indberetningerne, når der udføres fysisk kontrol hos landmændene.

SEGES har modtaget et udtræk fra databasen gældende for planperioden 2016-2017. Databasens oplysninger om husdyrproduktionen er koblet med husdyrgødningsnormerne for de pågældende dyretyper og staldsystemer. Desværre er datasættet fra Landbrugsstyrelsen ikke 100 pct. komplet, idet der mangler data for får, geder, hjorte og besætninger, som får under kategorien "Andre dyrearter og staldsystemer". Imidlertid er fosforproduktionen fra disse dyregrupper så beskeden (under 1 pct. af den samlede produktion), at det næppe har betydning for det samlede billede.

Alle data er GIS-relaterede. Det vil sige, at data om gødningsproduktion er koblet med en GIS-database, således at al produceret gødning er koblet til en GIS-koordinat, som gør det muligt at foretage geografiske opdelinger af produktionen – f.eks. kommuneniveau eller på et fast defineret grid.

I tabel 4.1 og 4.2 er det beregnet, hvor meget husdyrgødning og herunder fosfor i husdyrgødning, de danske husdyr producerer. Langt hovedparten af husdyrgødningsmængden er gylle, og stort set resten er dybstrøelse. Staldsystemer med fast gødning og ajle er under udfasning, og produktionen derfor ret beskeden. Koncentrationen af fosfor i dybstrøelse er højere end i gylle, og derfor er den procentvise produktion af fosfor i dybstrøelse større end den procentvise mængde produceret.

Næsten halvdelen af fosforproduktionen sker fra svin, mens hovedparten af resten sker fra kvæg. Fosforkoncentrationen i fjerkræ- og minkgødning er relativ høj, men den samlede produktion af fosfor fra de to dyregrupper udgør kun ca. 13 pct. af den samlede produktion.

**Tabel 4.1.** Samlet produktion af *husdyrgødning* i Danmark opdelt på husdyrart og gødningstype. Mængderne er ikke fraregnet husdyrgødning, som tabes af dyrene under afgræsning. Opgjort i 1.000 ton gødning.

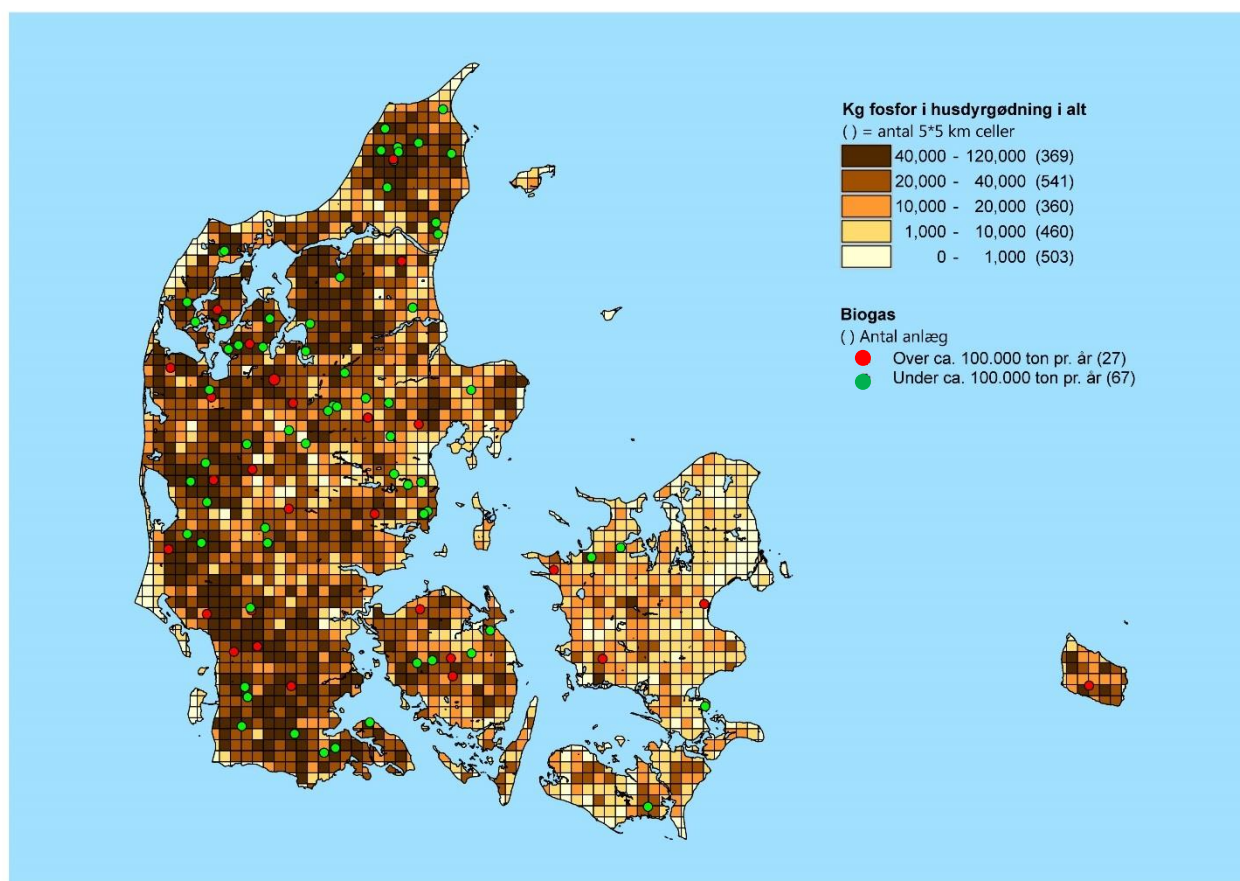
	Gylle	Dybstr.	Fast staldgødning	Ajle	I alt	Pct.
Kvæg	17.895	2.922	209	236	21.262	50
Svin	19.385	142	11	38	19.575	46
Fjerkræ	5	238	64	0	307	1
Pelsdyr	1.270	183	0	0	1.453	3
Heste	0	217	0	0	217	1
I alt	38.555	3.701	284	274	42.814	100
Pct.	90	9	1	1	100	-



**Tabel 4.2.** Samlet produktion af **fosfor i husdyrgødning** i Danmark opdelt på husdyrart og gødningstype. Mængderne er ikke fraregnet husdyrgødning, som tabes af dyrene under afgræsning. Opgjort i ton fosfor.

	Gylle	Dybstr.	Fast staldgødning	Ajle	I alt	Pct.
Kvæg	13.008	3.791	327	36	17.162	39
Svin	20.359	361	53	18	20.791	47
Fjerkræ	8	2.345	470	0	2.822	6
Pelsdyr	2.634	572	0	0	3.206	7
Heste	0	360	0	0	360	1
I alt	36.009	7.429	850	54	44.341	100
Pct.	81	17	2	0	100	-

Hovedparten af husdyrproduktionen sker i den vestlige del af landet, mens produktionen på øerne er mere beskednen. I figur 4.1. er den samlede fosforproduktion i husdyrgødningen opdelt på grids af 5x5 km (2.500 hektar).



**Figur 4.1.** Den samlede fosforproduktion i husdyrgødningen opdelt på grids af 5x5 km (2.500 hektar). På kortet er placeringen af store og små biogasanlæg markeret med henholdsvis røde og grønne prikker. Kortet inkluderer også nye biogasanlæg, som er under opførsel (2018).

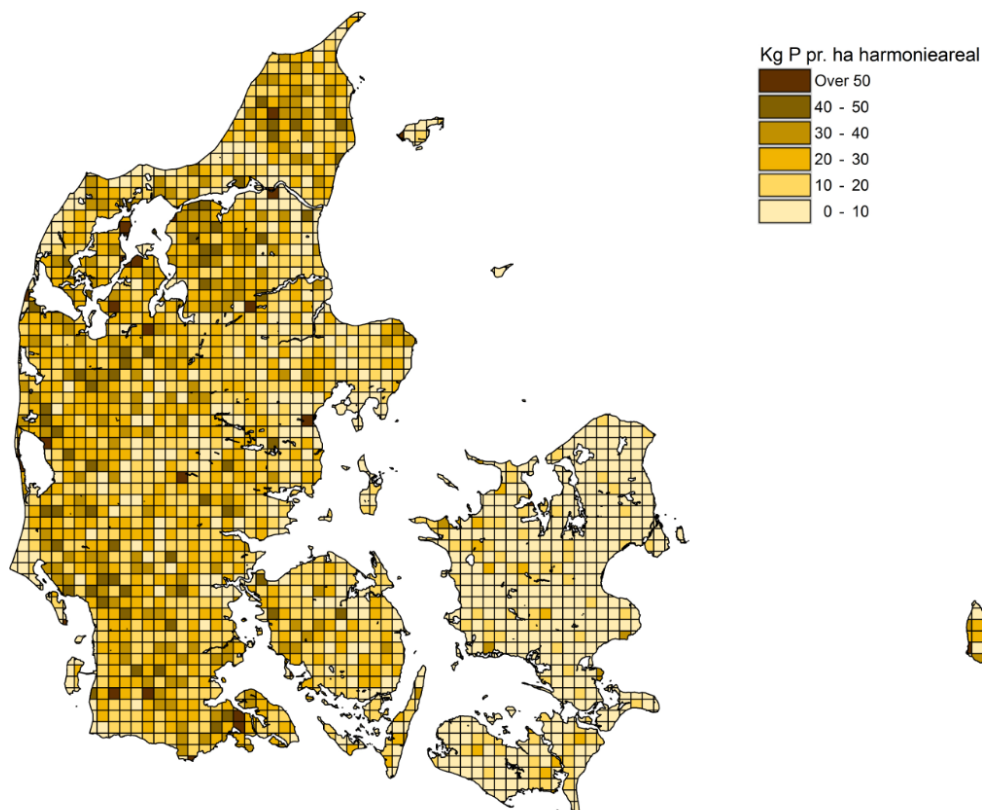
Hovedparten af fosforproduktionen sker i den syd-, vest- og nordlige del af Jylland og på Bornholm. Derudover er der "hot spots" på bl.a. Fyn og i Østjylland. I nogle af disse områder med høj fosforproduktion oplever

## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

landmændene allerede i dag, at det kan være vanskeligt at finde ledige harmoniarealer til udbringning af husdyrgødningen.

De fleste biogasanlæg er i dag husdyrgødningsbaserede, og derfor placeres de fortrinsvist i områder, hvor husdyrgødningsproduktionen er størst.

I figur 4.2 er fosforproduktionen omregnet til kg fosfor pr. ha, hvilket lettere direkte kan relateres til de af produktionen følgende fosforlofter.



**Figur 4.2:** Fordeling af fosfor i husdyrgødningen i kg P pr. ha udspretningsareal. Kortet er opdelt i grids af 5x5 km (2.500 hektar). Udarbejdet af Rita Hørfarter, PlantInnovation, Seges.

## 5. Fosfor til biogasanlæg

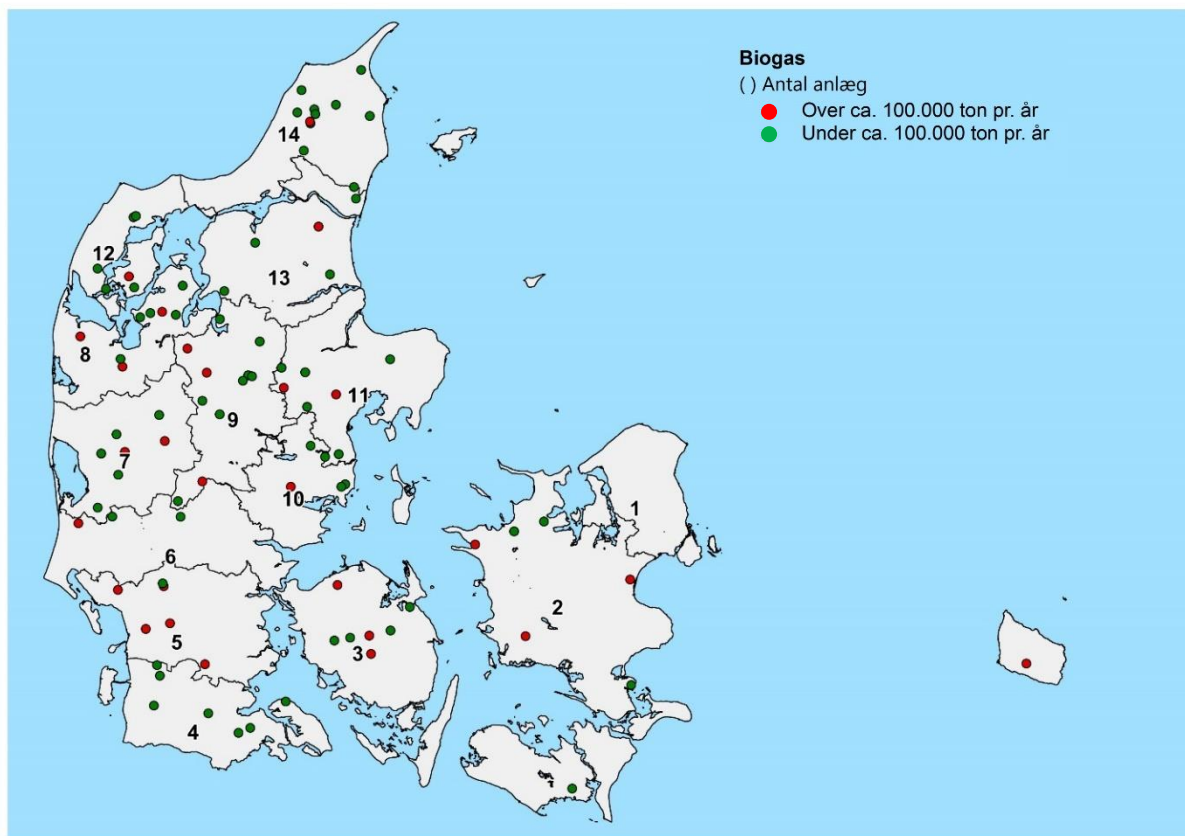
Som vist i figur 4.1. er biogasanlæggene fortrinsvist beliggende i områder, som i forvejen er husdyrtætte. Da biogasanlæg udover husdyrgødning modtager andre fosforholdige biomasser (organisk affald og energiafgrøder m.v.), bliver et område, som i forvejen har en stor tæthed af husdyr (og dermed en stor fosforproduktion) yderligere belastet med fosfor i andre biomasser. For at reducere transportomkostningerne, er det en fordel, hvis den afgassede biomasse kan afsættes så tæt på anlægget som muligt, men den høje belastning med fosfor besværlig gør dette.

I dette afsnit kvantificeres tilførslen af fosfor til landbrugsjorden i forskellige områder af landet. Til dette formål er landet inddelt i 14 områder. Områderne er inddelt sådan, at der er mindst 4-5 biogasanlæg pr. område. På den måde sikres, at ingen data kan henføres til et bestemt biogasanlæg, og oplysninger fra de enkelte biogasanlæg kan derfor opretholdes som anonyme.

Områdeinddelingen kan ses i tabel 5.1 og figur 5.1.

**Tabel 5.1.** Områdeinddeling til biomasseopgørelsen

Område	Region	Kommuner
1+2	Region Hovedstaden Region Sjælland	København, Frederiksberg, Dragør, Tårnby, Albertslund, Ballerup, Brøndby, Gentofte, Gladsaxe, Glostrup, Herlev, Hvidovre, Høje-Taastrup, Ishøj, Lyngby-Taarbæk, Rødovre, Vallensbæk, Allerød, Egedal, Fredensborg, Frederikssund, Furesø, Gribskov, Halsnæs, Helsingør, Hillerød, Hørsholm, Rudersdal, Bornholm, Greve, Køge, Lejre, Roskilde, Solrød, Faxe, Guldborgsund, Holbæk, Kalundborg, Lolland, Næstved, Odsherred, Ringsted, Slagelse, Sorø, Stevn, Vordingborg
3	Region Syddanmark	Assens, Faaborg-Midtfyn, Kerteminde, Langeland, Middelfart, Nordfyn, Nyborg, Odense, Svendborg, Ærø
4	Region Syddanmark	Tønder, Aabenraa, Sønderborg
5	Region Syddanmark	Esbjerg, Vejen, Kolding, Haderslev
6	Region Syddanmark	Varde, Billund, Vejle, Fredericia
7	Region Midtjylland	Ringkøbing-Skjern, Herning
8	Region Midtjylland	Lemvig, Struer, Holstebro, Skive
9	Region Midtjylland	Ikast-Brande, Viborg, Silkeborg
10	Region Midtjylland	Hedensted, Horsens, Odder, Skanderborg
11	Region Midtjylland	Norddjurs, Syddjurs, Randers, Favrskov, Aarhus
12	Region Nordjylland	Thisted, Morsø
13	Region Nordjylland	Vesthimmerland, Rebild, Aalborg, Mariager Fjord
14	Region Nordjylland	Jammerbugt, Brønderslev, Hjørring, Frederikshavn



**Figur 5.1.** Områdeinddeling og placering af biogasanlæg. Kortet inkluderer også nye biogasanlæg, som er under etablering.

For hver af de 14 områder er der opgjort data om producerede og anvendte fosformængder i forskellige typer biomasse. I tabel 5.2. er vist en oversigt over biomasser og datakilde.

Energistyrelsen har stillet data fra deres årlige biomasseopgørelse til rådighed. Opgørelsen bruges til at vurdere, om hvert enkelt anlæg overholder kravene til anvendelse af energiafgrøder. Energistyrelsen har summeret biomasse mængderne i de 14 områder i figur 5.1.

**Table 5.2.** Oversigt over opgjorte biomasser, arealer og datakilder.

Biomasse	Datakilde til mængde	Datakilde til fosforindhold
Samlet mængde husdyrgødning i Danmark	Gødnings- og Husdyrindberetningen Husdyrgødningsnormer	Husdyrgødningsnormer
Husdyrgødning til biogasanlæg	Energistyrelsens biomasseopgørelse, 2016/17 (excl. spildevandsanlæg)	SEGES estimater
Energiafgrøder til biogasanlæg	Energistyrelsens biomasseopgørelse, 2016/17 (excl. spildevandsanlæg)	Fodermiddeltabeller
Organisk affald til biogasanlæg	Energistyrelsens biomasseopgørelse, 2016/17 (excl. spildevandsanlæg)	SEGES estimater
Organisk affald direkte til landbrugsjorden	Kvælstofindhold oplyst i gødningsregnskabet	SEGES estimater af NP-forhold
Harmoniarealer	Enkeltbetalingsansøgninger	-
Skærpede fosforområder	Areal GIS	-
Antal og placering af biogasanlæg	SEGES og Biogasbranchen har opdateret en liste over biogasanlæg og deres placering fra Erhvervsstyrelsen. Anlæggene er groft inddeelt i store og små anlæg.	-

### 5.1. Opgørelse af biomasse og fosformængder til biogasanlæggene og deres oprindelse

Biogasanlæggene indrapporterer årligt til Energistyrelsen/Landbrugsstyrelsen, hvad de har modtaget af biomasse i det forløbne år. I tabel 5.3. er vist summen af indberetninger i forskellige typer af biomasse. For de fleste biomassekategoriers vedkommende dækker kategorien over en række forskellige produkter, og fosforindholdet kan være vanskeligt at fastsætte. De anførte fosforkoncentrationer i tabel 5.3. er derfor for en række kategoriers vedkommende grove skøn, og disse skøn udgør en fejlkilde i denne undersøgelse.

I tabellen er også anført, hvilken biomassetype, de enkelte biomasser er inddelt i, og hvilken oprindelse de enkelte biomasser skønnes at have. Oprindelsen er skønnet af SEGES, og skønnet kan i visse tilfælde være forkert. Skønnet er bl.a. opdelt i "industriaffald" fra henholdsvis landbrug og industri. Det landbrugsbaserede industriaffald er antaget at stamme fra forarbejdning af landbrugets egne animalske og vegetabiliske råvarer, fra f.eks. mejerier, slagterier, kartoffelmølsfabrikker og lignende.

Biomasseopgørelsen fra Energistyrelsen inkluderer "industriaffald", og ikke al afgasset biomasse fra disse anlæg udbringes efterfølgende på landbrugsjorden. Det betyder, at fosformængderne i tabel 5.3. kan overvurdere den mængde fosfor, som reelt udbringes på landbrugsjorden. F.eks. er afgasset spildevand fra sukkerfabrikkerne inkluderet, men ifølge oplysninger fra fabrikkerne udledes det afgassede spildevand til havet.

**Tabel 5.3.** Oversigt over typer, oprindelse og fosforindhold i biomasse til danske biogasanlæg, 2016/17.

	Biomassetype	Oprindelse	Ton pr. år.	Kg P pr. ton	Kg P i alt
Kvæggylle	Husdyrgødning	Landbrug	2.893.198	0,7	2.025.238
Svinegylle	Husdyrgødning	Landbrug	1.808.947	1,0	1.808.947
Minkgylle	Husdyrgødning	Landbrug	123.225	2,5	308.063
Fjerkrægylle	Husdyrgødning	Landbrug	2.669	2,0	5.338
Blandet gylle	Husdyrgødning	Landbrug	204.095	1,0	204.095
Flydende husdyrgødning	Husdyrgødning	Landbrug	1.612	1,0	1.612
Dybstrøelse, kvæg	Husdyrgødning	Landbrug	137.237	1,0	137.237
Dybstrøelse, fjerkræ	Husdyrgødning	Landbrug	43.218	8,0	345.746
Dybstrøelse, fast	Husdyrgødning	Landbrug	13.828	1,5	20.742
Fiberfraktion	Husdyrgødning	Landbrug	7.571	4,0	30.284
Dybstrøelse, andet	Husdyrgødning	Landbrug	93.336	1,5	140.004
Majs	Energiafgrøder	Landbrug	189.892	0,7	132.924
Korn	Energiafgrøder	Landbrug	7.057	2,5	17.644
Roer	Energiafgrøder	Landbrug	26.783	0,3	8.035
Kløvergræs	Energiafgrøder	Landbrug	3.494	1,3	4.542
Græs	Energiafgrøder	Landbrug	24.905	1,3	32.376
Andre afgrøder	Energiafgrøder	Landbrug	58	1,5	86
Vinasse	Industriaffald	Landbrug	730	0,0	0
Animalske biprodukter	Industriaffald	Landbrug	207.301	3,0	621.902
Organisk affald fra erhverv	Industriaffald	Industri	76.233	1,0	76.233
Slam fra forarbejdning af animalske råvarer	Industriaffald	Landbrug	284.626	3,0	853.879
Slam og spildevand samt uforurenede produktrester	Industriaffald	Industri	309.606	0,2	61.921
Slam fra dambrug	Industriaffald	Industri	7.977	2,0	15.954
Proteolyseret processpildevand	Industriaffald	Industri	7.660	0,5	3.830
Kartoffelfrugtsaft	Industriaffald	Landbrug	14.773	0,3	4.432
Kildesorteret organisk dagrenovation	Husholdningsaffald	Byer	86.604	0,6	51.962
Halm	Energiafgrøder	Landbrug	26.148	0,8	20.918
Økologisk kløvergræs	Energiafgrøder	Landbrug	2.698	1,3	3.507
Naturpleje biomasse	Energiafgrøder	Byer	3.311	1,3	4.304
Have-park affald	Energiafgrøder	Byer	1.274	1,0	1.274
Andre restprodukter fra produktion af primærafgrøder	Industriaffald	Landbrug	4.556	1,0	4.556
Glycerin	Industriaffald	Industri	72.599	0,0	0
Kasserede afgrøder	Energiafgrøder	Landbrug	31.235	0,7	21.865
Andre typer af anden organisk gødning	Industriaffald	Landbrug	156.337	1,0	156.337
Afgasset biomasse	Industriaffald	Landbrug	7.468	0,0	0
Øvrige typer af anden organisk gødning	Industriaffald	Industri	102.188	1,0	102.188
Spildevandsslam	Spildevands-slam	Byer	6.055	6,0	36.330
I alt	Gruppe	Oprindelse	6.990.503	-	7.264.307

I tabel 5.4. er fosformængderne fra tabel 4.3. opdelt på type og oprindelse. 69 pct. af fosforinputtet kommer fra husdyrgødning, og hovedparten af resten kommer fra industriaffald. Bidraget fra husholdningsaffald og spildevandsslam er ret ubetydelig. Til sammenligning blev der anvendt 1.700 ton fosfor i startgødning.

Hvis man ser på oprindelsen af fosfor i biomassen, stammer 95 pct. fra landbruget. Byernes bidrag til fosfor til biogasanlæggene er næsten helt ubetydelig. Energiafgrøder bidrager i gennemsnit med under 3 pct. af biomassen til biogasanlæggene regnet i tons (tabel 5.3) og ca. 3 pct. regnet i fosformængde (tabel 5.4).

**Tabel 5.4.** Fosfortilførsel til danske biogasanlæg opdelt på typer af biomasse og skønnet oprindelse. 1.000 ton fosfor (data fra tabel 4.3).

	Landbrug	Industri	Byer	I alt	Pct.
Husdyrgødning	5.027	0	0	5.027	69
Industriaffald	1.641	260	0	1.901	26
Energiafgrøder	196	0	0	196	3
Afgrøderester	46	0	6	52	1
Husholdningsaffald	0	0	52	52	1
Spildevandsslam	0	0	36	36	1
I alt	6.910	260	94	7.264	100
Pct.	95	4	1	100	-

Datamaterialet fra Energistyrelsen, som ligger til grund for tabel 5.4, kan ikke umiddelbart opdeles i dansk produceret og importeret biomasse. Der importeres en vis mængde industriaffald fra bl.a. den norske fiskeindustri, olivenproduktionen i Spanien og halmpiller. Det vurderes dog, at importen i dag udgør en meget lille andel af biomassegrundlaget. Husholdningsaffald udgør også en beskedne andel af biomassen, men regeringens ressourcestrategi lægger op til, at andelen af genanvendt husholdningsandel skal øges, og recirkulering via biogasanlæg er den primære vej.

## 5.2. Beslaglæggelse af harmoniareal med fosfor i husdyrgødning og anden biomasse

Harmonireglerne i husdyrgødningsbekendtgørelsen regulerer, hvor meget husdyrgødning og anden biomasse, der maksimalt kan udsprede på landbrugsjorden. I 2017 er der indført en ny fosforregulering, og når den er fuldt indfaset i 2020, vil det i praksis næsten altid være indholdet af fosfor i biomassen, som bestemmer, hvor meget der maksimalt kan udsprede. I tabel 5.5. er vist fosforlofterne for forskellige typer af biomasse.

**Tabel 5.5.** Fosforlofter gældende fra 2020/21.

	Fosforloft, kg P pr. ha	
	Normale områder	Områder med skærpede fosforlofter
Husdyrgødning fra kvæg (ikke undtagelsesbrug)	30	30
Husdyrgødning fra undtagelsesbrug	35	35
Husdyrgødning fra svin, fjerkræ, pelsdyr, heste, får og geder	35	30
Affald	30	30
Handelsgødning	30	30

## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

I dette afsnit beregnes, hvor mange hektar harmoniareal de forskellige tilførselskilder beslaglægger ud fra fosforlofterne i tabel 5.5. Arealbeslaglæggelsen af harmoniareal er opdelt på følgende kilder:

- Husdyrgødning
- Energiafgrøder og afgrøderester
- Affald, som tilføres landbrugsjorden via biogasanlæg
- Affald, som tilføres landbrugsjorden direkte

I tabel 5.6. er harmoniarealet beregnet for de 14 områder i figur 5.1, og beregningen er opdelt i arealer, som ligger henholdsvis udenfor og indenfor områderne med skærpede harmonikrav. På landsplan ligger 22 pct. af harmoniarealet inden for de skærpede områder, men fordelingen er meget skæv i de 14 områder. Således er kun 2 pct. skærpede områder i Vendsyssel, mens det er hele 59 pct. omkring Skanderborg-Horsens.

**Tabel 5.6.** Beregning af arealet med harmoniareal i de 14 områder fra figur 5.1.

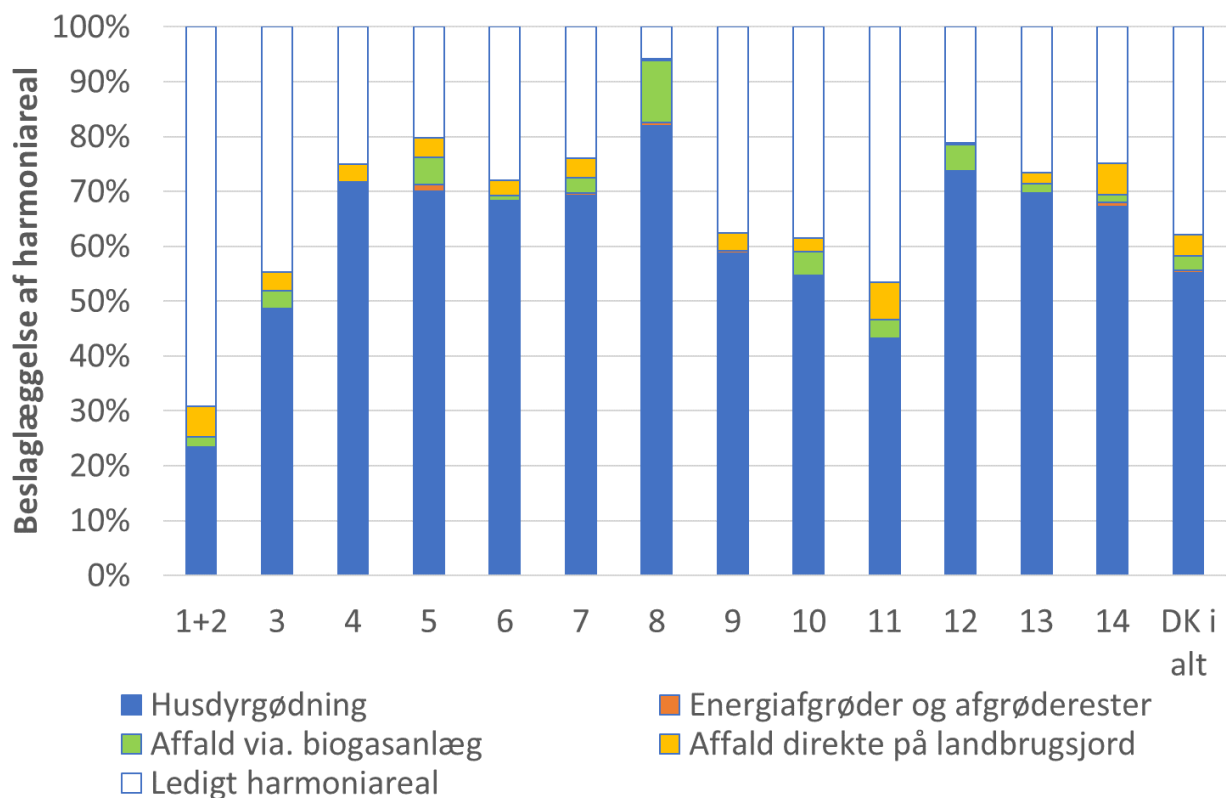
Område	Normalt område, ha	Skærpet fosfor-krav, ha	Harmoni-areal i alt, ha	Pct. med skærpede krav	
1+2	Sjælland, Lolland-Falster, Bornholm	415.502	110.347	525.849	21
3	Fyn	194.564	9.627	204.191	5
4	Langs den tyske grænse	109.733	64.602	174.335	37
5	Kolding, Ribe	154.993	35.131	190.124	18
6	Vejle, Varde	126.155	28.781	154.935	19
7	Ringkøbing, Herning	112.647	45.338	157.985	29
8	Lemvig, Holstebro	88.457	47.285	135.742	35
9	Silkeborg, Viborg	97.942	49.358	147.300	34
10	Skanderborg, Horsens	42.945	61.075	104.020	59
11	Aarhus, Randers, Djursland	151.407	21.501	172.909	12
12	Mors, Thisted	39.923	37.744	77.667	49
13	Himmerland, Ålborg	182.504	8.872	191.376	5
14	Vendsyssel	171.769	3.897	175.666	2
I alt		1.888.542	523.558	2.412.100	22

I tabel 5.7 er beslaglæggelsen af harmoniareal af de forskellige biomassetyper beregnet. Det ledige harmoniareal er beregnet som det samlede harmoniareal fra tabel 5.6 minus det beslaglagte areal. På Sjælland og på de østlige øer er der hele 69 pct. ledigt areal. Omkring Lemvig-Holstebro er det kun 6 pct.



**Tabel 5.7.** Beslaglæggelse af harmoniareal med det nuværende forbrug af husdyrgødning, energiafgrøder og affald, hektar beregnet efter fosforlofter i 2020/21.

Område	Husdyr-gødning	Energi-afgrøder	Affald via. biogasanlæg	Affald di- rekte på landbrugs- jord	Ledigt har- moniareal	Pct. ledigt areal
1+2	122.812	128	9.622	29.316	363.971	69
3	98.929	553	6.440	7.158	91.112	45
4	124.502	481	165	5.453	43.734	25
5	133.158	2.423	9.361	6.677	38.504	20
6	105.734	62	1.410	4.415	43.315	28
7	109.418	680	4.358	5.683	37.846	24
8	111.166	922	15.382	457	7.815	6
9	86.562	533	99	4.772	55.334	38
10	56.833	0	4.543	2.535	40.109	39
11	74.222	644	5.653	11.838	80.551	47
12	57.130	192	3.646	220	16.479	21
13	133.239	68	3.326	3.759	50.983	27
14	118.035	1.520	2.355	10.216	43.540	25
DK i alt	1.331.740	8.207	66.360	92.500	913.293	38



**Figur 5.2.** Procentvis beslaglæggelse af harmoniareal i de 14 områder i 2020/21. Se områdeinddelingen i figur 5.1 eller tabel 5.6.

Området omkring Lemvig-Holstebro er kendetegnet ved både at have den største procentvise beslaglæggelse af areal med husdyrgødning og med affald via biogasanlæggene. Til gengæld tilføres der kun meget lidt affald direkte til landbrugsjorden.

I alle områder er der på papiret et vist overskud af harmoniareal. Det betyder imidlertid ikke det samme, som at al husdyrgødning og biomasse hverken teoretisk eller praktisk kan udbringes inden for området. De skyldes bl.a.:

- Fosfor i handelsgødning (f.eks. til startgødning til majs og DAP-gødning til vintersæd) beslaglægger arealer, som ikke er indregnet i figur 5.2.
- Fosfor i bioaske (f.eks. halmaske) beslaglægger i realiteten også arealer, som ikke er indregnet i figur 5.1.
- De fleste landmænd ønsker en vis mængde "luft" i fosforregnskabet, så harmoniarealerne ikke fyldes helt op til loftet. Det giver en vis buffer til bl.a. at opfange mindre udsving i husdyrproduktionen.
- Arealer med vedvarende græs tæller med i harmoniarealet, men da det ofte kun tilføres lidt eller ingen husdyrgødning vælger nogle landmænd at holde det udenfor, så kun omdriftsarealet "fyldes op" med husdyrgødning til fosforloftet.
- Nogle planteavlere ønsker ikke at modtage hverken husdyrgødning eller affald, og hvis de gør, så ikke nødvendigvis helt op til fosforloftet.

Der dyrkes ca. 170.000 hektar med majs i Danmark, og hvis man antager, at majsarealerne i gennemsnit får tilført 10 kg fosfor i startgødning pr. ha, bliver der tilført 1.700 ton fosfor i startgødning, hvilket beslaglægger ca. 57.000 hektar harmoniareal på kvægbrugene. Reelt er det måske lidt lavere areal, da en del af arealet dyrkes økologisk, og også en del af det konventionelle areal dyrkes uden startgødning.

Det forventes, at ny teknologi til GPS-placering af gylle før såning af majs vil reducere behovet for startgødning, da nye danske og tyske forsøg tyder på, at gylle placeret lige under majsfrøet kan sikre majsens så god en vækststart, at startgødning kan undværes. F.eks. viste et OnFarm Forsøg i 2018 hos GrønGas/Jens Peter Lunden i Vendsyssel lovende resultater med placering af afgasset gylle.

Nogle landmænd og maskinstationer kan allerede foretage denne placering af gyllen, og det forventes at antallet vil stige i de kommende år, og markforsøg vil i de kommende år dokumentere effekten og fastslå mere præcist, i hvilke situationer startgødning kan undværes.

### 5.3. Udvikling i beslaglæggelse af harmoniareal i fremtiden

Det beslaglagte harmoniareal i tabel 5.7 er beregnet ud fra den nuværende produktion og forbrug af biomasser. I fremtiden kan ændringer i produktion og genanvendelse betyde forskydninger i beslaglæggelsen af harmoniareal fra forskellige biomassetyper. Nedenfor er det vurderet, hvorvidt der vil ske forskydninger i den nærmeste fremtid.

- *Husdyrgødning*: På kort og mellemlangt sigt vil husdyrproduktionen i Danmark næppe stige, og der forventes en fortsat reduktion i udskillelsen af kvælstof og fosfor i husdyrgødning, hvorfor det vurderes, at husdyrgødningen vil beslaglægge et mindre areal end i dag.
- *Dansk industriaffald*: Det vurderes, at de fleste egnede produkter allerede i dag genanvendes på landbrugsjorden. Nyttiggørelse af en eventuel stigende mængde til biogasanlæg vil modsvares af en tilsvarende mængde direkte til landbrugsjorden.
- *Importeret industriaffald*: Det er uklart, om importen vil øges. Udbud og efterspørgsel vil afgøre, om affaldet bruges i danske biogasanlæg og samtidig sker der en væsentlig biogasudbygning internationalt, hvorfor konkurrencen om restprodukterne skærpes.

## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

- *Energiafgrøder:* Der er et politisk ønske om, at anvendelse af energiafgrøder i danske biogasanlæg fastholdes på et lavt niveau.
- *Afgrøderester:* Mængden af afgrøderester – herunder især halm – kan eventuelt øges. Halmpris og teknik vil afgøre, i hvor stort et omfang, det vis ske. Halmen ville alternativt blive nedmuldet, men forventes på sigt at blive handlet til flere formål.
- *Husholdningsaffald:* Regeringens Ressourcestrategi har som mål, at 50 pct. af husholdningsaffaldet skal genanvendes i 2023 og EU stiller krav om obligatorisk kildesortering. Det forventes, at en betydelig andel vil blive genanvendt via biogasanlæg.
- *Spildevandsslam.* Spildevandsslam anvendes stort set ikke i husdyrgødningsbaserede biogasanlæg, og det forventes i praksis helt udfaset da arealer til kvægfoder og økologi ikke må modtage det. En stigende andel af den producerede spildevandsslam vil dog formentlig blive genanvendt direkte på landbrugsjorden i takt med, at kvaliteten af slammet øges.

Samlet set forventes der ikke et voldsomt øget pres på harmoniarealerne i fremtiden, men en øget andel af biomasserne vil formentlig afgasses i biogasanlæg, før de kommer på landbrugsjorden. Derved kan der opstå en koncentrering af næringsstoffer omkring biogasanlæggene, fordi biogasanlæggene tiltrækker biomasser fra et større opland til supplering af den lokale husdyrgødning.

I fremtiden vil der derfor formentlig blive øget behov for f.eks. separering og transport over længere afstande end i dag.

## 6. Muligheder for at løse regionale fosforoverskud

I de fleste tilfælde er forebyggelse den bedste løsning. Dette gælder både på den enkelte bedrift i forhold til udfordringerne med den nye fosforregulering og for biogasanlæggene.

### Den enkelte bedrift

På den enkelte bedrift kan der være forskellige muligheder:

- For både kvæg, svin, fjerkræ og mink vil der være muligheder i foderoptimering, herunder anvendelse af fytase, som vil bidrage til at minimere den mængde fosfor, der føres videre i kæden. Typisk vil det omkostningseffektivt være muligt at reducere fosforudskillelsen med 10-15 pct. i forhold til normen.
- Det vil også være muligt at separere husdyrgødningen med henblik på afsætte fiberfraktionen indeholdende en forholdsmæssig stor andel af fosforen til anden side. Udfordringen er, at omkostningen til separering formodentlig er højere end ved separering på et biogasfællesanlæg, da volumen er mindre.

### På biogasanlægget

På biogasanlæggene arbejdes der med en lang række forskellige veje til at løse fosforudfordringen:

- Opsige modtagelsen af meget fosforholdige biomasser eller biomasser med et lavt N/P forhold.
- Opdeling af anlægget i forskellige linjer med henblik på at kunne udlevere gødninger tilpasset de enkelte bedrifter i forhold til såvel restriktioner på hvilke biomasser der må modtages på bedriften i forhold til f.eks. økologireglerne eller kornbranchens eller mejeribrugets brancheaftaler. Ved at styre tilførslen af biomasser af forskellig oprindelse og forskellige N/P forhold, kan fosforen opkoncentreres i de fraktioner, hvor der er plads til det.
- Sempelt separering gennem naturlig sedimentering af den afgassede biomasse i efterlagertanke, hvor det udnyttes, at fosforindholdet er lavere i midterlaget end i henholdsvis top og bundlag. Dette er dog forbundet med både tidsmæssige og analysemæssige udfordringer.
- Mekanisk separering af den afgassede biomasse – eller den andel heraf, der er nødvendig for at kunne blande sig frem til de ønskede N/P forhold. Herved står man dog med to forskellige fraktioner (f.eks. en væskefraktion og en fiberfraktion), som skal afsættes, transporteres og anvendes på forskellig vis.
- Målretning af anvendelsen af den afgassede biomasse eller fraktioner heraf. Der er bl.a. igangsat forsøg med placering af den afgassede biomasse ved såning af majs med henblik på, om det kan erstatte startgødningen og dermed lette det generelle fosfortryk i lokalområdet.

## 7. Anlæg til separering af afgasset gylle

Gylleseparering er en fællesbetegnelse for et meget stort antal teknologier, som har det til fælles, at de kan opkoncentrere tørstof og næringsstoffer i én eller flere fraktioner. Ved gylleseparering opkoncentreres især fosfor i en fast fraktion, og derfor kan fosfor i faste produkter transporteres over længere afstande til en lavere pris. Da der typisk frasepareres mere fosfor end kvælstof, bliver der relativt mere kvælstof tilbage i den flydende fraktion. Derfor er det muligt at ændre N/P-forholdet og det vil være lettere at gødske med den flydende fraktion, så både kvælstof og fosforbehovet dækkes uden at overskride hverken kvælstof- eller fosforloftet – eventuelt ved blanding med ikke-separeret.

I tidens løb er der afprøvet et utal af meget forskellige teknologier, men de fleste af dem er droppet igen efter endt afprøvning. Uventede teknologiske udfordringer og høje omkostninger er typisk begrundelsen for at droppe en teknologi efter afprøvning.

### 7.1. Anvendte typer af separeringsanlæg

I praksis anvendes derfor kun relativt simpel mekanisk separering til ubehandlet og afgasset gylle i Danmark. Typisk er teknologierne udviklet til industrielle formål og har typisk årtiers erfaring fra industrien at trække på. Det er også kendetegnende, at de i praksis anvendte anlæg er enkeltstående teknologier. Det betyder, at der kun er én proces. Anlæg baseret på flere på hinanden følgende processer er typisk vanskelige at få til at fungere i praktisk drift med gylle. Årsagen er ofte, at indgangsmaterialet ikke er tilstrækkelig homogen til stabil drift. Og i flertrins anlæg forstærkes problemerne, idet ustabil drift af ét trin gør, at indgangsmaterialet til næste trin bliver inhomogent, og dermed bliver dette trin endnu mere ustabil end det første.

I tabel 7.1 er vist en oversigt over separeringsteknologier, deres virkemekanismer samt fordele og ulemper ved anvendelsen. Oversigten dækker over de fleste anlægstyper, som har været afprøvet på afgasset gylle. Derudover findes en række andre anlægstyper, som kortvarigt har været afprøvet uden den store succes.

Fælles for alle de viste anlægstyper er, at de kan opkoncentrere fosfor i en fraktion med et højere tørstofindhold end udgangspunktet. I det opkoncentrerede "tørre" produkt vil der derfor typisk være et lavere N/P-forhold end i udgangspunktet, mens der vil være et højere N/P-forhold i den resterende våde fraktion.

**Table 7.1.** Oversigt over separeringsteknologier, deres virkemekanismer samt fordele og ulemper ved anvendelsen. Oversigten er ordnet med de simpleste teknologier først.

Anlægstype	Virkemekanisme	Fordele	Ulemper
Naturlig sedimentation	Egentlig ikke en teknologi, men blot at man udnytter, at tunge partikler falder til bunds ved ophold i en beholder uden omrøring. Efter endt sedimentering pumpes den tynde del bort fra det midterste lag i beholderen.	Meget simpelt princip, som kan praktiseres i en almindelig gyllebeholder.  Meget lave omkostninger til investering og drift.	Sedimentering tager tid for at opnå en tilstrækkelig adskillelse. Bundfaldet kan være vanskeligt at pumpe/skovle op. Fortrinsvis grove partikler (sand, halm, foderrester) sedimenterer og kun næringsstoffer i begrænset omfang. "Fiberfraktionen" er meget våd.
Buesi	Basalt set en stor køkensi, hvor de groveste partikler tilbageholdes.	Høj kapacitet i forhold til pris.  Meget simpel og meget billig i drift.	Tilbageholder kun grove partikler (sand, halm, foderrester) og kun i meget begrænset omfang næringsstoffer. Fiberfraktionen er meget våd.
Tromleseseparator	Gyllen pumpes ind i en rørformet og roterende sigte, som tilbageholder de groveste partikler.	Høj kapacitet i forhold til pris. Simpel og billig i drift.	Tilbageholder kun grove partikler og kun næringsstoffer i meget begrænset omfang. Fiberfraktionen er meget våd.
Skruepresser	En skrue presser væskefraktionen gennem et filter, og et modtryk gør, at væske presses ud af fiberfraktionen.	Høj kapacitet i forhold til pris. Relativ simpel og billig i drift. Nogen opkoncentrering af fosfor. Fiber velegnet til strøelse i kvægstalde.	Tilbageholder primært grove partikler. Ikke velegnet til afgasset gylle, da der er for få partikler i afgasset gylle.
Kemisk fældning	I omrørte kamre tilsættes f.eks. jernklorid og/eller polymer, som får tørstof til at klumpe sammen. Klumperne sies fra og væske presses ud.	Relativ billig investering. Meget effektiv til fraseparering af tørstof og fosfor.	Relativ høje driftsomkostninger, da der skal indkøbes kemikalier. Fibren kan ikke anvendes hos økologer, da der er anvendt kemi.

Dekantercentrifuge	Tunge, næringsstofholdige partikler slynges ved høje omdrejninger ud i periferien af en tromle. Herfra fjernes en fiberfraktion med en snegl.	Lave driftsomkostninger, hvis kapaciteten udnyttes fuldt ud. Fjerne effektivt små tørstofpartikler, som indeholder meget fosfor. Meget effektiv til fraseparering af tørstof og fosfor.	Relativ stor investering. Indgangsmaterialet skal gerne være nogenlunde homogent.
Tørring og pelletering af fiber (se endvidere afsnit 7.2)	Fiberfraktionen tørres termisk i f.eks. en tromle. De tørrede fibre presses til piller gennem en matrice.	Koncentrationen af næringsstoffer øges. Produktet er lagerstabil. Spredning lettes.	Høje omkostninger – især hvis energien til tørring ikke kan genanvendes. Ammoniumkvælstof kan tabes ved tørringen.
Højteknologi (f.eks. nanofiltrering, omvendt osmose)	Ved hjælp af avanceret teknologi presses vandmolekyler (og andre meget små molekyler) gennem meget fine filtre.	Meget effektiv fraseparering af fosfor, og i visse tilfælde frasepareres en stor del af væsken i form af næsten rent vand. Én eller flere af fraktionerne kan ligne handelsgødning. Flere forskellige næringsstoffraktioner øger mulighederne for at optimere gødningsplanen.	Meget stor investering og store driftsomkostninger. Der skal foretages en forseparering med f.eks. en dekanter. Erfaringsvist vanskeligt at få til at virke tilfredsstillende på gylle. Flertrins anlæg gør processen skrøbelig. Produkterne kan sandsynligvis ikke anvendes hos økologer.

Inden for hver anlægstype findes der en række producenter og varianter, og visse simple teknologier kan kombineres. F.eks. kan effektiviteten af skruepresse og dekantercentrifuge forbedres ved at tilsætte f.eks. en kemisk polymer til gyllen inden separering. Og f.eks. findes en dekantercentrifuge i en såkaldt lameldekanter, som angiveligt er mere effektiv til at fjerne meget små partikler end en traditionel dekanter, hvilket øger opkoncentreringen af fosfor i fiberfraktionen.

På danske biogasanlæg bliver der i praksis stort set kun anvendt dekantercentrifuger, idet vurderingen er, at med en dekantercentrifuge opnår man en tilpas balance mellem effektivitet, omkostninger, driftssikkerhed og praktisk håndtering af anlæg og separeringsprodukter.

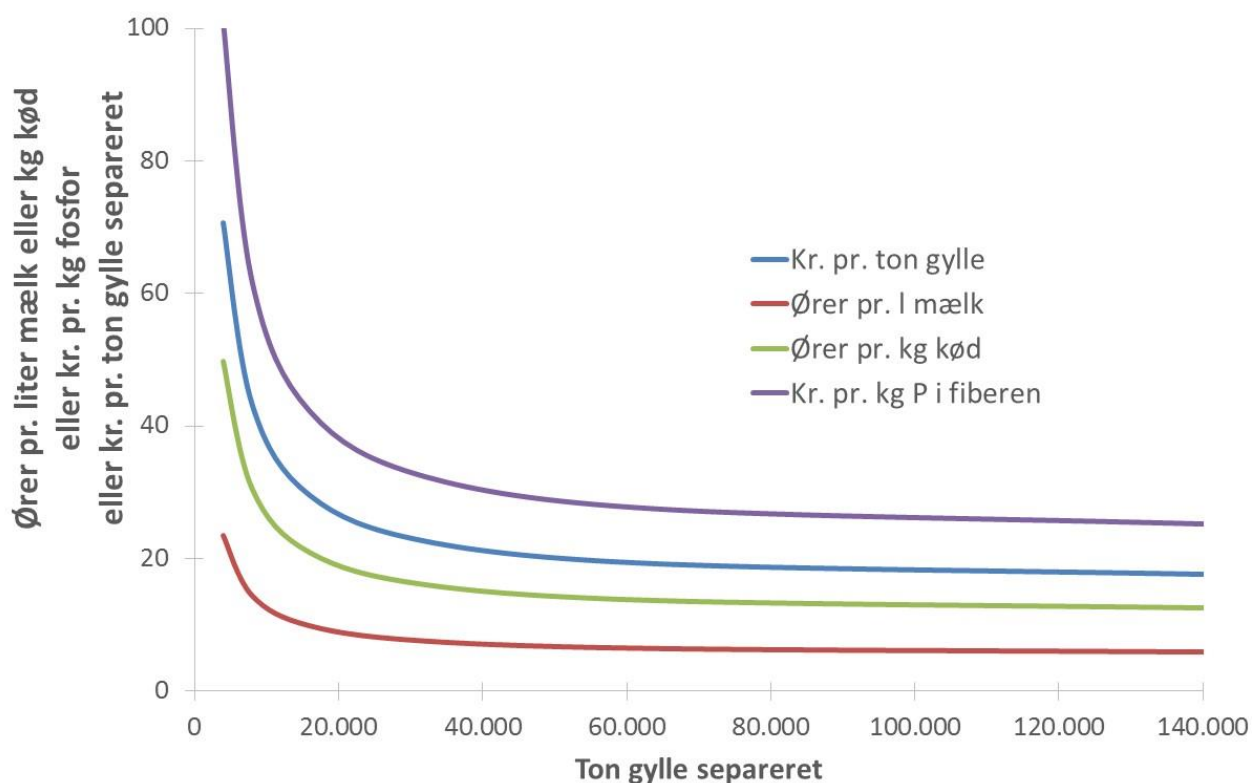
På husdyrbedrifter anvendes dekantercentrifuger sjældent. Dels er investeringsomkostningen høj, og rent teknisk fungerer en dekantercentrifuge ikke optimalt i ubehandlet gylle fra stalde, hvor gyllen ofte er forholdsvis uhomogen. På husdyrbedrifter anvendes derfor ofte skruepressere, som dels er billigere og dels mere robust i uhomogen gylle.

De fleste teknologier producerer en fiberfraktion med et højt tørstofindhold og en høj koncentration af bl.a. organisk kvælstof og fosfor. Afhængig af teknologi kan tørstofprocenten variere mellem 10-15 pct. og 35-40

pct. Hovedparten af fiberfraktionen er således vand, hvilket kan vanskeliggøre stabil lagring, og transportomkostningerne bliver relativt høje. For at få fiberen mere tør, kan man f.eks. presse den mellem to skruer under højt tryk. Derved kan tørstofprocenten i fiberfraktionen øges fra f.eks. 30 pct. til 50 pct.

## 7.2. Omkostninger til separering og afsætning af fiberfraktionen

Omkostningen til separering skal holdes op mod alternative omkostninger og eventuelle besparelser. SEGES har udviklet et program, som bl.a. kan beregne omkostningen til separering ud fra en række forudsætning om omkostning til separatortype, investering, drift og afsætning af fiberfraktionen. Programmet beregner den samlede omkostning pr. ton gylle, som separeres. I figur 7.2 er der regnet videre på tallene, idet omkostningen er omregnet til omkostningen pr. kg mælk eller kød produceret eller pr. kg fosfor, som borttransporteres i fiberfraktionen. I figuren er der regnet med, at der separeres med en dekantercentrifuge på et biogasanlæg, og at omkostningen til borttransport af fiberfraktion er 100 kr. pr. ton, svarende til en transportafstand på godt 120-150 km fra anlægget. I disse beregninger er der ikke indregnet modtagegebyr til modtageren af fiberen.



**Figur 7.2.** Omkostning til separering omregnet til omkostning pr. produceret kg mælk, kød eller pr. kg fosfor borttransporteret.

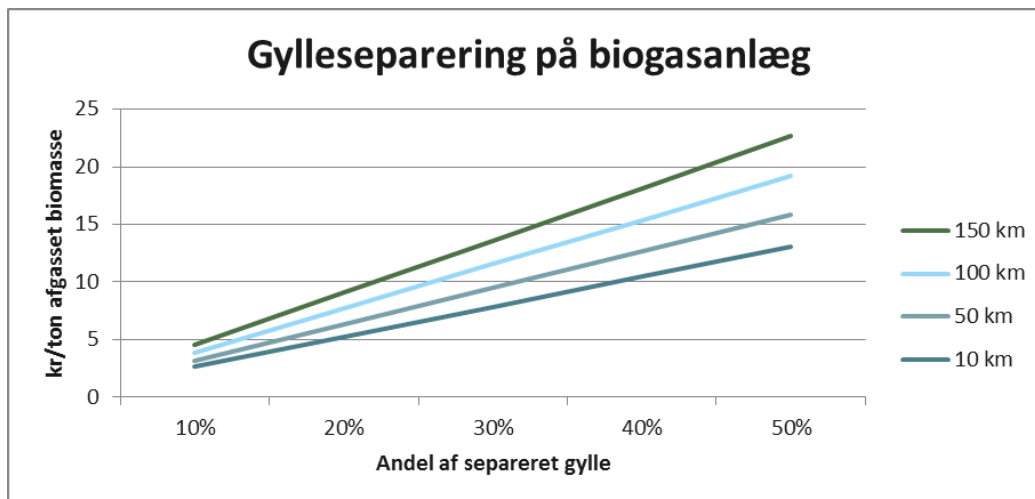
Af figur 7.2 ses det, at omkostningen til separering er meget høj ved en lav separeret mængde, fordi kapaciteten udnyttes for dårligt. Ved lave mængder kan omkostningen dog reduceres ved at vælge en billigere dekanter med en mere passende kapacitet.



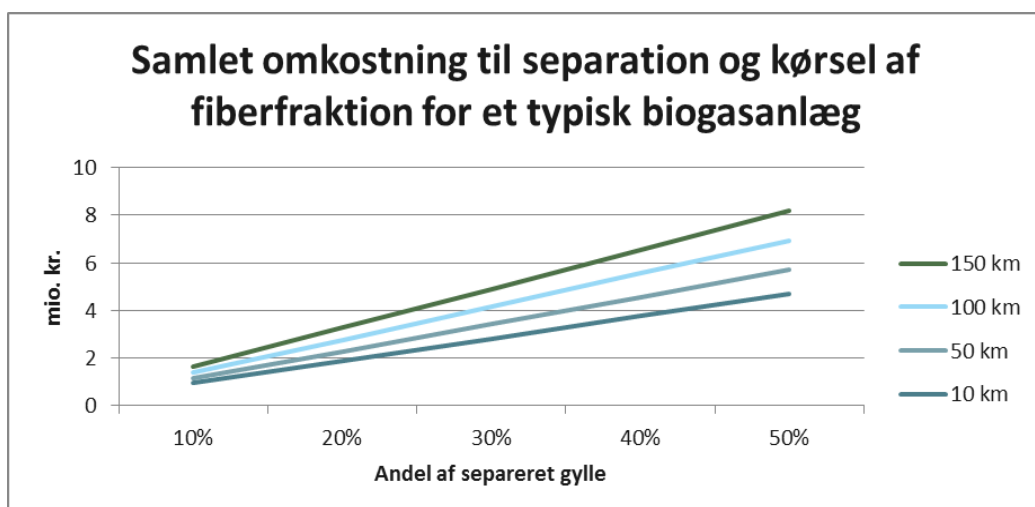
Ved højere og mere realistiske mængder ligger omkostningen til separering på ca. 20 kr. pr. ton gylle incl. borttransport af fiberfraktion. Denne omkostning svarer til en meromkostning på ca. 6 øre pr. kg produceret mælk, 12 øre pr. kg svinekød eller 25 kr. pr. kg fosfor borttransporteret.

Biogasbranchen har gennemført nogle simple scenarieberegninger for omkostningerne til separation og borttransport af fiberdelen. Der er regnet på separation af henholdsvis 10, 20 og 30 pct. af den afgassede biomasse og efterfølgende disponering af fiberfraktionen inden for 10, 50, 100 eller 150 km afstand.

Det fremgår af figur 7.4, at omkostningerne varierer fra ca. 2,50 kr. pr. ton afgasset biomasse ved separation af 10 pct. af den afgassede biomasse og op til 22,50 kr. ved separation af 30 pct. og omfordeling i en afstand af op til 150 km. Dette er ligeledes beregnet som samlede omkostninger for et biogasanlæg, der afgasser 1.000 ton biomasse pr. dag i figur 7.3.



Figur 7.3. Omkostninger i kr. pr. ton afgasset biomasse til separation af en stigende andel og borttransporteret i op til 150 km. afstand.



Figur 7.4. Samlede omkostninger til separation og borttransport af fiberfraktionen for et anlæg der afgasser 1.000 ton pr. dag.

Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

I beregningerne er antaget, at separeringsomkostningen er 10 kr. pr. ton, at vognmanden koster 650 kr. pr. time samt at der betales et modtagegebyr på 100 kr. pr. ton fiber.

Omkostningerne udgør i størrelsesordenen 10 pct. af tilskuddet til biogas.

Bemærk, at beregningerne fra SEGES og Biogasbranchen ikke er regnet på helt de samme forudsætninger. Derfor er de beregnede omkostninger ikke helt ens.

### 7.3. Tørring og pelletering af fiberfraktionen

Omkostningerne til transport kan reduceres ved tørring og efterfølgende pelletering af fiberfraktionen. Processen er forholdsvis energikrævende, da tørstofindholdet i fiberfraktionen skal øges fra 30 pct. til ca. 90 pct. Der er således tale om, at meget store mængder vand skal fordampes. En del af den anvendte energi kan dog genindvindes efterfølgende og anvendes til f.eks. fjernvarme eller rumopvarmning.

Tørret fiberfraktion er relativt porøst med en meget lav rumvægt. For at øge rumvægten, og dermed reducere lagringsomkostninger, transportomkostninger og gøre produktet mere spredbart i marken, kan fibre med fordel presses i piller. Processen er stort set identisk med fabrikation af træpiller eller kraftfoder, hvor de tørrede fibre presses igennem en matrice med huller af den ønskede diameter.



Foto af uforarbejdet fiber af dekantercentrifugeret fiber til venstre og tørrede og pelleterede fiber til højre.  
Foto: Torkild Birkmose, SEGES

I tørringsprocessen fjernes størsteparten af vandet, så tørstofindholdet i fiberpillerne er ca. 90. Fosfor, kalium og organisk kvælstof opkoncentreres med ca. en faktor 3, mens stort set alt ammoniumkvælstof fordampes som ammoniak. Ammoniakken kan opsamles igen med en syreskrubber, og det resulterende ammoniumsulfat kan anvendes som gødning. For hver ton afgasset gylle, som separeres, bliver der produceret ca. 35 kg fiberpiller, som indeholder 60-70 pct. af den afgassede gylles fosfor.

Næringsstofindholdet i fiberpillerne på billedet svarer til NPK 2-3-1, hvoraf 80 pct. af kvælstof er ikke plantetilgængeligt organisk kvælstof (se Oversigt over Landsforsøgene, 2005, s. 213). Næringsstofindholdet er således betydeligt lavere end af traditionel handelsgødning, om end indholdet af fosfor stort set svarer til indholdet i en traditionel handelsgødning, som f.eks. NPK 21-3-10.

Tilgængeligheden af fosfor i den tørrede og pelleterede fiberfraktion antages at svare til tilgængeligheden i den ubehandlede gylle. I processen sker der ingen kemisk binding af fosfor, og tørringen sker ved så lav temperatur, at fosfor ikke omsættes til mindre tilgængelige forbindelser, som det sker ved f.eks. forbrænding.

### 7.3.1 VÆRDI OG OMKOSTNINGER VED TØRRING OG PELLETERING AF FIBERFRAKTIONEN

Tørring og pelletering sker i særlige anlæg, som skal drives og vedligeholdes, og der skal bruges energi i processen. Samlet set vil tørring og pelletering derfor være forbundet med betydelige omkostninger.

Tørring og pelletering praktiseres ikke på nogen biogasanlæg i dag, så derfor er ikke praktiske erfaringer med omkostningerne. Virksomheden GRAINAS (tidligere GRAINWood) på Mors har imidlertid opstillet et testanlæg, og gennem testkørsler med tørring og pelletering af bl.a. fiberfraktion fra biogasanlæg er opnået en del erfaringer med investering og drift af sådanne anlæg.

GRAINAS har for SEGES gennemført en række beregninger af omkostningerne. I beregningerne er der taget udgangspunkt i en årlig mængde på 35.000 ton fiberfraktion (svarende til fibermængden fra ca. 350.000 ton afgasset gylle, som separeres i en dekantercentrifuge). Omkostningerne er beregnet ved to scenarier med hensyn til energikilde til tørringsprocessen: 1) Gas, som afbrændes i et gasfyr og 2) Tørret fiberfraktion, som afbrændes i et stokerfyr. I beregningerne er der alene regnet på omkostningerne til processen. Der er således ikke indregnet omkostninger til borttransport, og der er ikke indregnet eventuelle salgsindtægter ved salg af fiberpiller. I tabel 7.2. er vist en oversigt over resultaterne.

**Tabel 7.2.** Oversigt over estimerede omkostninger og output ved tørring og pelletering med et anlæg fra GRAINAS. Kilde: Svend Erik Thomsen, GRAINAS.

	Scenarie 1. Gas til tør- ring	Scenarie 2. Fiberfraktion til tørring
<b>Input:</b>		
35.000 ton våd fiberfraktion		
Gasforbrug, tørring, kr.	5.124.000	0
Elforbrug, tørring og pelletering, kr.	924.000	714.000
Driftsomkostninger, kr.	238.000	154.000
Lønninger og administration, kr.	1.350.000	1.350.000
Rente og afskrivning/diverse, kr.	2.622.000	2.622.000
Omkostninger i alt, kr.	10.258.000	4.840.000
Omkostning, kr. pr. ton fiberfraktion	293	138
<b>Output:</b>		
Fiberpiller, ton	13.320	6.811
Aske fra afbrændt fiberfraktion, ton	0	Ca. 940
Overskudsvarme, MW	16.100	16.100

I tabel 7.2. er der alene regnet på omkostningerne til anlægget, som tørrer og pelleterer fiberfraktionen. For at kunne vurdere den samlede økonomi og for at kunne sammenligne med en situation uden tørring og pelletering, er det imidlertid nødvendigt at indregne alle omkostninger. I tabel 7.4. er der beregnet et groft estimat for de samlede omkostninger og indtægter ved produktion, transport og afsætning af 35.000 ton fiberfraktion fra Jylland til Sjælland. Der er således regnet med en forholdsvis lang transport hen over Storebælt.

I beregningerne er der anvendt forudsætningerne i tabel 7.3.

**Tabel 7.3.** Beregningsforudsætninger.

Ton afgasset gylle	350.000	ton
Pct. af mængde som fiber	10	pct.
Fosforindhold i fiberfraktion	10	kg pr. ton
Omkostning til separering, dekanter	7	kr. pr. ton afgasset gylle
Lastbillast	50	kubikmeter
Lastbiltakst	800	kr. pr. time
Gennemsnitshastighed, incl. læs/lodsning	60	km/t
Køreafstand	250	km pr. vej
Brotakst	920	kr. pr. passage
Omkostning pr. læs	8.269	kr. pr. læs
Vægtfylde fiberfraktion	0,7	ton pr. kubikmeter
Vægtfylde, fiberpiller	0,76	ton pr. kubikmeter
Vægtfylde, opfugtet aske	0,5	ton pr. kubikmeter
Salgspris, fiberfraktion	0	kr. pr. ton
Anslået salgspris, fiberpiller	150	kr. pr. ton
Salgspris, aske	0	kr. pr. ton
Askeprocent i fiber	20	pct. af tørstof

Ved tørringen af fiberfraktionen fordampes en stor del af fiberfraktionens indhold af plantetilgængeligt ammoniumkvælstof sammen med vandet. Hvis det antages, at fiberfraktionen indeholder 4 kg ammoniumkvælstof og 80 pct. tabes ved ammoniakfordampning, vil der tabes ca. 112 ton kvælstof som ammoniak.

Et så stort tab af kvælstof vil næppe være miljømæssigt forsvarligt, da det vil blive udledt sammen med den kondenserede damp fra tørringsanlægget. Derfor bør anlægget forsynes med en såkaldt syreskrubber, som kan rense dampen for ammoniak. Omkostningen til en sådan skrubber er imidlertid ikke kendt og derfor ikke indregnet i estimaterne i tabel 7.4.

**Table 7.3.** Samlede nettoomkostninger til transport af fiber fra Jylland til Sjælland.

	Uden tørring og pelletering	Scen 1: Brug af gas til tørring	Scen 2: Brug af fiber til tørring
<b>Omkostninger</b>			
Separering, dekanter, kr.	2.450.000	2.450.000	2.450.000
Tørring og pelletering, kr. i alt	0	10.258.000	4.840.000
Omkostninger til syreskrubber	0	???	???
Transportomkostninger:			
Fiberfraktion, ton	35.000	0	0
Ton pr. vognlæs	35	0	0
Antal læs	1.000	0	0
Transport, fiberfraktion, kr. i alt	7.554.286	0	0
Fiberpiller, ton	0	13.320	6.811
Ton pr. vognlæs	0	38,0	38,0
Antal læs	0	351	179
Transport, fiberpiller, kr. i alt	0	2.647.976	1.354.006
Aske, ton	0	0	1.171
Ton pr. vognlæs	0	0	25,0
Antal læs	0	0	47
Transport, aske, kr. i alt	0	0	353.741
Omkostninger, kr. alt i alt	10.004.286	15.355.976	8.997.747
<b>Indtægter</b>			
Salg af overskudsvarme, kr.	0	3.220.000	3.220.000
Salg af fiber, kr.	0	0	0
Salg af fiberpiller, kr.	0	1.998.000	1.021.650
Salg af aske, kr.	0	0	0
Indtægter i alt, kr.	0	5.218.000	4.241.650
<b>Nettoomkostning, excl. syreskrubber kr.</b>	10.004.286	10.137.976	4.756.097
Kr. pr. ton fiberfraktion	286	290	136
Kr. pr. kg P	29	29	14

## 8. Hvad sker der med fosfor i forbindelse med forbrænding?

Fosfor i aske fra forbrænding eller termisk forgasning af husdyrgødning har ved anvendelse som fosforgødning en lavere gødningsvirkning det første år end fosfor i rå gødninger eller gødning fra biogasanlæg. Danske undersøgelser af tilgængeligheden af fosfor i bioaske (halm/træaske) tyder på en ret høj førsteårseffekt af fosfor i bioaske (40-70 pct. af effekten af fosfor i mineralske fosforgødninger). Det må forventes, at fosfor i de fleste bioaskeprodukter kan blive tilgængelige over tid. Aske fra forbrænding eller termisk forgasning af husdyrgødning kan derfor med fordel anvendes til at vedligeholde jordens fosforstatus på jorde med god fosforstatus og til afgrøder uden særlige fosforbehov

Anvendelse af husdyrgødning eller fraktioner af husdyrgødning som brændsel har ikke været praksis i Danmark. I både Holland og England er der kraftværker, der bruger fjerkrægødning som eneste eller væsentligste brændsel. Det største anlæg er BMC Moerdijk i Holland, som årligt anvender 430.000 tons fjerkrægødning som brændsel. Det svarer til 1/3 af fjerkrægødningen i Holland eller ca. halvanden gange hele den danske produktion af fjerkrægødning. Udover 285.000 MWh el resulterer processen i 60.000 tons gødningsaske, som afsættes som fosfor- og kaligødning.

I Danmark har der været sonderinger af potentialet i forbrænding i forhold til meget specifikke (tørre) gødningstyper som fjerkræ- og kalvedybstrøelse, men bl.a. administrative barrierer i den danske tolkning af affaldsreglerne har bremset en videre udvikling af forbrænding af gødning her i landet.

Ændringer af EU's forordning om animalske biprodukter i 2014 og 2017 har imidlertid gjort, at der nu er fornyet interesse i Danmark for at se på forbrændingsteknologier som en del af løsningen på det stigende behov for bedre fordeling og udnyttelse af husdyrgødning, som er udløst af den nye fosforregulering. I forbindelse med biogasanlæg kan forbrænding af fiberfraktionen fra separeret, afgasset gylle være en metode til at minimere transportarbejdet ved fordeling af fosfor, da fosforen opkoncentreres i en askefraktion.

Globalt er fosfor en vigtig ressource med en presset forsyningssikkerhed. Forsyningssikkerheden er ikke mindst en geopolitisk udfordring, da det er Kina, Rusland og Marokko, som er de store producenter af råfosfat, mens der stort set ingen fosforforekomster er i EU. EU er derfor helt afhængig af importeret fosfor.

Hvis husdyrgødning eller fraktioner af husdyrgødning anvendes som brændsel, skal der derfor være sikkerhed for, at der reelt kan og vil ske en udnyttelse af fosforressourcen i asken.

Det forudsætter, at forbrændingen sker på biomasseværker eller dedikerede forbrændingsanlæg til husdyrgødning, så asken kan håndteres som bioaske. Hvis husdyrgødning forbrændes på affaldsforbrændingsanlæg, kan asken derimod ikke anvendes til jordbrugsformål, men vil blive deponeret.

En anden afgørende forudsætning for, at der reelt vil ske en udnyttelse af fosforressourcen i asken er, at fosfor i aske fra forbrændingen af husdyrgødning er plantetilgængeligt.

I en livscyklusanalyse fra 2017 af anvendelse af fjerkrægødning som brændsel på det førnævnte hollandske anlæg BMC Moerdijk angives en fosfortilgængelighed i asken på mellem 37 pct. og 100 pct.

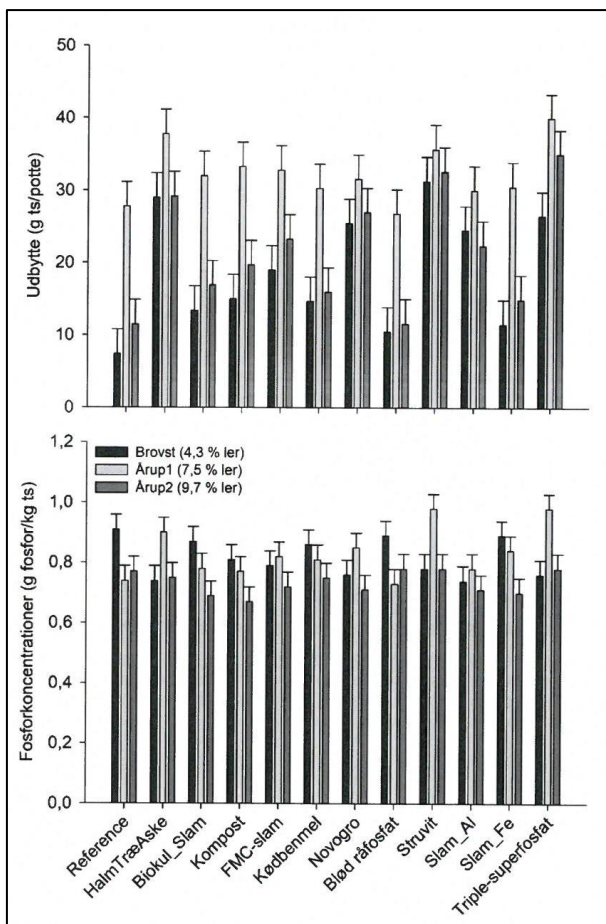
I de relativt få danske undersøgelser, der er foretaget af fosfortilgængelighed i aske fra husdyrgødning, er den gennemgående konklusion, at fosfortilgængeligheden i aske er lavere end tilgængeligheden i rå husdyrgødning, men der er store variationer afhængig af forbrændingstemperatur og gødningstype. I en

undersøgelse publiceret i 2011 konkluderede Thygesen et al., at ved forbrændingstemperaturer under 400° C (termisk forgasning) var fosfortilgængeligheden stort set upåvirket i forhold til rå husdyrgødning, mens den var halveret ved temperaturer over 700° C.

Kuligowski et al. (2010) fandt også en lavere umiddelbar fosfortilgængelighed i askerne. Deres konklusion var, at fosfor i aske ikke kan bruges som startgødning til afgrøder med et akut fosforbehov, men aske fra husdyrgødning kan bruges til vedligeholdelsesgødskning.

Rubæk et al. (2018) sammenfatter i en rapport fra december 2018 nøgleresultaterne fra et femårigt projekt "Gødningsværdi af fosfor i restprodukter". I projektet er der bl.a. arbejdet konkret med bestemmelse af gødningsværdi af fosfor i restprodukter, bl.a. asker. Gødningsværdien er bestemt ved dyrkningsforsøg i potter og markforsøg. Sideløbende hermed er der målt ekstraherbarhed af fosfor i restprodukterne med forskellige ekstraktionsmetoder.

**Figur 8.1** resultat af dyrkningsforsøg af vårbyg i potter (kerne+halm). Gødsning af behandling "Reference" svarer til 0 kg P/ha, for de øvrige behandlinger er der tilstræbt 30 kg P/ha, men de reelle doseringer fremgår af tabel 8.1 (efter Rubæk et al. (2018) )



Dyrkningsforsøgene i potterne blev gennemført med 3 forskellige jordtyper. Der blev målt udbytte i gram tørstof pr. potte og fosforkoncentrationer i tørstoffet (figur 8.1)

Resultatet viste, at der ikke var nogen væsentlig forskel mellem behandlingerne på de målte fosforkoncentrationer i plantetørstoffet, mens der var klare forskelle i udbytte for de forskellige restprodukter. Behandlingen med bioaske (halm-/træaske) havde ikke signifikant lavere udbytter end triple-superfosfat (mineralsk gødning).

I tabel 8.1 er vist bestemmelsen af MFE (mineralsk fosfor gødningsækvivalent). MFE udtrykker i hvor høj grad fosfor i et produkt kan erstatte fosfor i en mineralsk fosforgødning målt på førsteårsvirkning. Der var betydelig forskel på MFE mellem de forskellige restprodukter, men bioaske (halm/træaske) havde en høj MFE på mellem 54 og 71 pct. Det betyder, at førsteårseffekten af fosfor i bioasken er bestemt til mellem 54 og 71 af førsteårseffekten i mineralsk gødning.

Potteforsøgene blev suppleret med markforsøg, dels på en lerblandet sandjord i Nordjylland (JB 4) dels på en sandblandet lerjord i Østjylland (JB 6). Begge jorde

havde lavt fosforindhold (fosfortal mellem 0,8 og 1,6). Der blev tilført 60 kg fosfor pr. ha i triple-superfosfat eller restprodukt til vårbyg. Kerneudbyttet blev målt i forhold til en reference, hvor der ikke var tilført fosfor.



## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

Resultaterne viste, at der var stor respons af fosfortilførsel til den nordjyske mark. Merudbytte for tilførsel af fosfor i restprodukter lå på mellem 6,9 og 15,9 hkg kerne/ha, lavest for bioasken. Ved tilførsel af tripel-superfosfat var merudbyttet 17,9 hkg kerne/ha. Merudbyttet i forsøget med bioaske lå dermed på knapt 40 pct. af merudbyttet ved tilførsel af fosfor i tripel-superfosfat.

På den østjyske mark var der kun en svag respons af fosfortilførsel på udbyttet. Merudbyttet for tilførsel af 60 kg fosfor/ha i restprodukter og tripel-superfosfat var kun mellem 1,5-4,4 hkg kerne.

Forskerne konkluderer i rapporten, at de to markforsøg viser, at

*"..effekten af restprodukterne såvel som i tripel-superfosfat afhænger af markens generelle behov for fosfor. I en mark med stort behov for tilførsel af fosfor, som i det nordjyske forsøg, er effekten af det specifikke produkt afgørende for udbyttets størrelse. I en mark med mindre respons på fosfortilførsel, som i forsøget i Østjylland, er de specifikke egenskaber for restproduktet mindre vigtige, og der kan derfor opnås tilfredsstillende udbytter uanset restprodukttype. Samtidig forventes det, at det tilførte fosfor vil bidrage til vedligeholdelse af jordens forforstatus"*

De gennemførte undersøgelser undersøger først og fremmest førsteårvirkningen af fosfor i de forskellige restprodukter. Men for jorde med god fosforstatus og afgrøder uden særlige fosforbehov er det fosfortilgængeligheden på længere sigt, der er mest interessant. Rubæk et al. (2018) konkluderer på baggrund af bl.a. langtidforsøg med husdyrgødning, at på lang sigt forventes tilgængeligheden af fosfor i de fleste restprodukter at være på højde med handelsgødning.

Produkt	Dose (kg fosfor/ha)	MFE (%)		
		Årup1	Årup2	Brovst
HalmTræAske	38	54	54	71
Biokul_Slam	19	47	23	46
Kompost	31	25	21	31
FMC-slam	22	56	58	69
Kødbenmel	29	22	17	37
Novogro	31	32	53	88
Blød råfosfat	30	-5	1	16
Struvit	29	99	90	111
Slam_AI	30	15	36	69
Slam_Fe	29	26	12	22

Tabel 8.1 Opnået dosering af fosfor i potetforsøgene (jf, fig. 8.1) og bestemmelse af fosforgødningsværdi for restprodukterne (pct.) beregnet som mineralisk fosfor gødningsækvivalent (MFE)  
(Efter Rubæk et al. (2018) )

Tabel 8.2 Udbytte (hkg kerne/ha) ved tilførsel af 60 kg P i tripel-superfosfat eller restprodukter sammenlignet med ikke-fosforgødet.  
(Efter Rubæk et al. (2018) )



	Udbytte (hkg kerne/ha)	
	Nordjylland	Østjylland
0 P	48,4 ± 3,0	79,4 ± 3,1
Tripel-superfosfat	66,3 ± 1,5	82,7 ± 1,4
Slam_Fe	56,7 ± 0,7	80,9 ± 3,1
Slam_Al	58,8 ± 2,8	83,8 ± 1,3
Struvit	64,3 ± 1,6	83,8 ± 2,0
Kompost	55,9 ± 2,8	82,7 ± 2,4
HalmTræAske	55,3 ± 3,6	82,5 ± 2,5

## 9. Fordele og barrierer for modtagelse af fiberfraktion

Næsten uanset valg af separeringsteknologi vil der blive produceret en fiberfraktion med et opkoncentreret indhold af fosfor. I det mest sandsynlige scenarium sker separeringen med en dekantercentrifuge, og der produceres en fiber-

fraktion med en høj koncentration af tørstof, fosfor og organisk kvælstof, mens koncentrationen af ammoniumkvælstof og kalium stort set vil svare til koncentrationen i den afgassede gylle. Ammoniumkvælstof og kalium er ikke muligt at opkoncentrere mekanisk, da disse stoffer er vandopløste og derfor vil følge væsken.

For at opnå en reel omfordeling af næringsstoffer og dermed en bedre udnyttelse af bl.a. fosfor, skal fiberfraktionen udbringes på arealer, hvor der ellers ville blive udbragt fosfor i handelsgødning. Det kan f.eks. være planteavlere i andre dele af landet, end der hvor biogasanlægget er placeret. Denne omfordeling vil imidlertid kun ske, hvis planteavlerne finder produktet attraktivt og de kan se en forretning i at anvende fiberfraktion i stedet for handelsgødning.

### 9.1. Næringsstofværdi

I gennemsnit af 25 analyser af fiberfraktion fra dekantercentrifugeret afgasset gylle blev der målt følgende koncentrationer: 36 pct. tørstof, 11,8 kg total-N pr. ton, 5,6 kg ammonium-N pr. ton, 13 kg fosfor pr. ton og 2,3 kg kalium pr. ton (Oversigt over Landsforsøgene, 2005, s. 213).

Tørstof- og næringsstofkoncentrationerne i disse prøver var relativt høje, og i praksis vil koncentrationen i dag sandsynligvis være lidt lavere. F.eks. viser gennemsnit af næringsstofanalyser af fiberfraktion fra MEC Biogas (tidligere Maabjerg BioEnergy) for planperioden 2017-18, at der var ca. 10,5 kg total-N, 2,2 kg ammonium-N, 9,7 kg fosfor og 3,6 kg kalium pr. ton ved et tørstofindhold på 29 pct. (kilde: Combineering).

Udnyttelsen af kvælstof i fiberfraktion er målt i Landsforsøg fra 2003-05. De målte kvælstofudnyttelser er vist i tabel 9.1. Udover den målte førstearsudnyttelse vil der også være en eftervirkning de følgende år på i alt 10-15 pct. af tilført total-N.

**Tabel 9.1.** Målt kvælstofudnyttelse (første år) af fiberfraktion udbragt til vårbyg eller vinterhvede (Oversigt over Landsforsøgene, 2005, tabel 39-40).

Afgrøde og tidspunkt	Antal forsøg	Kvælstofudnyttelse, 1. år
Vårbyg, nedpløjet om foråret før såning	15	50
Vinterhvede, nedpløjet om efteråret før såning	11	18
Vinterhvede, overfladeudbragt om foråret	11	29

Den samlede gødningsværdi af kvælstof, fosfor og kalium udgør ved typiske gødningspriser for august 2018 (Kornbasen.dk) ca. 160 kr. pr. ton fiberfraktion.

Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

For en planteavler udgør den økonomiske værdi af at anvende fiberfraktion som en delvis erstatning for handelsgødning summen af besparelser i handelsgødningsindkøb og meromkostninger til lagring, transport, udbringning, eventuelle køreskader i afgrøden mv. I tabel 9.2. er værdien beregnet for eksempler i henholdsvis vinterhvede og vårbyg.

**Tabel 9.2.** Eksempel på beregning af den økonomiske værdi af at anvende fiberfraktion som en delvis erstatning af handelsgødning i vinterhvede og vårbyg. De beregningsmæssige forudsætninger er indsat som noter under tabellen.

	Vinterhvede, kr. pr. ha	Vårbyg, kr. pr. ha
<b>Uden anvendelse af fiberfraktion</b>		
Omkostning til indkøb af handelsgødning <sup>1)</sup>	1.892	1.448
Omkostning til udbringning af handelsgødning <sup>2)</sup>	200	100
Omkostninger i alt	2.092	1.548
<b>Med anvendelse af fiberfraktion</b>		
Omkostning til indkøb af handelsgødning <sup>1) 5)</sup>	1.457	969
Omkostning til udbringning af handelsgødning <sup>2)</sup>	200	100
Omkostning til indkøb, lagring og transport af fiber <sup>3)</sup>	0	0
Omkostning til udbringning af fiberfraktion <sup>2)</sup>	150	150
Forøgede køreskader <sup>4)</sup>	0	0
Omkostninger i alt	1.807	1.219
Reduktion i omkostninger ved fiberanvendelse	285	329
Værdi af overskydende fosfor i år 2 og 3 <sup>5)</sup>	288	334
Værdi af eftervirkning af kvælstof <sup>5)</sup>	30	30
Samlet monetær gevinst	603	693

<sup>1)</sup> Næringsstofbehov på JB 5-6: Vinterhvede: 209 kg N, 25 kg P og 70 kg K pr. ha. Vårbyg: 151 kg N, 21 kg P og 60 kg K pr. ha. Handelsgødningspris: N: 6,00 kr., P: 11,50 kr. og K: 5,00 kr. pr. kg (kilde: Kornbasen.dk).

<sup>2)</sup> Omkostning til udbringning af gødning: Handelsgødning: 100 kr. pr. ha pr. gang. Fiberfraktion: 30 kr. pr. ton. Det er antaget, at det er modtageren, der betaler for udbringning.

<sup>3)</sup> Det antages, at fiberfraktionen leveres frit på brugers mark, og at der ikke er omkostninger til lagring inden udspreddning.

<sup>4)</sup> Det antages, at fiberfraktionen udbringes før såning henholdsvis om efteråret i vinterhvede og om foråret i vårbyg. Derfor ingen ekstra køreskader.

<sup>5)</sup> Antaget næringsstofkoncentration i fiberfraktion: Total-N: 10 kg pr. ton, fosfor: 10 kg pr. ton og kalium: 3,5 kg pr. ton. Antaget N-udnyttelse: Vinterhvede 20 pct., vårbyg 50 pct. eftervirkning, 10 pct. Det antages, at der udbringes ca. 5 ton fiber pr. ha, svarende til ca. 50 kg fosfor pr. ha, hvilket er tilladt på enkeltarealer, så længe fosforloftet overholdes på bedriftsniveau. Derfor vil der være en overskydende fosformængde, som kan udnyttes i år 2 og 3.

Det fremgår af beregningen i tabel 9.2, at en planteavler, som hidtil kun har anvendt handelsgødning, kan spare 600-700 kr. pr. ha under forudsætning af, at modtageren selv betaler for udbringning. Bliver fiberen leveret spredt på marken, øges gevinsten til 750-850 kr. pr. ha.

I praksis vil det være muligt at få fuld udnyttelse af fosforen ved udspreddning af fiberfraktion hvert 2.-3. år. Den samlede besparelse på hele bedriftens areal vil derfor være i størrelsesordenen 250-300 kr. pr. ha pr. år. I praksis vil besparelsen kunne være lidt større eller mindre afhængig af næringsstofbehov, faktisk sammensætning af fiberfraktion, faktisk omkostningsniveau mv.

Det skal understreges, at beregningen i tabel 9.2 ikke indregner biogasanlæggets omkostninger til separering, administration, transport mv. Disse omkostninger er beregnet i afsnit 7.4. Tabel 9.2. beregner alene planteavlerens økonomi, når han modtager fiberen gratis leveret i stak på egen bedrift.

Beregningen i tabel 9.2 udgør imidlertid ikke hele beslutningsgrundlaget for, om det er en god idé for planteavlere at modtage fiberfraktion på en konkret bedrift. I tabel 9.3 er opstillet en række parametre for og imod modtagelsen, og ikke alle kan værdisættes direkte, men de indgår i driftslederens samlede beslutningsgrundlag. Det vil være meget individuelt, hvordan fordele og ulemper vægtes for den enkelte potentielle modtager af fiberfraktion, men listen er forsøgt ordnet, så de væsentligst fordele og ulemper står øverst, om end vægningen vil være subjektivt for den enkelte modtager.

**Tabel 9.3.** Oversigt over fordele og ulemper ved at modtage fiberfraktion. Listen er ordnet, så de formodet væsentligst fordele og ulemper står øverst.

<b>Fordele</b>	
Billig eller gratis tilførsel af næringsstoffer	Med fiberfraktion modtages næringsstofferne ofte gratis, idet der i praksis ikke bliver betalt for fiberen. Især den høje koncentration af fosfor gør, at næringsstovværdien af fiberfraktion er relativt høj. Den samlede udnyttede næringsstovværdi af ét ton fiberfraktion udgør således ca. 160 kr. pr. ton. Det betyder, at ét ton fiber kan erstatte handelsgødning til en værdi af ca. 160 kr.
Andre næringsstoffer end N, P og K	Husdyrgødning indeholder generelt stort set de næringsstoffer, som planter har brug for i større eller mindre mængder. Derfor er der normalt ikke behov for at tilføre f.eks. magnesium, kobber i handelsgødning, hvis man anvender husdyrgødning – og herunder fiberfraktion.
Stort bidrag af organisk stof	Ca. 1/3 af fiberfraktionen udgøres af tørstof (hvoraf ca. halvdelen udgøres af kulstof). Ved separering af afgasset gylle er tørstoffet relativt svært nedbrydeligt, fordi den letomsættelige tørstof allerede er omsat i biogasanlægget. Fiberfraktionen kan derfor være en kilde til tilførsel af kulstof på arealer, som normalt ikke tilføres husdyrgødning, og som derfor måske har et underoptimalt indhold af kulstof. Det vil bl.a. forbedre jordstrukturen og den vandholdende evne.
Bidrag til kalkvirkning	Husdyrgødning indeholder en del bicarbonat og udfældet kalk, som bidrager til en kalkvirkning i jorden. Det må antages, at en betydelig andel af udfældet kalk vil opsamles i fiberfraktionen, og kalkbehovet vil derfor være lidt lavere på arealer, som tilføres fiberfraktion.
<b>Ulemper</b>	
Mere administration	Ved anvendelse af fiberfraktion kan det være mere komplekst at udarbejde gødningsplanen og gødningsregnskabet, end hvis man kun bruger handelsgødning. Det kan være kompliceret at beregne og overskue præcist, hvor meget fiberfraktion, en bedrift har plads til at modtage, hvis der f.eks. også er husdyr på bedriften, der anvendes fosfor i handelsgødning eller der modtages husdyrgødning fra naboer.
Konkurrence med andre produkter af organiske gødninger	Mange planteavlere anvender allerede i dag organiske gødningsprodukter, og anvendelse af fiberfraktion er derfor ikke kun i konkurrence med brugen af handelsgødning, men derimod også med brugen af f.eks. ubehandlet husdyrgødning fra naboer, spildevandsslam og restprodukter fra fødevarerindustrien. Leveringsbetingelser mv. (herunder modtagegebyr) kan være mere gunstige for disse produkter end for fiberfraktion.

Trafik med tungt udbringningsmateriel i marken	Fiberfraktion udspreddes med en almindelig møgspredere. Totalvægten af en fyldt møgspredere med fiber er noget højere end af f.eks. en gødningsspredere til handelsgødning. Under fugtige forhold eller i voksende afgrøder kan det give anledning til både køreskader i afgrøden og strukturskader i underjorden. Risikoen kan reduceres ved at kun udbringe fiberfraktion før såning.
Mindre sikkerhed for næringsstofvirkning end med handelsgødning	Virkningen af næringsstoffer i handelsgødning er normalt høj, hurtig og sikker. Effekten af næringsstoffer i fiberfraktion kan være mere usikker. Virkningen af fosfor er imidlertid forholdsvis sikker. Især, hvis fosforen skal anvendes til vedligeholdelse af jordens fosforpulje, hvor man ikke er så afhængig af en meget hurtig virkning.
Lavt indhold af andre næringsstoffer end fosfor	Fiberfraktionen er primært rig på fosfor, og tilførslen af kvælstof og kalium er beskedne. Derfor skal disse næringsstoffer tilføres i stort set normalt omfang, og der kan typisk ikke spares en overkørsel med handelsgødningssprederen.
Lav spred bredde og ujævn spredning	Handelsgødning kan normalt spredes meget jævnt på marken med f.eks. en centrifugalspredere. Fiberfraktion spredes mere ujævnt med en staldgødningsspredere både på tværs og på langs af kørselsretningen. Dertil kommer, at spred bredden er så lav, at det ikke er tilstrækkeligt at anvende de etablerede plejespor i marken. Læs mere om udbringning i afsnit 10.
Lugtgener og tilsmudsning	Selv om fiberen er afgasset, vil der være en vis emission af lugtstoffer ved lagring og især efter udbringning. Ved udbringning på ubevokset jord skal fiberen dog nedharves eller nedpløjes indenfor 4 timer efter udbringning, hvorved lugtgenerne ophører. Ved transport og udbringning af fiberfraktion sker der en øget tilsmudsning af bl.a. veje og maskiner.
Øget ammoniakfordampning	Under lagring og efter udbringning kan der ske et betydeligt tab af ammoniak og dermed plantetilgængeligt kvælstof fra fiberen. Risikoen kan reduceres ved at opbevare fiberfraktionen under plastoverdækning og ved hurtig nedbringning efter udbringning.
Øget nitratudvaskning	Ved anvendelse af organisk gødning øges nitratudvaskningen i forhold til anvendelse af handelsgødning alene. Ved anvendelse af ca. 5 ton fiber pr. ha stiger nitratudvaskningen ca. 10-12 kg N pr. ha. Udvasnkningen falder dog tilsvarende på arealer, som tilføres væskefraktion, så den samlede nitratudvaskning stiger ikke ved separering. Den samlede nitratudvaskning kan reduceres, hvis fiberfraktionen fortrinsvist anvendes på nitratrobuste arealer.

## 9.2. Brugererfaringer

MEC Biogas har separeret den afgassede gylle med dekantercentrifuger gennem en årrække, og fiberfraktionen er formidlet til planteavlere i bl.a. Midtjylland gennem firmaet Combineering. Det leverede produkt kaldes [BioFiber](#). En række brugere har anvendt BioFiber i en årrække, og de har således opsamlet erfaringer med modtagelse og brugen af produktet. SEGES har interviewet to af dem, og deres erfaringer er vist i tabel 9.4.

**Table 9.4.** Oplevede erfaringer med brugen af fiberfraktion for to erfarne brugere.

	Bruger 1	Bruger 2
Jordtype og afgrøder	Planteavler på sandjord med korn og kartofler	Planteavler med 350 hektar på sandjord med korn
Modtaget mængde og antal år	Modtager årligt ca. 200-300 ton og har gjort det i mindst 4 år.	Modtager ca. 1.000 ton årligt, og har gjort det i 3-4 år.
Hvornår modtages fiberen?	Det meste modtages om vinteren og om foråret.	Det meste modtages om vinteren og om foråret.
Hvor anvendes fiberen?	Hovedparten anvendes til vårbyg, hvor det nedharves lige inde såning. Har dog også modtaget noget forud for såning af vintersæd. Tør ikke anvende det til kartofler, da han er bange for ikke at kunne styre stivelsesprocenten. Der udsprede 4-6 ton pr. ha.	Hovedparten nedharves lige før såning af vårbyg. En mindre del anvendes på vintersæd om foråret, hvor det udbringes på morgenfrost.
Hvordan spredes fiberen?	Spredes med egen staldgødningsspreder med to spredetal-lerkner. Maksimalt 6 meters arbejdsbredde, hvis det skal spredes helt jævnt.	Lejer til udspredding med en staldgødningsspreder.
Vilkår for modtagelse	Modtager fiberen gratis leveret i markstak. Skal stakken overdækkes inden udbringning modtages en mindre kompensation.	Modtager fiberen gratis leveret i markstak. Har ofte skullet trække lastbil fri, som har siddet fast ved levering, og det er irriterende.
Vurderede fordele ved at modtage fiber	Næringsstofferne er gratis. Større næringsstofkoncentration end i gylle. Der opleves ikke de store lugtgener.	Fiber er et rigtig godt produkt for sandjorden. Udtrykker, at brugen af fiber er noget af det bedste, han nogensinde har gjort for sin jord. Det er et meget attraktivt produkt, som minder om spagnum.
Vurderede ulemper ved at modtage fiber	Det tager lang tid at sprede. Man skal være meget omhyggelig med spredningen, ellers duer det ikke.	Administrativt bøvl med at finde ud af, hvor meget fiber, minkgylle og handelsgødning, der er plads til i fosforregnskabet. Bliver let i tvivl om, om regnskabet nu stemmer.
Vil du fortsætte med at bruge fiber fremover?	Ja, i det omfang, han kan finde plads i fosforregnskabet. Han skal også modtage 1.200 ton gylle fra en kammerat, og det har første prioritet.	Formentlig kun i mindre omfang end hidtil, da der ikke er plads til både minkgylle og fiber i fosforregnskabet. Vil nok hellere modtage afgasset gylle eller blot bruge handelsgødning.

## Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?

Begge brugere udtrykker stor tilfredshed med produktet, når det først ligger på marken, og de finder, at det er en rigtig god mulighed for at få tilført billige næringsstoffer og kulstof til sandjorden.

De finder anvendelsen af fiber i kornafgrøder problemfri. Begge brugere udtrykker alligevel en vis tvivl om, hvorvidt de skal og kan fortsætte med at modtage fiber. Begge udtrykker, at de fremover kun kan modtage mindre mængder end hidtil, og at de nye fosforregler udgør begrænsningen.

Begge modtager også gylle fra naboer, og de udtrykker begge, at gyllen vil få fortrinsret, da de føler en vis forpligtelse til at hjælpe landmandskolleger med at afsætte overskudsgylle.

Eventuel modtagelse af fiber vil derfor kun kunne udfylde tomrummet mellem den tilførte fosfor i gylle og fosforloftet. Især den ene modtager udtrykker frustration over de komplicerede fosforregler, og han kommer let i tvivl om, om reglerne er overholdt. Derfor vælger han måske af forsigtighedsårsager at droppe fiberen.

## 10. Tekniske løsninger til udspredning af fosfor fra biogasanlæg

Der er ikke udviklet maskiner specifikt til udspredning af fosfor (fiberfraktion) fra biogasanlæg, men ved korrekt indstilling er det muligt at anvende maskiner udviklet til andre formål. Det er fiberfraktionens form og tørstofindhold, der afgør, hvilken maskine der er mest hensigtsmæssig at bruge.



Figur 9.1: Staldgødningsspreder med spredeskiver. (Foto: Strautmann)

Ligeledes er ønsket til spredbredden afgørende for, hvilken type fiberprodukt, man skal vælge. Ved ønske om større spredbredde end 12-16 meter, er pelleteret fiber den eneste mulighed. Da produktet oftest udbringes på stub med efterfølgende nedmuldning, er det muligt at gå på kompromis med arbejdsbredden.

I år 2003 og 2004 er der på daværende Forskningscenter Bygholm udført test af tre forskellige spredprincipper til udbringning af fiber. Der blev testet tre staldgødningsspredere og én kalkspreder.

- Bredal K-serie: Kalkspreder, der adskiller sig fra Bredals handelsgødningsspredere ved kun at have ét bånd til fremførsel af materiale til de to spredeskiver.
- RKM SP16: Staldgødningsspreder med to spredeskiver og vandretliggende fordeler-/oprivervalser.
- Samson Flex: Staldgødningsspreder med to spredeskiver og vandretliggende fordeler-/oprivervalser (såkaldt 24 meter spredeudstyr)
- Samson Flex: Staldgødningsspreder med lodrette spredevalser (såkaldt 12 meter spredeudstyr)

RKM er siden blevet opkøbt af Samson Agro. Produktet er udfaset, men Samson lancerede sidste år US-modellen, som har samme opbygning. Samme spredertype markedsføres blandt andet af Tebbe og Strautmann. Disse er ikke inkluderet i testen, men det kan med rimelighed forventes, at andre spredere med vandrette valser og spredetallerkener vil kunne opnå samme resultater som den afprøvede.

Testen blev udført med tre forskellige produkter:

- Pelleteret fiberfraktion med et tørstofindhold på 92 procent, en pillediameter på 8 mm og en varierende pillelængde.
- Løs fiberfraktion fra et lavteknologisk anlæg (dekantercentrifuge) i Fangel, som havde et tørstofindhold på 33 procent og en kompostlignende konsistens.
- Løs fiberfraktion fra et højteknologisk anlæg på Overgaard Gods (GFE – Green Farm Energy), som havde et tørstofindhold på 31,5 procent og en konsistens som slam.

Testens resultater blev vurderet på baggrund af retningslinjer i den europæiske miljøstandard EN 13080, der fastsætter, hvordan husdyrgødning skal kunne spredes. Det er retningslinjer i henhold til fordeling i længderetning, på tværs af spredbilledet og i forhold til en ensartet aflæsning af hele læsset.

Afprøvningens viste, at alle afprøvede maskiner formåede at udsprede fiberfraktion i henhold til standarden. Kalksprederen blev kun afprøvet til udspredning af pelleteret fiber.

I tabel 9.1 ses resultaterne af afprøvning af spredjævnheden på tværs af kørselsretningen. Standarden foreskriver en variationskoefficient under 30 pct., og denne overholdes i alle tilfælde, dog var det nødvendigt at reducere arbejdsbredden for Samson Flex med lodrette valser til 8 meter.



Det eneste produkt, der kunne spredes på 24 meter, var pelleteret fiber udspreedt med kalksprederen fra Bredal. Siden testen har Bredal udviklet modellen K-XE, som efter Bredals eget udsagn formår at sprede jordbrugskalk på 28-30 meter mod de 12-16 meter, som tidligere var det maksimale. Med Bredal K-XE bør det altså være muligt også at øge spredbredden for pelleteret fiber betragteligt.

Afprøvningen viser desuden, at spredertypen med lodrette valser og spredetallerkener (RKM og Samson med 24 meter udstyr) formåede at sprede alle tre produkter på 12 meters spredbredde og med gode resultater. Denne spredertype vil altså være det mest fleksible valg. Særligt ved udspreddning på stub vil den være velegnet.

Ved større doseringer er det den tørre fraktion fra anlægget i Fangel, der er viser sig nemmest at sprede med høj nøjagtighed. Ved større transportafstande bør det dog overvejes at anvende et pelleteret produkt og dermed undgå at transportere unødvendige mængder vand.

Konklusionen er altså, at eksisterende teknik kan anvendes til udspreddning af fosfor fra biogasanlæg uden behov for modificeringer. Skal produktet fragtes over større afstande vil pelletering være oplagt, og det pelleterede produkt vil kunne spredes med såvel en kalkspreder som en staldgødningsspreder med spredeskiver. Ved ønske om større arbejdsbredde end 12 meter vil kalksprederen være det rette valg og med Bredals lancering af K-XE-modellen er det sandsynligt at tilfredsstillende variationskoefficienter vil kunne opnås også på spredbredder over 24 meter.

Kilde: Krister Persson, Karsten Sørensen, Holger Lund og Hans Skovsgaard, 2005: Grøn Viden: Spredning af tørstoffdelen af separeret gylle <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/gvma317.pdf>

8 mm piller fremstillet af tørstoffractionen fra separeret gylle			
Spreader	Arbejdsbredde, m	Dosering, t / ha	Variationskoefficient, %
Bredal, K	24	1	12,6
	24	3	13,0
Samson, 24 m udstyr	12	1	25,7
	12	3	26,3
RKM	12	1	14,3
	12	3	9,8
Separeret gylle fra Fangel			
Spreader	Arbejdsbredde, m	Dosering, t / ha	Variationskoefficient, %
Samson, 12 m udstyr	8	3	2,8
	8	10	9,2
Samson, 24 m udstyr	12	3	7,8
	12	10	12,9
RKM	12	3	12,6
	12	10	12,4
Separeret gylle fra GFE			
Spreader	Arbejdsbredde, m	Dosering, t / ha	Variationskoefficient, %
Samson, 24 m udstyr	12	3	7,8
	12	10	18,3
RKM	12	3	12,1
	12	10	18,0

Tabel: 10.1 I tabellen ses resultaterne fra afprøvningen. Her er det spredjævnheden på tværs af kørselsretningen ved forskellige kombinationer af spreader og produkt. (Persson et al., 2005)

## 11. Afledte effekter hvis biogasanlæg siger stop for modtagelse af husholdningsaffald

Udviklingen af biogasanlæg i Danmark startede efter den første oliekrise i midthalvfjerdserne med de første gårdbiogasanlæg og blev fulgt op af de første biogasfællesanlæg i forbindelse med de første vandmiljøreguleringer fra midtfirserne. Specielt biogasfællesanlæggene kunne bidrage med løsninger for husdyrbruget i forhold til opfyldelse af de nye krav om harmoniarealer og opbevaringskapacitet, men det stod samtidig hurtigt klart, at det ikke er muligt at opnå økonomi i afgasning af husdyrgødning alene.

Derfor blev der set på alternative biomassekilder. Det helt oplagte, der kom i spil, var affald fra de andelsejede fødevarer virksomheder. Udover at disse fraktioner bidrog positivt til driftsøkonomien i biogasanlægget, og gjorde det økonomisk muligt at afgasse og omfordele husdyrgødningen, lå der også en klar økonomisk gevinst for slagterier, mejerier m.v. Virksomhederne kunne nemlig reducere omkostningerne til affaldshåndteringen – og besparelsen var så stor, at de i praksis betalte biogasanlæggene for at modtage affaldet.

Der lå også et fødevarer sikkerhedsmæssigt aspekt heri, idet biogasanlæggene reducerer risikoen for smittespredning i forhold til, hvis slagteraffaldet blev udbragt ubehandlet. Dermed var der også en klar økonomisk gevinst – både direkte og indirekte for husdyrproducenterne via de andelsejede virksomheder.

Gate-fee for modtagelse af industriaffald udgjorde en meget stor del af indtægtsgrundlaget for biogasanlæggene - helt op til en tredjedel af indtægterne. Over årene har biogasudbygningen imidlertid ført til en hård konkurrence om industriaffaldet, hvilket betyder, at frem for at være en indtægtskilde for biogasanlægget, har industriaffaldet fået en pris.

Denne markedsbaserede udvikling var til husdyrproducenternes fordel, idet omkostningerne på slagterier og mejerier er vendt til en indtægtskilde til gavn for noteringen.

Der er fokus på at øge anvendelsen af restprodukter fra landbruget til at supplere gyllen i biogasanlæggene, herunder halm og dybstrøelse. Dybstrøelse anvendes nu i betydeligt omfang og er teknisk muligt, men er fortsat forbundet med store udfordringer i forhold til at kunne håndtere rester af betongulve, glemt værktøj og plovskær. Derimod er halm fortsat kun på pionerstadiet.

### 11.1 Ressourcestrategien

Inden for de senere år er der kommet samfundsmæssig fokus på at øge genanvendelse og recirkulering, herunder specielt fosfor, som er en knap ressource. Det vurderes, at de globale tilgængelige fosforreserver rækker til nogle få hundrede års forbrug og måske kun 50, når man kigger på de kvalitetsmæssige aspekter i forhold til tungmetalindhold. Der er endvidere en meget stor geopolitisk udfordring i og med verdens fosforreserver er koncentreret i få land i Mellemøsten, Nordafrika og Rusland.

I 2013 vedtog regeringen en Ressourcestrategi, som blev fulgt op af en ressourceplan, med en målsætning om 50 pct. genanvendelse af husholdningernes affald. Dette kan kun nås ved at kommunerne indfører kilde-sortering af den organiske fraktion. I EU er der i foråret 2018 opnået politisk enighed om en cirkulær økonomipakke, som bl.a. indeholder obligatoriske krav om indsamling af organisk affald fra husholdningerne.

Miljøstyrelsen har med den nye affald-til-jordbekendtgørelse, som trådte i kraft 1. august fastsat krav i forhold til fysiske urenheder, hvor især plast er en udfordring, hvis ikke kildesorteringen og forbehandlingen er tilstrækkelig effektiv. De danske krav er fastsat med baggrund i svenske krav udarbejdet i samarbejde mellem landbruget, miljøorganisationer, kommuner med videre. De danske krav er imidlertid yderligere skærpet, da

de svenske grænseværdier skal opfyldes i den afgassede biomasse, hvorimod de danske skal opfyldes på forbehandlingsanlægget og dermed før pulpen tilføres biogasanlægget, hvor der sker en stor fortynding. Der er imidlertid indført en dispensationsmulighed for forbehandlingsanlæggene, hvis de har svært ved at overholde kravene til plast.

I 2014 var de samlede mængder af organisk madaffald på 740.000 tons, heraf 513.000 tons fra husholdningerne og 226.000 tons fra servicesektoren, herunder storkøkkener og detailhandelen. Efter vedtagelsen af Ressourcestrategien i 2013 har alle kommuner igangsat aktiviteter i forhold til, hvordan de samlet kan nå målet om 50 pct. genanvendelse. Over en tredjedel af kommunerne har på den baggrund implementeret fuldskala kildesortering hos en del eller alle borgere eller igangsat større pilotprojekter.

### **11.2. Økonomisk betydning**

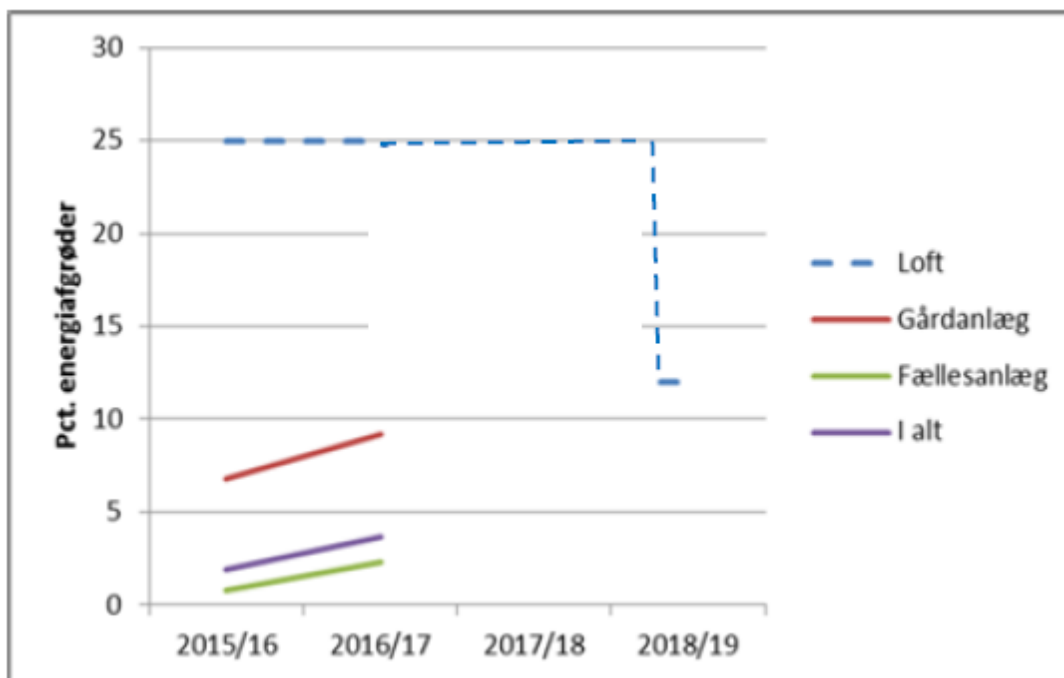
Som nævnt ovenfor havde modtagegebyret tidligere en stor betydning for driftsøkonomien i biogasanlæggene. Nu har markedsmekanismerne konkurreret prisen ned til at være en udgift for biogasanlæggene. Økonomer vil argumentere for, at der vil indfinde sig en rigtig pris for kildesorteret organisk dagrenovation, rester fra servicesektoren (catering, dagligvarehandelen) m.v.

Her er der to mekanismer. På den ene side har kommunerne i dag en udgift til håndtering af husholdningernes affald, som opkræves hos borgerne. På den anden side har biogasanlæggene en stor interesse i at få adgang til letomsætteligt organisk materiale, da det bidrager til at gøre det muligt at afgasse og omfordele husdyrgødningen og specielt fosfor i husdyrgødningen. Kommunerne skeler her til de alternative omkostninger biogasanlæg har til køb af energiafgrøder som nemt løber op i over 300 kr. pr. ton eller håndtering af halm, som er endnu dyrere.

Såfremt biogasanlæggene ikke modtog organiske restprodukter fra husholdninger, fødevarerindustrien m.v. vil det have en negativ betydning på biogasanlæggenes drift og specielt muligheden for at afgasse husdyrgødningen. Det vil ligeledes have en negativ effekt på fødevarerindustriens økonomi og dermed konkurrenceevne, hvis de ikke kan komme af med de meget store mængder de i dag afsætter til biogasanlæg – og nu i vidt omfang med et positivt dækningsbidrag. Endelig ville det kunne føre til en øget anvendelse af energiafgrøder i biogasanlæggene.

Biogasanlæggene har generelt været meget tilbageholdende med at anvende energiafgrøder. Dette bunder både i et ønske om at fastholde den danske biogasmodel, hvor anlæggene rydder op ved bagenden af dyrene og bidrager til recirkulering og genanvendelse af samfundets og virksomhedernes affald og i et ønske om ikke at konkurrere ved forenden af dyrene.

Anvendelsen af energiafgrøder er imidlertid øget de allerseneste år. Da Folketinget indførte den såkaldte energiafgrøde begrænsning på maksimalt 25 pct. i 2012, som skærpes til 12 pct. fra indeværende planperiode (2018/19) lå anvendelsen langt under 1 pct. Som det fremgår af nedenstående figur er det primært i gårdbiogasanlæggene der anvendes energiafgrøder.



Figur 11.1. Energiafgrøder i danske biogasanlæg. Før 2015 var anvendelsen ca. 1 pct. Kilde: BiB-registret.

## 12. Opsamling på faglige og politiske opgaver

Ud fra rapportens beskrivelser er der fundet en række emner, der bør arbejdes videre med.

### Faglig

- For både kvæg, svin, fjerkræ og mink er der fortsat behov for at se på foderoptimering, herunder anvendelse af fytase, som vil bidrage til at minimere den mængde fosfor, der føres videre i kæden.
- Udvikling af systemer til opdeling af anlægget i forskellige linjer med henblik på at kunne udlevere gødninger tilpasset de enkelte bedrifter (i forhold til f.eks. økologireglerne eller kornbranchens eller mejeribrugets brancheaftaler).
- Yderligere udvikling af systemer til simpel separering ved sedimentering af den afgassede biomasse i efterlagertanke, herunder større statistisk sikkerhed for næringsstofindholdet så analysearbejdet kan minimeres.
- Yderligere udvikling af logistiksystemer til mekanisk separering af den afgassede biomasse eller andele heraf i sammenhæng med systemer til afsætning, transport og anvendes på forskellig vis.
- Fortsat udvikling i anvendelser af den afgassede biomasse eller fraktioner heraf. Der er bl.a. igangsat forsøg med placering af den afgassede biomasse ved såning af majs med henblik på, om det kan erstatte startgødningen.
- Dokumentation overfor planteavlere, at afgasset biomasse samt separerede fraktioner heraf er attraktive gødninger, hvorved der skabes et markedstræk.
- Dokumentation af effekten af afgasset biomasse ved placeret udlægning således at det kan erstatte / overflødigøre tilførsel af startgødning til majs

Foderoptimering med henblik på minimering af fosforoverskuddet downstream.

### Regulatorisk

- Regelforenkling i forhold til gødningsregnskaber ved anvendelse af organiske gødninger. Det skal ikke være bureaukrati der hindre landmændene i at modtage fiber.
- Det er fortsat en udfordring, at halm der anvendes i gødningsregnskaber ikke kan modregnes i fosforregnskabet på bedriften. I dag belastes fosforregnskabet når den samme fosfor kommer retur i form af afgasset biomasse.
- Fremme af anvendelse af recirkulerede næringsstoffer, herunder fosforfraktioner fra biogasanlæg

### 13. Konklusion

Samlet er der ikke for meget fosfor fra husdyrgødning og biogas til udspredning på dansk landbrugsjord. Men det er vist i rapporten, at der er områder hvor arealerne er fyldt op. Det giver nogle regionale fosforoverskud, der f.eks. kan løses ved separering på biogasanlæggene. En række mulige teknologier er listet i rapporten, og dekantercentrifugering og eventuelt tørring og pelletering er den mest realistiske mulighed i praksis. Omkostning til separering med en dekanter-centrifuge og borttransport af fiberfraktionen er beregnet til ca. 25 kr. pr. kg fosfor, der borttransporteres.

Der mangler dog dokumentation af gødningsværdien og dermed grundlaget for at skabe et markedsfølsomt træk. Dette gælder også i forhold til at sikre næringsstofforsyningen til den markedsbaserede stigende omlægning til økologi.

Fosforindholdet kan opkoncentreres ved for eksempel forbrænding, hvor fosfor opkoncentreres i asken, mens kvælstoffet tabes. Omkostningerne til transport af asken er lavere end for fiberfraktionen, og undersøgelser viser, at aفرødernes langsigtede fosforsyning formodentlig kan dækkes herved, hvorimod tilgængeligheden ikke er tilstrækkelig høj til at kunne erstatte startgødning.

Ved gødsning med fiberfraktionen kan en planteavler spare 600-700 kr. pr. ha, når alle besparelser og omkostninger er indregnet. En besparelse i indkøbet af handelsgødning er derfor et betydeligt incitament til at modtage fiberfraktion. Dertil kommer, at jorden tilføres en betydelig mængde kulstof, som bidrager til at forbedre jordstrukturen mv. Imidlertid er anvendelse af fiberfraktion som supplement til handelsgødning også forbundet med ulemper. F.eks. peger brugere på, at det er vanskeligere at udfylde og overskue gødningsregnskabet, når der anvendes organiske gødninger.

Husdyrgødning og restprodukter fra fødevarereproduktionen udgør hovedparten af kilderne til tilførsel af fosfor til biogasanlæg. Fosforindholdet i husholdningsaffald m.v. øger kun fosforbelastningen i begrænset omfang, men er til gengæld vigtige for at sikre driftsøkonomien i biogasanlæggene og dermed muligheden for at afgasse husdyrgødning med de deraf følgende miljø, ressource og klimagevinster.